



**Overige
Artikelen**

Hans Steur

Overige artikelen van Hans Steur

- Een (mini)paardenstaart uit de Trias (Rhaetien) van Winterswijk	1
- De Onder-Lias-flora van Bayreuth (1)	5
- De Onder-Lias-flora van Bayreuth (2)	11
- De Juraflora van de kust van Noord-Yorkshire (1)	17
- De Juraflora van de kust van Noord-Yorkshire (2)	24
- Oligocene planten uit het bekken van Manosque (Zuid-Frankrijk): een mooie maar problematische afdrukflora (Gea-blad)	31
- <i>Salvinia reussii</i> , een fossiel watervarentje uit het Onder-Mioceen van Tsjechië	42
- De fossiele flora en fauna van St. Bazile	45
- De evolutie van de varens (VarenVaria)	50
- Kleine geschiedenis van de varens (VarenVaria)	59
- Tentoonstelling "Vierhonderd miljoen jaar planten" (Gea-blad)	67
- De laatste van de Atrypida: <i>Costatrypa variabilis</i> . een ongewone brachiopode uit het Boven-Devoon van Boussu-en-Fagne	71
- Reisverslag Kinnekulle-Siljan	77



Een (mini)paardenstaart uit de Trias (Rhaetien) van Winterswijk

ADIËL A. KLONPMAKER
FLORIDA MUSEUM OF NATURAL
HISTORY, UNIVERSITY OF FLORIDA
1659 MUSEUM ROAD
PO BOX 117800
GAINESVILLE FL 32611 VS
ADIELKLONPMAKER@GMAIL.COM
WWW.ADIELKLONPMAKER.COM

HANS STEUR
LAAN VAN AVEGOOR 15
6955 BD ELLECOM
STEURH@XS4ALL.NL
WWW.FOSSIELEPLANTEN.NL

In de groeves van Winterswijk is in de loop der tijden een schat aan dierlijke fossielen gevonden. De plantenoogst daarentegen is tot nu toe bijzonder mager. Via pollen- en sporenonderzoek is weliswaar een tipje van de sluier, die over de begroeiing hangt, opgelicht, maar van macroscopische plantenresten zijn alleen enkele geribde stengelachtige planten-fossielen te melden. Daarom is het van belang de vondst van een stengeltje van een paardenstaart te melden, die de eerste auteur in 2008 in de donkere schalies van de Boven-Trias gedaan heeft (Afb. 1).

AFBEELDING 1 BOVEN. | *De fossiele plant met de positie van de zes ribben met de knopen (aangegeven met streepjes) (RGM.791567).*

Eerdere plantenresten uit de Winterswijkse Steengroeve

Pollen- en sporenonderzoek uit de groeve gaat al terug tot 1968 toen Visscher en Commissaris, Muschelkalkgesteentes in de oude groeves nader beschreven. Daarna onderzocht Waldemar Herngreen met groot succes de pollen en sporen van Boven-Trias schalies alsook Onder-Jura en Onder-Oligocene kleien (Herngreen, 1989; Herngreen *et al.*, 2005a, b; Herngreen in Klompmaker *et al.*, 2010). Dit was bijzonder nuttig om de precieze ouderdom van de sedimenten te bepalen.

Macrofossielen van planten zijn veel minder goed bekend. Uit de Muschelkalk komen moeilijk te determineren geribde stengels, mogelijk van individuen uit de Orde Isoetales (= biesvarens, een groep die behoort tot de wolfsklauwachtigen) (Herngreen *et al.*, 2005a, b). Deze resten kwamen uit de collectie van Henk Oosterink, die in 1986 zelf melding maakte van mogelijk drijf hout.

Vindplaats, geologie en milieu

Het plantenfossiel van deze studie is gevonden in schalies in de opgevulde subrosiepijp (het zinkgat) in het midden van groeve III van het groevecomplex. Deze schalies zijn daar nu niet meer aanwezig, maar schalies van vergelijkbare ouderdom zijn nog wel zichtbaar in groeve IV. De ouderdom van beide schalies is Rhaetien (Boven-Trias) zoals bleek uit eerder onderzoek aan tweekleppigen,



AFBEELDING 2. | *Equisetum* is het enige nog levende genus van de familie Equisetaceae. Hier een voorbeeld: *Equisetum telmateia* uit Engeland. Bron: Rror.



AFBEELDING 3. | *Equisetum telmateia* laat hier duidelijk de lijn-vormige bladeren zien die in kransen op de knopen staan. Bron: Kristian Peters.

pollen en sporen. De sedimenten behoren toe aan de Sleen Formatie.

De vondst was onverwacht, want in dezelfde schalies zijn duizenden mariene tweekleppigen van in totaal acht soorten gevonden, waaronder veelvoorkomende individuen van *Isocyprina* sp., *Tutcheria cloacina* en *Rhaetavicula contorta* (Klompmaker *et al.*, 2010). Sterker nog, op de achterzijde van de tegenhelft van de plant is een exemplaar van *Tutcheria cloacina* te zien. Twee jaar later meldden Thuy *et al.* (2012) ook de aanwezigheid van slangsterren, allemaal behorend tot de soort *Aplocoma agassizi*. Er zijn ook visresten gevonden. De fossielen wijzen op een marien milieu ten tijde van de afzetting van de klei, al was het waarschijnlijk een stressvolle omgeving vanwege de lage soortendiversiteit. De fossiele paardenstaart waar het hier om gaat, is duidelijk afkomstig uit een ander milieu en is ingespoeld tussen de tweekleppigen en slangsterren, mogelijk geholpen door een storm.

Het fossiel

Wie het kleine niet eert, is het grote niet waard. Het gaat hier om een stengeltje van 1 cm lang en 1 mm breed, dat evenwel redelijk goed bewaard is gebleven, zoals de foto's laten zien. De stengel heeft zes ribben in de lengterichting en een zestal knopen. Zoals bekend zal zijn, is één van de kenmerken van paardenstaarten dat de assen door tussenschotten in delen verdeeld zijn (Afb. 2, 3). De lijn-vormige bladeren staan in kransen op deze tussenschotten of diafragma's en ook eventuele zijassen zijn op de knopen aangehecht.

De knopen van het fossiel liggen op ongeveer gelijke afstanden van elkaar (Afb. 1). Interessant is dat aan het ene uiteinde een viertal kleine ronde littekens zit (Afb. 4), wat erop zou kunnen wijzen dat daar worteltjes gezeten hebben. Dit uiteinde van het stengeltje zou in dat geval in de grond gezeten kunnen hebben.

Fossiele stammen en stammetjes van de boomvormige paardenstaarten uit het Carboon en het Perm (*Calamites* sp.) vertonen ook vaak zo'n ribbelpatroon, maar in veel gevallen gaat het daarbij om een afgietsel van de centrale holte van de stam of tak. Zulke afgietsels komen ook in het Mesozoïcum voor, hoewel in veel mindere mate. Gezien de geringe afmetingen van het stengeltje uit Winterswijk is het onwaarschijnlijk dat dat ook hier het geval is. Het zal om een echt fossiel stengeltje gaan. Er zit ook nog een koolstoflaagje op het fossiel.

De enige andere tot nu toe gevonden plantenresten zijn ook geribde assen, die van de wolfsklauwachtige moerasplant *Isoetes* zouden kunnen zijn. Deze assen vertonen geen knopen en vier ribben. Aangezien de ribben in de bladeren van *Isoetes* veroorzaakt worden door vier luchtkanalen, kunnen we gerust aannemen dat onze zesribbige as niet van deze plant is.

Achtergronden

Tijdens het Carboon voerden de boomvormige paardenstaarten de boventoon: de meeste soorten worden tot het genus *Calamites* gerekend. In het Vroeg-Perm, toen de uitgestrekte steenkolenmoerassen over de hele wereld verdwenen, liep het aandeel van de boomvormige paardenstaarten terug en aan het eind van het Perm stierven ze helemaal uit. Tijdens het Carboon en het Perm waren er ook kruidachtige paardenstaarten, waarvan *Sphenophyllum* de bekendste is.

Er zijn uit die periode ook fossielen gemeld van planten die sterk leken op het nu nog bestaande genus *Equisetum*, waarvan bv. heermoes een bekende vertegenwoordiger is. Deze fossielen worden gerekend tot het geslacht *Equisetites*. Kenmerk voor dit kunstmatige geslacht is dat de bladeren van een bladkrans aan de basis zijn samengegroeid tot een getande schede.

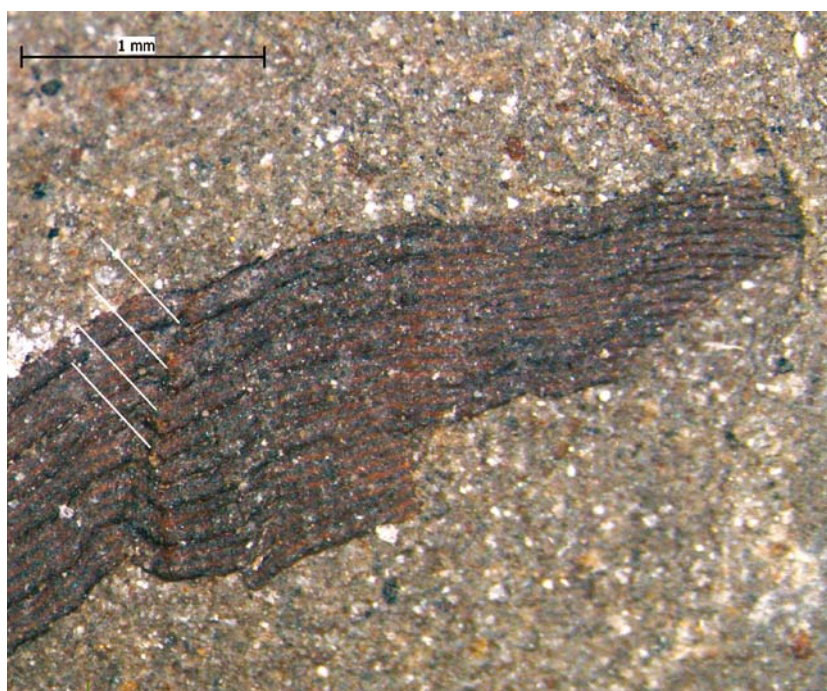
De tanden zijn daarbij het vrije deel van de afzonderlijke blaadjes. Vanaf de Trias is *Equisetites* één van de belangrijkste genera van de paardenstaarten in het Mesozoïcum. Vanaf de Jura worden soorten die alle kenmerken van het recente geslacht *Equisetum* vertonen, tot dit laatste genus gerekend. Zodra van een *Equisetites*-soort een goed geconserveerd exemplaar wordt gevonden dat alle kenmerken van *Equisetum* vertoont, wordt deze soort tot het recente geslacht gerekend.

Hoewel de groep boomvormige paardenstaarten uit het Paleozoïcum was uitgestorven, konden sommige Mesozoïsche soorten toch enkele meters hoog worden. Zo kon *Equisetites arenaceus* wel 4 of 5 meter hoog worden en wordt het waarschijnlijk geacht dat deze soort secundaire diktegroei had. *Equisetites muensteri* heeft stengels tot 1 cm dik en variabele knoopafstanden (Afb. 5).

Andere paardenstaart-genera uit de Trias en de Jura zijn *Neocalamites* en *Schizoneura*, waarvan fossielen onder meer voorkomen bij het Duitse Bayreuth en Heilbronn. *Schizoneura* heeft de bladeren in groepjes op de knopen staan en heeft stengels van minder dan 1 cm dik. *Neocalamites* is een kunstmatig genus voor soorten die niet bij één van de andere genera passen. De bladeren staan bij dit genus los van elkaar op de knopen en in theorie zouden de kleine littekentjes afkomstig kunnen zijn van de bladeren van *Neocalamites*. Maar de knopen zijn dan vaak wat gezwollen, hetgeen bij ons fossiel niet het geval is. De soort *N. merianii*, die in Zuid-Duitsland gevonden wordt, kon tot 2 m hoog worden en had stammen van 2 tot 5 cm dik. Ook de soort *N. lehmannianus* uit de Onder-Jura van Bayreuth heeft dergelijke afmetingen.

Determinatie

Een enigszins exacte determinatie op soortniveau lijkt onmogelijk. Daarvoor is het fossiel veel te onvolledig. Een schede op een knoop rondom de stengel is niet aanwezig, waarmee geen sluitend bewijs geleverd kan worden dat het fossiel tot het genus *Equisetites* behoort. Toch is dit de meest waarschijnlijke optie, omdat de *Neocalamites*-soorten meestal dikkere stammen hebben en bovendien minder algemeen zijn dan *Equisetites*-soorten. Ook zijn de knopen vaak wat gezwollen. *Schizoneura* komt wat afmetingen betreft meer in de buurt, maar is zeldzamer dan *Equisetites*. Van de soort *E. arenaceus* zijn dunne takjes gevonden die vergelijkbaar zijn met het hier beschreven fossiel (Kelber & Van Konijnenburg-van Cittert, 1998). Onze conclusie is daarom: het fossiel is een paardenstaart, waarschijnlijk behorend tot het genus *Equisetites*.



AFBEELDING 4. | Mogelijk zijn er vier littekens van wortels (aangegeven met streepjes) bij deze knoop (RGM.791567).



AFBEELDING 5. | *Equisetites muensteri* uit de Onder-Jura van Bayreuth in Duitsland. Breedte van de foto 7 cm. Foto: Hans Steur.

Voorkomen van *Equisetites*

Equisetites komt niet alleen in Nederland voor, maar is op meerdere plaatsen in de wereld gevonden in afzettingen uit de Jura en Trias zoals bijvoorbeeld op Groenland, in de Verenigde Staten, in Iran en in Zuid-Amerika. In Europa zijn ook diverse vondsten bekend: *Equisetites columnaris* en *E. muensteri* zijn bekend uit de vroegste Jura van Hongarije, *E. muensteri* is ook bekend uit de Onder-Jura van Duitsland (Afb. 5), *E. arenaceus* is o.m. in de Boven-Trias van Zuid-Duitsland gevonden, individuen van *Equisetites* spp. zijn gevonden in het Rhaetien en de Midden-Jura van Zweden en een mogelijk exemplaar van *Equisetites* is ook bekend uit het Rhaetien van Engeland. Deze korte opsomming is verre van compleet maar bedoeld om een idee te geven van de

algemeenheid van dit geslacht (zie bv. paleodb.org).

Het is niet de eerste keer dat een individu van het genus *Equisetites* is gevonden in Nederland. Uit het Carboon van Zuid-Limburg zijn ze ook bekend; de fossielen liggen in het Naturalis Biodiversity Center in Leiden (pers. comm. Han van de Konijnenburg). Het fossiel uit dit verhaal is echter wel de eerste bij ons bekende vondst van dit genus uit het Mesozoicum van ons land. Een voor ons land bijzonder fossiel dus. Daarom hoort het thuis in een museum: het fossiel is dan ook geschonken aan Naturalis.

Erkenning

We willen dit artikel graag opdragen aan Henk Oosterink die de eerste auteur aanraadde contact op te nemen met de tweede auteur. We doen dit ook als blijk van waardering voor zijn vele werk aan de fossielen van de Winterswijkse steengroeve. We bedanken ook Han van de Konijnenburg-van Cittert voor het doorlezen van een eerdere versie van dit manuscript, voor de verstrekking van belangrijke literatuur en voor toegang tot fotoapparatuur.

LITERATUUR

Herngreen, G.F.W., 1989.

Resultaat van het palynologisch onderzoek van een kleimonster uit Steengroeve III te Winterswijk. Rijks Geologische Dienst, Paleontologie Mesozoicum, (Palynologie), Intern Rapport 2217: 2 pp.

Herngreen G.F.W., Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van & Oosterink, H.W., 2005a.

New geological data (Middle Triassic, Rhaetian-Liassic and Oligocene) of the Winterswijk quarry, the eastern Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences 84: pp. 409-413.

Herngreen G.F.W., J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert, Oosterink, H.W. & Ham, R.W.J.M. van der, 2005b.

Nieuwe geologische, palynologische en paleobotanische gegevens (Muschelkalk, Rhaetien-Lias en

Oligoceen) uit de steengroeven van Winterswijk. Grondboor & Hamer 59: pp. 84-97.

Kelber K.-P. & Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van, 1998.

Equisetites arenaceus from the Upper Triassic of Germany with evidence for reproductive strategies. Review of Palaeobotany and Palynology 100: pp. 1-26.

Klompmaker, A.A., Herngreen, G.F.W. & Oosterink, H.W., 2010.

Biostratigraphic correlation, paleoenvironment stress and subsidence pipe collapse: Dutch Rhaetian shales uncover their secrets. Facies 5: pp. 597-613.

Oosterink, H.W., 1986.

Winterswijk, Geologie Deel II.

De Trias-periode (geologie, mineralen en fossielen). Wetenschappelijke Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging 178: pp. 1-120.

Thuy, B., Klompmaker, A.A. & Jagt, J.W.M., 2012.

Late Triassic (Rhaetian) ophiuroids from Winterswijk, the Netherlands; with comments on the systematic position of *Aplocoma* (Echinodermata, Ophiolepididae). Zoosymposia 7: pp. 163-172.

Visscher, H. & Comissaris, A.L.T.M., 1968.

Middle Triassic pollen and spores from the Lower Muschelkalk of Winterswijk (The Netherlands). Pollen et Spores 10: pp. 161-176.

HANS STEUR
Laan van Avegoor 15, 6955 BD Ellecom,
steurh@xs4all.nl, www.fossieleplanten.nl

DE ONDER-LIAS-FLORA VAN BAYREUTH (DEEL 1)

Vindplaatsen van Jura-planten zijn niet dik gezaaid in ons deel van de wereld. In Noord-Yorkshire in Engeland is de flora van de Midden-Jura goed bewaard gebleven, maar verder is er in de ons omringende landen weinig op dit gebied te vinden. Gelukkig zijn in de omgeving van Bayreuth (Franken, Duitsland) de lagen uit de onderste Lias goed ontsloten. Deze lagen worden ook wel aangeduid als de "Plantenzandsteen".

Inleiding

Tot voor kort werden de afzettingen rond Bayreuth, waarin plantenresten worden gevonden, de "Rhät-Lias-lagen" genoemd, waarbij de Rhät de bovenste etage van de Trias is en de Lias de onderste etage van de Jura. De reden dat men over Rhät-Lias-lagen sprak, was dat het niet goed mogelijk was de grens te trekken. Nu is echter aangetoond dat de Rhät in de buurt van Bayreuth niet voorkomt en dat alle afzettingen daar uit de Onder-Lias zijn. De leeftijd van de lagen wordt geschat op ruwweg 200 miljoen jaar.

De plantenresten zijn meestal afgezet in krekken, die deel uitmaakten van een rivierensysteem. Planten die in snelstromend water terechtkwamen, kregen geen kans te fossiliseren, maar in zwakstromende en stilstaande krekken was de situatie gunstiger. Daarom vind je de fossielen nu meestal in lenzen. Dat zijn in feite dwarsdoorsneden van versteende krekken. De (vrij zachte) zandsteen waarin de fossielen zitten is meestal witachtig, grijs, gelig of okergeel van kleur, maar soms komen ook banden met roodachtige of zwartbruine tinten voor. De aard van de gelaagdheid wijst er op dat van tijd tot tijd snelle zandafzettingen hebben plaatsgevonden, waardoor de krekken, inclusief de plantenresten, bedekt werden. Soms ook zijn oeverstroken, stilstaande rivierbochten, dode armen en meren bewaard gebleven. Maar de afzettingen met plantenfossielen zijn altijd heel plaatselijk.

Tabel 1 geeft een lijst van de gevonden fossiele planten, die in deel 1 en deel 2 van dit artikel worden besproken.

Vindplaatsen

Op het kaartje (Afb. 1) is een aantal vindplaatsen aangegeven, die in de loop der tijd fossielen hebben

opgeleverd. Er wordt al heel lang verzameld in dit gebied, voornamelijk in zandgroeves (Afb. 2), en veel bekende paleobotanici hebben zich er mee beziggehouden. De plekken zijn echter lang niet allemaal meer productief en bovendien wisselt de situatie nogal eens: oude zandgroeves moeten volgens de Duitse wet namelijk dichtgegooid worden als ze niet meer afgebouwd worden.

Omdat ik het niet op mijn geweten wil hebben, dat groeves overspoeld worden door verzamelaars, beschrijf ik geen vindplaatsen. Nu is het nog zo, dat groeve-eigenaars soms toestemming geven om te verzamelen, maar het zal duidelijk zijn dat een te grote toeloop de omstandigheden zal verslechteren, vooral als er mensen zijn die illegaal een groeve in gaan. Om het enthousiasme nog wat meer in te dammen, vertel ik erbij (en het is echt waar!) dat de lenzen met

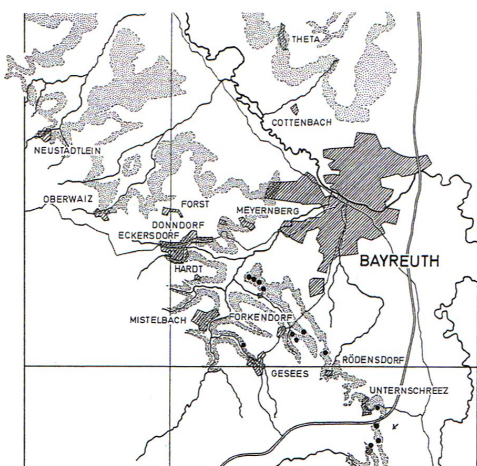
fossielen moeilijk te vinden zijn, en dat de fossielen niet spectaculair zijn (uitzonderingen daargelaten), omdat ze vaak dezelfde kleur hebben als het gesteente. Dat de afbeeldingen in dit artikel toch duidelijk zijn, is vooral te danken aan de functie 'contrast vergroten' in mijn fotobewerkingsprogramma.

Beschrijving van de flora

Paardenstaarten

Neocalamites lehmannianus [Afb. 3]. Van deze paardenstaart worden voornamelijk de opvullingen van de dikke stengels gevonden, alsmede rhizomen (ondergrondse

Afbeelding 1. Overzichtskaart van de omgeving van Bayreuth. De gestippelde gebieden geven de Onder-Lias-lagen aan. De zwarte stippen zijn oude en recente vindplaatsen. Naar Weber, 1968.



Afbeelding 2. Een vindplaats.



Paardenstaarten <i>Neocalamites lehmannianus</i> <i>Schizoneura carcinoides</i> <i>Equisetites muensteri</i>	Cycasachtigen <i>Nilssonia acuminata</i> <i>Nilssonia polymorpha</i> <i>Pseudoctenis prossii</i>
Varens <i>Marattiopsis intermedia</i> (Marattiaceae) <i>Todites princeps</i> (Osmundaceae) <i>Phialopteris tenera</i> (Schizaeaceae) <i>Selenocarpus muensteri anus</i> (Matoniaceae) <i>Phlebopteris angustiloba</i> (Matoniaceae) <i>Phlebopteris muensteri</i> (Matoniaceae) <i>Thaumatopteris brauniana</i> (Dipteridaceae) <i>Dictyophyllum nilsonii</i> (Dipteridaceae) <i>Spiropteris</i>	Ginkgoachtigen <i>Ginkgoites (Baiera) taeniata</i> <i>Sphenobaiera spectabilis</i> <i>Schmeissneria microstachys</i> <i>Stachyoptis preslii</i>
	Bennettitales <i>Otozamites brevifolius</i>
	Coniferen <i>Podozamites distans</i> <i>Swedenborgia benkertii</i> <i>Hirmeriella muensteri</i> <i>Palyssia sphenolepis</i> <i>Schizolepis liasokeuperianus</i>
Zaadvarens <i>Sagenopteris nilssoniana</i> <i>Pachypteris rhomboidalis</i> <i>Pachypteris saligna</i> <i>Ctenozamites wolfiana</i>	Gnetales <i>Desmiophyllum gothanii</i> <i>Piroconites kuespertii</i> <i>Bernetia inopinata</i> <i>Chlamydolepis lautneri</i>

Tabel 1. Overzicht van de in dit artikel (deel 1 & 2) behandelde fossiele planten uit de Onder-Lias van Baryreuth.

stengels met wortels aan de knopen). De diameter van de stammetjes is meestal circa 3 - 5 cm en de geledingen tussen de knopen zijn dan ongeveer 12 - 15 cm lang. *N. lehmannianus* was een hoge plant, die zich maar zelden vertakte. De blaadjes staan (zoals bij alle planten in deze groep) in kransen op de knopen en ze zijn los van elkaar tot aan de basis. De stammetjes hebben een fijne lengtestreping.

Schizoneura carcinoides (Afb. 4). Van deze plant worden over het algemeen bebladerde twijgen gevonden. De blaadjes van een krans staan meestal in twee groepen



Afbeelding 3.
Neocalamites lehmannianus. Paardenstaart. Stuk van een stam. Hoogte van de foto 10 cm.



Afbeelding 4.
Schizoneura carcinoides. Paardenstaart. Bladkrans aan een stengel. Breedte van de foto 8 cm.

en ze zijn los van elkaar aan de basis, of door een smal randje verbonden. De blaadjes zijn ongeveer 3 mm breed en kunnen tot 10 cm lang worden, hoewel ze doorgaans korter zijn. Het onderscheid met de vorige soort is eenvoudig te zien: dikke stengels zonder blaadjes of met losse smalle blaadjes behoren tot *Neocalamites*, dunne twijgen met duidelijke kransen van lange blaadjes zijn *Schizoneura*.

Equisetites muensteri (Afb. 5) heeft tamelijk dunne stengels (tot 3 cm, meestal rond de 2 cm) met een bredere lengtestreping dan *Neocalamites*. Er zijn duidelijke bladscheden aanwezig met lange tanden, die onderaan met elkaar zijn vergroeid. Sepp en Traute Hauptmann (1994) hebben in het blad *Fossilien* een prachtige reconstructie van deze plant gemaakt.

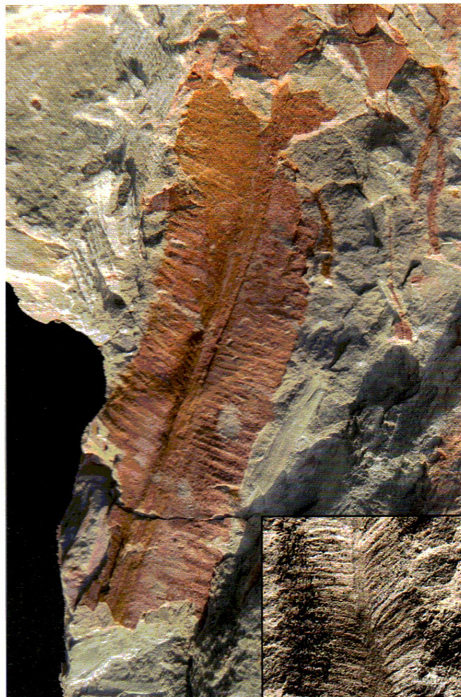
Varens

Op de meeste vindplaatsen domineren de varens het fossielenbestand. Vermoedelijk is dat ook in de levende vegetatie zo geweest, zeker omdat varens door hun dunne cuticula (het buitenste laagje van het blad) in het algemeen niet zo gemakkelijk fossiliseren.

Marattiopsis intermedia (Afb. 6) behoort tot de zeer oude orde van de Marattiales, waartoe ook de varenboom



Afbeelding 5.
Equisetites muensteri. Paardenstaart. Stengel met knopen. Breedte van de foto 7 cm.

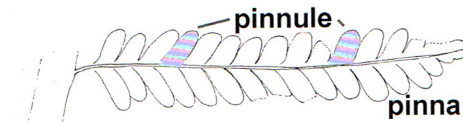


Afbeelding 6.
Marattiopsis intermedia. Varen. Deel van een deelblaadje van een samengesteld blad. Inzet: blaadje met sporangia. Hoogte van de foto 4 cm.

Afbeelding 7.
Todites princeps. Varen.
Links een pinna,
rechts een stengel
met de karakteris-
tieke schubachtige
tekening. Hoogte lin-
kerfoto 5 cm, hoogte
rechterfoto 10 cm.



Afbeelding 8.
Pinna's zijn de
eindveren van een
varenblad, pinnulen
zijn de blaadjes van
een pinna.



Afbeelding 9.
*Phlebopteris angusti-
loba*. Varen. Deel van
een blad. Hoogte van
de foto 12 cm.



Afbeelding 10.
Phlebopteris muensteri. Varen. Inzet: de karakteristieke wijze
waarop de pinnulen aan de as vastzitten. Hoogte van de
foto 9 cm.

Psaronius, met zijn *Pecopteris*-bladen, uit het Laat-Carboon en het Perm behoorde. De nog levende soorten van deze groep zijn allemaal tropisch en hun voorkomen is beperkt tot Zuidoost-Azië. Van *Marattiopsis intermedia* worden meestal losse blaadjes gevonden. Deze hebben deel uitgemaakt van grote meervoudig geveerde bladeren. De blaadjes zijn langwerpig met parallelle randen en hebben zijnerf die loodrecht op de hoofdnerf staan. Op de fertiele blaadjes zitten langwerpige sporendosjes aan de uiteinden van de zijnerf.

Todites princeps (Afb. 7) behoort tot een andere oude orde, namelijk die van de Osmundales (koningsvarenachtigen). In totaal leven er nog ongeveer 16 soorten van deze groep, terwijl er 150 fossiele soorten bekend zijn. Van *Todites princeps* zijn in de Plantenzandsteen zowel bladeren als stammen en rhizomen (wortelstukken) gevonden. De pinnulen (zie voor de termen Afb. 8) zitten over de hele breedte aan de as vast en zijn vaak aan de basis verbonden. De pinna's als geheel hebben evenwijdige zijkant maar versmallen aan de top. Stammen kunnen heel dik zijn. In afbeelding 7 is een jong stammetje te zien. Het is gekenmerkt door een schubachtige structuur.

De overige varens behoren tot de zogenaamde 'leptosporangiate' groep. Dat is een 'modernere' groep varens met kleine sporangia (sporendosjes), die relatief weinig sporen bevatten.

Phialopteris tenera (niet afgebeeld) is een heel fijn varentje, dat maar zelden gevonden wordt. Pas kort geleden zijn de fertiele delen met sporen in de sporangia ontdekt.



Afbeelding 11.

Thaumatopteris brauniana. Varen. Zeer langgerekte pinnulen, die ongeveer loodrecht op de as staan. Inzet boven: het gelobde einddeel van een pinnule. Inzet onder: de netadering. Hoogte van de foto 18 cm.

Selenocarpus muensteri (niet afgebeeld) is ook een heel zeldzame plant. Hij heeft een rhizoom waaruit, met tussenruimten van ongeveer 2 cm, stengels omhoog groeien. Deze zijn bovenaan in tweeën gesplitst en elke vertakking draagt een aantal uit één punt komende veren.

Phlebopteris angustiloba (Afb. 9) behoort tot de familie van de Matoniaceae waarvan thans nog slechts twee soorten op aarde voorkomen (in Maleisië). *Phlebopteris angustiloba* is goed herkenbaar aan de lange, smalle, tegen elkaar aan liggende pinna's met een bijna vierkante, enigszins bolle onderverdeling. Vaak lijkt het blad uit één stuk te bestaan. Onder iedere bolling zit één sorus (groepje sporangia).

Phlebopteris muensteri (Afb. 10) heeft pinna's, die vergelijkbaar zijn met die van de vorige soort maar ze staan veel losser van elkaar, waardoor het blad een heel ander aanzicht krijgt. De pinna's zijn ongedeeld en aan de basis met elkaar verbonden (zie de inzet in Afb. 10). De bladeren als geheel zijn handvormig gedeeld.

Thaumatopteris brauniana (Afb. 11) behoort tot de Dipteridaceae. Van deze familie bestaan nog twee hedendaagse genera met in het totaal 12 (tropische) soorten. De bladeren hebben een netvormige nervatuur, iets wat verder bij varens niet vaak wordt aangetroffen, maar wat een kenmerk is van deze familie. De pinnulen van *T. brauniana* zijn zeer langgerekt met aan de top van het blaadje insnijdingen en lobben, zodat het lijkt



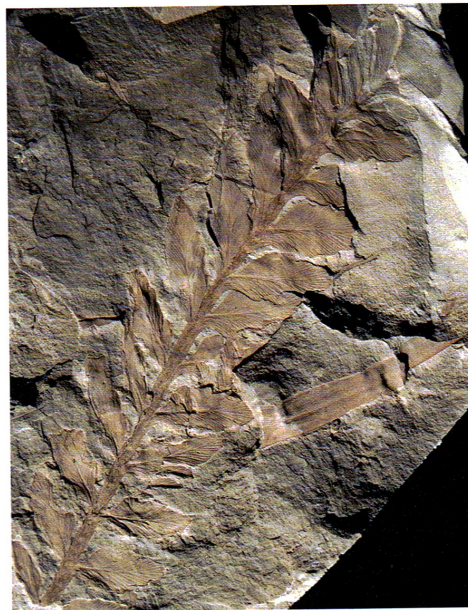
Afbeelding 12.

Dictyophyllum nilssonii. Varen. Let op de typische netvormige nervatuur. Hoogte van de foto 9 cm.



Afbeelding 13.

Spiropteris. Opperold jong varenblaadje. Diameter van het spiraaltje 1 cm.



Afbeelding 14.

Pachypteris rhomboidalis. Zaadvaren. Hoogte van de foto 13 cm.

alsof er weer zijblaadjes aan zitten. De pinnulen staan ongeveer loodrecht op de as en ze staan los van elkaar. Vaak ontbreken de gelobde uiteinden van de pinnulen.

Dictyophyllum nilssonii (Afb. 12) is van dezelfde familie als de voorgaande soort en heeft een opvallende netvormige nervatuur. Deze doet zelfs denken aan de nerven van een moderne, bedektzadige plant. De bladeren als geheel waren heel groot en bijna altijd worden alleen fragmenten gevonden. Deze zijn aan de veelhoekige mazen, gevormd door de nerven, gemakkelijk te herkennen. De steel van een blad splitst zich aan de top vorkvormig, waarbij iedere zijtak een aantal pinna's vormt. Die pinna's zijn diep ingesneden en zeer variabel van vorm.

Spiropteris (Afb. 13). Zo worden de spiraalvormig opgerolde, jonge varenblaadjes wel genoemd.

Zaadvarens

Bij de grote uitstervingsgolf aan het einde van het Perm zijn ook de zaadvarens sterk getroffen, maar ze zijn niet uitgestorven. Tot en met de Jura hebben er zaadvarens bestaan, zij het in bescheiden aantallen. Ook in de flora van Bayreuth kwamen ze voor.

Pachypteris rhomboidalis (Afb. 14) heette vroeger *Thinnfeldia rhomboidalis*, maar de soort is overgebracht naar het genus *Pachypteris*; het genus *Thinnfeldia* bestaat niet meer. In de literatuur wordt de oude naam nog vrij vaak gebruikt. De bladeren van deze plant zijn meestal eenmaal geveerd, soms tweemaal. De pinnulen zijn enigszins ruitvormig, maar zeer variabel. Soms zijn ze ingesneden. De as van het blad is stevig en heeft stippels of dwarse rimpels. De middennerf van een pinnule is aan de top gesplitst in een aantal gelijkwaardige nerven.

Pachypteris saligna (Afb. 15) hoorde vroeger ook tot het genus *Thinnfeldia*. Deze plant heeft ongedeelde, slanke, soms zwak getande bladeren.

Sagenopteris nilssoniana (Afb. 16) is een zeer opvallende plant met bladeren als een klavertje vier, maar dan veel groter: een steel met vier deelblaadjes. Deze hebben een netvormige nervatuur waarbij de mazen tussen de nerven heel lang en smal zijn. Daardoor zijn deze bladeren gemakkelijk herkenbaar. Meestal vind je losse deelblaadjes maar min of meer complete bladeren komen toch ook voor.

Ctenozamites wolfiana (niet afgebeeld) is een zeldzame zaadvaren waarvan slechts kleine fragmenten zijn gevonden. Hij heeft kleine blaadjes met een afgeronde top.

Het tweede deel van dit artikel verschijnt in het volgende nummer van *Grondboor & Hamer*.

Afbeelding 15.
Pachypteris saligna.
Zaadvaren. Hoogte
van de foto 9 cm.
Coll. Erwin Kaspers,
foto Xander Kaspers.



Afbeelding 16.
Sagenopteris nilssoniana. Zaadvaren. Compleet vierdelig blad.
Breedte van de foto 12 cm. Coll. Bert van Zuylen.

DE ONDER-LIAS-FLORA VAN BAYREUTH (DEEL 2)

In het eerste deel van dit artikel (Grondboor & Hamer, 65 nr. 1) werden algemene opmerkingen over de fossiele flora van Bayreuth gemaakt en werden paardenstaarten, varens en zaadvarens besproken. In dit tweede deel volgen de cycassen, de ginkgo's, de Bennettitales, de coniferen en de Gnetales, alsmede een beschouwing over de plantengemeenschappen in de 'plantenzandsteen' van Bayreuth.

Cycasachtigen

De twee soorten, die wij gevonden hebben, behoren beide tot het genus *Nilssonia*. Daarnaast is nog een soort van het genus *Pseudoctenis* bekend.

Nilssonia polymorpha (Afb. 17) is de meest voorkomende soort. De bladeren zijn erg verschillend van lengte, maar hebben gemeen dat de zijblaadjes dicht opeen staan. Vaak is er geen of zeer weinig tussenruimte en het komt ook voor dat de zijblaadjes met elkaar vergroeid zijn. Verder zijn de bladeren meestal enigszins gebold en niet toegespitst. Het blad als geheel is erg langgerekt van vorm (lijnvormig). De assen van de bladeren zijn stevig.

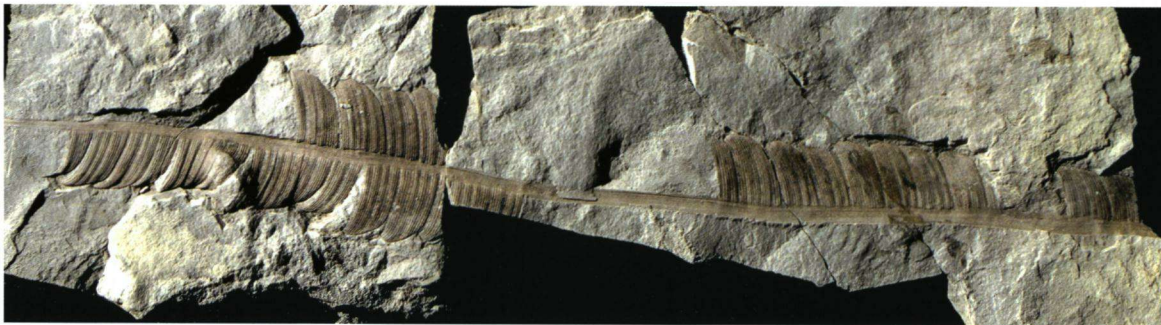
Nilssonia acuminata (Afb. 18) heeft daarentegen vaak toegespitste zijblaadjes, waardoor er een V-vormige ruimte tussen de blaadjes ontstaat. De zijblaadjes zijn ook vaak langgerechter dan bij de vorige soort. Het blad als geheel is daardoor minder lijnvormig.

Pseudoctenis prossii (Afb. 19). Deze plant is tamelijk zeldzaam, en pas in 1998 beschreven. Het blad als geheel is groot en enkelvoudig geveerd. De zijblaadjes zitten aan de zijkant van de dikke as vast en lopen naar beneden af. Ze zijn gemiddeld 1 cm breed en zo'n 12 cm lang. Onderaan staan ze loodrecht op de as, meer naar boven wordt de hoek steeds kleiner.

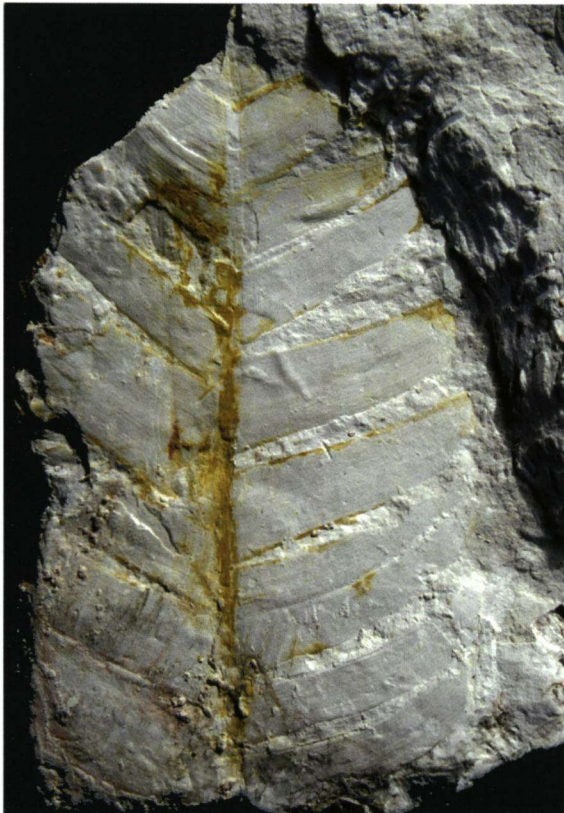
Ginkgo-achtigen

De eerste Ginkgo-achtige planten zijn gevonden in het Perm. Ze hadden sterk gedeelde blaadjes die aan de basis met elkaar verbonden waren. Ook in deze Onder-Lias-flora zijn de blaadjes nog diep ingesneden.

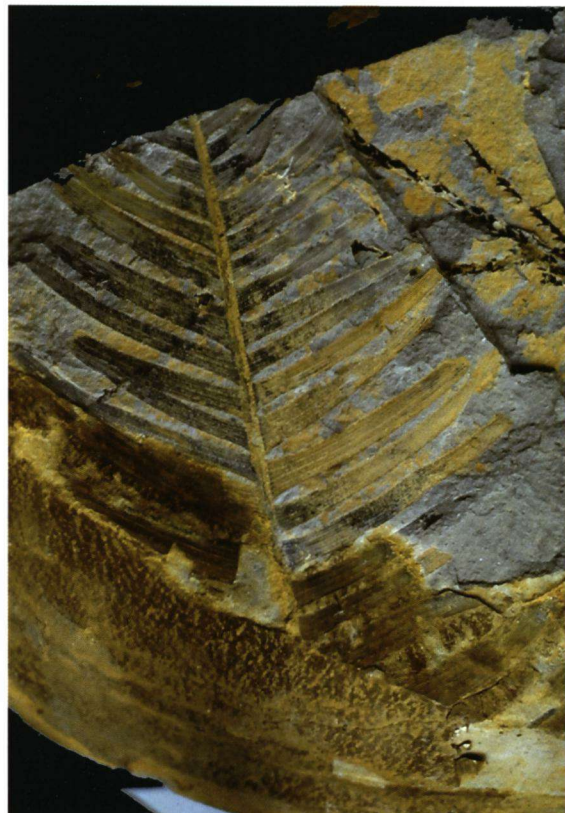
Ginkgoites (Baiera) taeniata (Afb. 20) en *Sphenobaiera spectabilis*. Beide soorten hebben blaadjes die



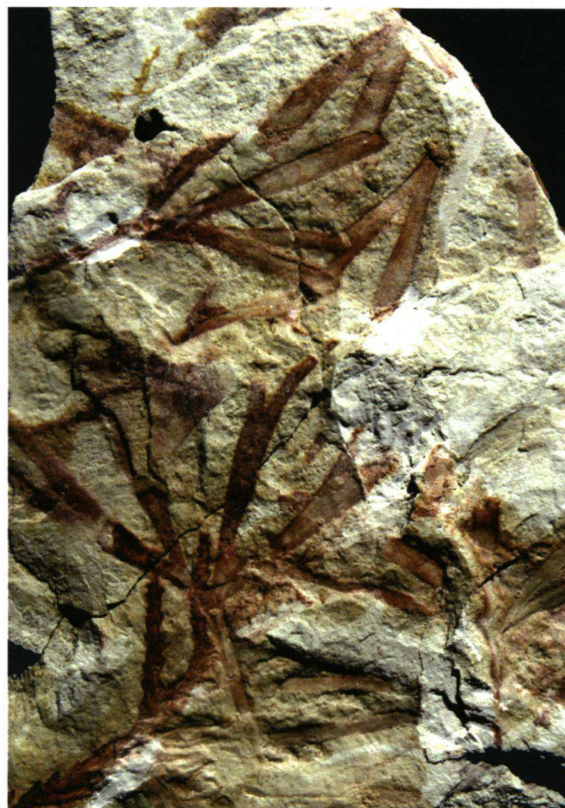
Afbeelding 17.
Nilssonia polymorpha.
Cycas. Lang blad,
dat gedeeltelijk
bewaard is geble-
ven. Breedte van de
foto: 35 cm.



Afbeelding 18.
Nilssonia acuminata. Cycas. De pinnulen zijn meer toe-
gespitst dan bij *N. polymorpha*. Hoogte van de foto: 8 cm.



Afbeelding 19.
Pseudodoctenis prossii.
Cycas. Coll. Un.
Utrecht. Foto: Han
van Konijnenburg-
van Cittert. Hoogte
van de foto: 18 cm.



Afbeelding 20.
Ginkgoites (Baiera)
muensteriana.
Ginkgo-achtige.
Hoogte van de
foto: 10 cm.

meermalen vorkvormig gedeeld zijn. De deelblaadjes zijn lijnvormig en hebben parallelle nerven. *Ginkgoites* heeft relatief kleine bladeren met fijne deelblaadjes en een duidelijke bladsteel. *Sphenobaiera* heeft veel grotere bladeren waarbij de deelblaadjes ook veel forser zijn dan bij de vorige soort. Het blad heeft geen bladsteel maar versmalt langzaam naar de basis. Wij hebben alleen van de eerste soort enkele (niet spectaculaire) blaadjes gevonden.

Schmeissneria microstachys [Afb. 21] is een plant die in 1994 beschreven is aan de hand van door de amateur Schmeißner gevonden stukken. De bladeren zitten aan het eind van korte dikke takjes (short shoots) van 2 - 5 cm lang. De bladeren zelf zijn langwerpig met een stompe top en ze hebben evenwijdige nerven. Tussen de bladeren kunnen de vrouwelijke aren zitten. De aar *Stachyopitys preslii* (Afb. 22) is waarschijnlijk de mannelijke bloeiwijze van deze plant. Hij is echter nog nooit vastzittend aangetroffen. Er is discussie over de vraag of *Schmeissneria* niet een zeer vroege bedektzadige plant is. Zelf hebben we deze plant niet gevonden.

Afbeelding 21.

Schmeissneria microstachys. Ginkgo-achtige. Hoogte van de foto: 7 cm. Coll. Universiteit Utrecht. Foto: Han van Konijnenburg-van Cittert.



Afbeelding 22.

Stachyopitys preslii. De mannelijke aar van *Schmeissneria*. Hoogte van de foto: 3,5 cm. Coll. Universiteit Utrecht.



Afbeelding 23.

Otozamites brevisfolius. Bennettitales. Een cycasachtig blad met zijblaadjes die aan de bovenkant van de basis verbreed zijn. Breedte van de foto: 6 cm.



Bennettitales

Tot deze (uitgestorven) groep behoren planten die eruit zien als cycassen, maar die bloemen hadden voor de voortplanting. Men heeft wel gedacht dat de moderne bloemplanten afstammen van planten uit deze groep, maar dat lijkt niet waar te zijn. Toch is er nog steeds discussie over deze vraag.

Otozamites brevisfolius [Afb. 23] heeft een cycas-achtig blad dat te herkennen is aan het feit dat de basis van de zijblaadjes aan de bovenkant verbreed is. Deze verbreding bedekt vaak gedeeltelijk de as van het fossiele blad.

Coniferen

Coniferen maakten een belangrijk onderdeel uit van de flora van Bayreuth. De vondsten zijn echter vaak fragmentarisch.

Podozamites distans [Afb. 24] kan gemakkelijk aangezien worden voor een cycas of een bennettitales-achtige plant omdat hij geen naaldvormige maar elliptische blaadjes heeft. Meestal worden de blaadjes afzonderlijk gevonden, maar soms zitten ze nog aan een takje.

Swedenborgia benkertii [Afb. 25] is een kegel met ingesneden, vijfpuntige schubben. Het is de vrouwelijke kegel van *Podozamites distans*. In de afbeelding is links een bijzonder fraai exemplaar te zien dat gevonden is door Jürgen Meyer. Rechts een kegel van mindere kwaliteit, zoals die vaker voorkomt.

Hirmeriella muensteri (Afb. 26) heette vroeger *Cheirolepis muensteri*. De plant ziet er uit als een moderne conifeer met korte naaldvormige blaadjes. De zeer kleine kegeltjes worden ook wel gevonden.

Palyssia sphenolepis [Afb. 27] heeft langere en slappere naaldvormige blaadjes dan de vorige soort.

Schizolepis liasokeuperina [Afb. 28] is een conifeer waarvan bijna uitsluitend de losse naalden worden gevonden, maar deze wel vaak in grote aantallen. Toch zijn er ook enkele twijgen met bosjes naalden bekend.

Gnetales

De Gnetales vormen een groep planten waarvan de systematische plaats nog steeds niet vast staat. In het algemeen kan worden gezegd dat deze orde tussen de coniferen en de bedektzadige planten in staat. Er zijn drie recente geslachten: *Ephedra*, *Gnetum* en *Welwitschia*.

Desmiophyllum gothanii [Afb. 29] is de naam van lintvormige bladeren met dicht op elkaar staande, parallelle nerven, zoals ze op diverse plaatsen in de buurt van Bayreuth gevonden worden. De bladeren zaten in tweetallen aan de stengel vast. Vaak worden ze en masse gevonden. De breedte van de bladeren is erg verschillend. Van deze plant is ook de mannelijke fructificatie bekend. Zie hieronder.

Piroconites kuespertii [Afb. 30] is een deel van de mannelijke bloeiwijze van *Desmiophyllum*. Het is een vrij grote schub (tot wel 10 cm) die aan één kant bedekt is met 'synangia', die bestaan uit drie met elkaar vergroeide sporangia. Wij hebben diverse van deze schubben gevonden.

Bernettia inopinata (Afb. 31) lijkt wat op een kleine dennenappel. Het is niet onwaarschijnlijk dat dit de vrouwelijke bloeiwijze is van *Desmiophyllum*.

Chlamydolepis lautneri (Afb. 32) is een soort schutblad, dat zowel bij *Piroconites* als bij *Bernettia* kan horen. Het wordt meestal los gevonden. Het kan tot 15 cm lang en 5 cm breed zijn, maar meestal is het wat kleiner.

Plantengemeenschappen

Weber (1968) heeft uitgebreid onderzoek gedaan naar de vraag of bepaalde planten al dan niet samen, tegelijk in één gebied leefden. Het is bekend uit de nu levende flora dat bepaalde planten een voorkeur voor elkaar (of voor dezelfde omgeving) hebben en zogenaamde "plantengemeenschappen" vormen. Een dergelijk onderzoek is bij fossiele flora's natuurlijk veel moeilijker dan bij de levende. De redenen waarom fossiele planten in eenzelfde afzetting gevonden worden, kunnen namelijk heel verschillend zijn. Als de planten op de groeiplek zijn gefossiliseerd, is het zinvol om over plantengemeenschappen te spreken, maar in veel gevallen zijn de plantenresten aangevoerd door rivieren en hoeft er geen sprake te zijn van samenhang.

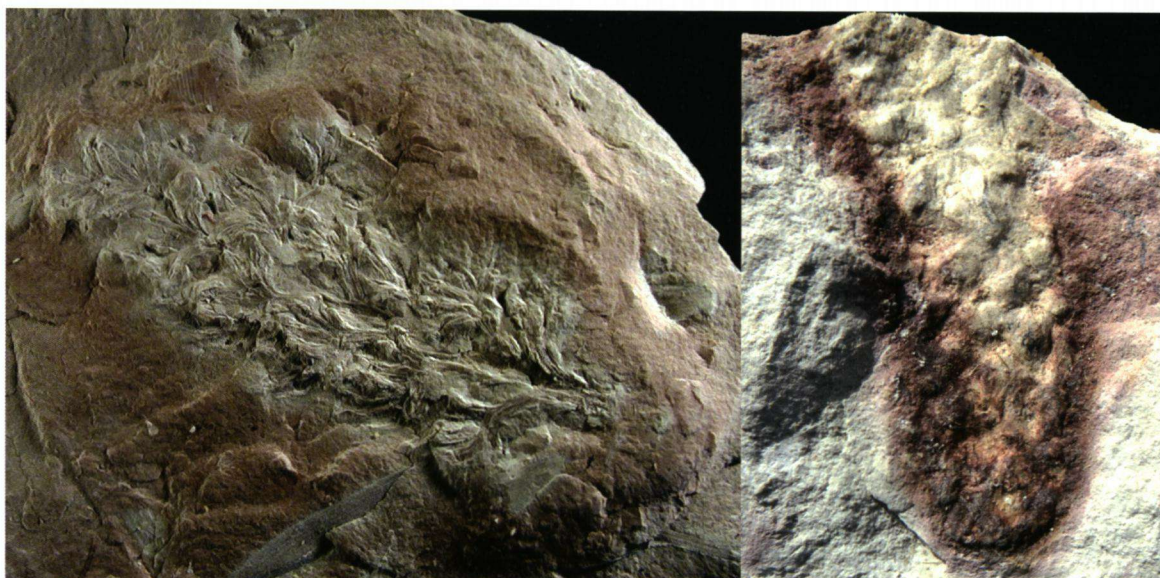
In het geval van de flora van Bayreuth, waarbij flora's in krekken bewaard zijn gebleven, is er toch wel iets over te zeggen. Zo is er bv. een aantal monospecifieke gemeenschappen (met maar één soort) aangetroffen, en wel van de paardenstaart *Neocalamites* en ook van de paardenstaart *Equisetites*. Opvallend is verder dat *Sagenopteris nilssoniana* en de conifeer *Hirmeriella muensteri* bijna nooit samen worden gevonden. *Sagenopteris* is sterk verbonden met *Pachypteris saligna* en *Nilssonia polymorpha*. Ze behoorden dus waarschijnlijk tot één plantengemeenschap.

Minder sterk aan *Sagenopteris* gebonden zijn *Palyssia sphenolepis*, *Phlebopteris angustiloba* en *Marattiopsis intermedia*. De laatste drie planten lijken een aparte gemeenschap te vormen, waarin *Sagenopteris* zo nu en dan opduikt. Omdat de bladeren van *Sagenopteris* erg teer waren en een dunne cuticula (waslaag) hadden, kan geconcludeerd worden dat deze plant dicht bij water groeide. Dat geldt dan ook voor de andere genoemde planten.

Een andere gemeenschap werd gevormd door *Hirmeriella* en *Desmiophyllum*, omdat ze heel vaak samen worden aangetroffen. Planten met een minder

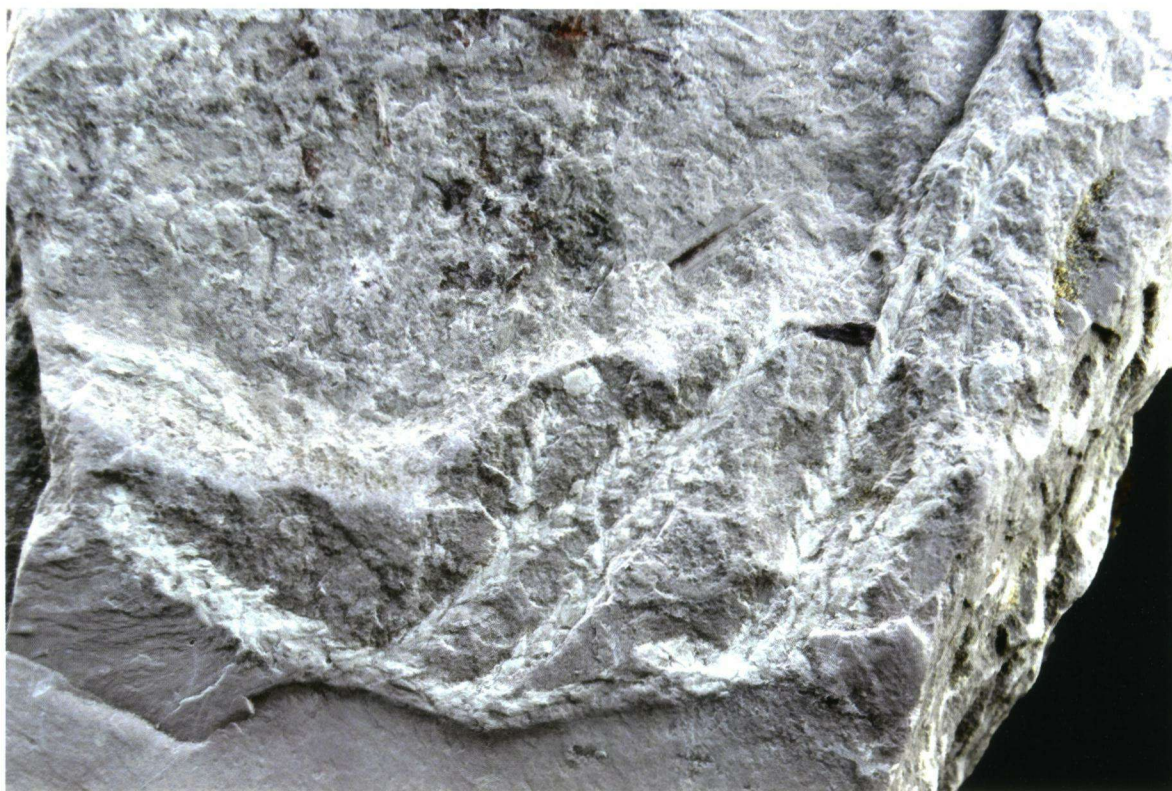


Afbeelding 24.
Podozamites distans.
Conifeer. Een los
blaadje van de op
een cycas lijkende
soort. Breedte van
de foto: 8 cm.



Afbeelding 25.
*Swedenborgia
benkertii*. Conifeer.
Links: Prachtige
complete kegel.
Lengte kegel 7 cm.
Coll. en foto:
Jürgen Meyer.
Rechts: Deel van
een kegel. Hoogte
van de foto: 13 cm.

Afbeelding 26.
Hirmeriella muensteri.
Conifeer. Twijgje
met vertakkingen.
Breedte van de
foto: 8 cm.



Afbeelding 27.
Palyssia sphenolepis.
Conifeer. Langere en
slappere blaadjes
dan de vorige soort.
Hoogte van de foto:
7 cm.



Afbeelding 28.
Schizolepis liasokeuperina. Conifeer. Losse naalden.
Breedte van de foto: 8 cm.

sterke binding met *Hirmeriella* zijn *Otozamites brevifolius* en *Nilssonia acuminata*.

De plant *Pachypteris rhomboidalis* komt in beide vorige plantengemeenschappen voor.

Een derde gemeenschap vormen *Phialopteris tenera* en *Todites princeps*. Waarschijnlijk waren dit pioniersoorten die droogvallende modderbodems snel konden bezetten.

Tot besluit

Al behoort de Onder-Lias-flora van Bayreuth niet tot de meest oogstrelende (uitzonderingen daargelaten), toch geeft zij een goed beeld van de toestand in een plantenwereld van zo'n 200 miljoen jaar geleden. De varens, cycassen, Bennettitales, ginkgo's, Gnetales en coniferen voeren de boventoon. En er zijn ook nog de meer antieke planten als de paardenstaarten en de zaadvarens.

Wie de prachtige uitzonderingen (de museumstukken dus) van deze flora wil zien, moet naar de bovenste etage van

het Museum in Bayreuth gaan. Daar is de verzameling van de overleden amateur-specialist Sept Hauptmann en zijn nog actieve vrouw Traute tentoongesteld. Werkelijk een hommage aan deze twee succesvolle rasverzamelaars.

Dankwoord

Ik dank Prof. Han van Konijnenburg-van Cittert van Naturalis (RU Leiden) hartelijk voor haar uitgebreide ondersteuning bij het schrijven van dit artikel. Geen moeite was haar teveel. Hartelijk dank ook aan Jürgen Meyer uit Zwickau (Dld) voor het aanwijzen van de goede vindplaatsen en voor de foto van afbeelding 25. Verder dank ik Erwin en Xander Kaspers voor de foto van afbeelding 15, Bert van Zuylen voor het beschikbaar stellen van de *Sagenopteris* van afbeelding 16 en Jaap Luteyn voor de foto's van de afbeeldingen 31 en 32. Tenslotte dank ik diverse leden van de Werkgroep Fossielen Wageningen voor het beschikbaar stellen van stukken steen uit het gebied, die ik mocht openslijpen en die mooie fossielen opleverden.

De foto's zijn van de auteur, tenzij anders is aangegeven.



Afbeelding 29.

Desmiophyllum gothanii. Gnetales. Losse bladeren. Hoogte van de foto: 17 cm.



Afbeelding 30.

Piroconites kuespertii. Schub met synangia (telkens bestaande uit drie sporangia) van *Desmiophyllum*. Breedte van de foto: 7 cm.



Afbeelding 31.
Bernettia inopinata.
Waarschijnlijk de vrouwelijke bloeiwijze van *Desmiophyllum*. Breedte van de foto: 4 cm.
Coll. en foto: Jaap Luteyn.



Afbeelding 32.

Chlamydolepis lautneri. Schutblad van zowel *Piroconites* als *Bernettia*. Breedte van de foto: 6 cm.
Coll. en foto: Jaap Luteyn.

LITERATUUR

- Gothan, W., 1914. Die unterliassische (rhätische) Flora der Umgegend von Nürnberg. Abh. Nat. Ges. Nürnberg. 19: pp. 91 - 186.
- Hauptmann, S. & T., 1994. Vom Detail zum Lebensbild. *Equisetites muensteri*. Fossilien 1994-6: pp. 346 - 350.
- Kirchner, M., 1992. Untersuchungen an einigen Gymnospermen der Fränkischen Rhät-Lias-Grenzschichten. Paleontographica B 224: pp.17 - 61.
- Kirchner, M. & Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van, 1994. *Schmeissneria microstachys* and *Karkeniania hauptmannii*, plants with ginkgoalean affinities from the Liassic of Germany. Rev. Palaeobot. Palyn. 83: pp.199 - 215.
- Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van & Morgans, H.S., 1999. The Jurassic flora of Yorkshire.
- Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van, 1992. An enigmatic Liassic microsporophyll, yielding *Ephedripites* pollen. Rev. Palaeobot. Palyn. 71: pp. 239 - 254.
- Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van, Schmeissner, S. & Hauptmann, S & T., 1998. Neue Ergebnisse zu *Ctenozamites wolfiana* und *Pseudoctenis prossii* aus dem Unteren Lias (Jura, Bayern). Doc. Nat. 117: pp.13 - 33.
- Schenk, A., 1867. Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Text en Atlas. [Zie Google Books op Internet].
- Weber, R., 1968. Die fossile Flora der Rhät-Lias-Übergangsschichten von Bayreuth (Oberfranken) unter besonderer Berücksichtigung der Coenologie. - Erlanger geologische Abhandlungen, Heft 72.
- Xin Wang et al., 2007. *Schmeissneria*: A missing link to angiosperms? Internet.
- Weidert, W.K., 1994. Das Sammlerporträt: Sepp Hauptmann. Fossilien 1994-6: pp. 340 - 345. Met vele afbeeldingen van planten uit de Lias van Bayreuth.

HANS STEUR

H. Steur, Laan van Avegoor 15, 6955 BD Ellecom,
steurh@xs4all.nl, www.fossieleplanten.nl

DE JURAFLOORA VAN DE KUST VAN NOORD-YORKSHIRE (1)

De prachtige kliffenkust van Yorkshire (Afb. 1, 2) is bij veel verzamelaars bekend vanwege de mooie Jura- en Krijtfossielen, die er te vinden zijn, zoals ammonieten, tweekleppigen en reptielresten. Dat er ook belangrijke vondsten op het gebied van Jura-planten gedaan worden, is misschien minder bekend. Het belang schuilt enerzijds in de grote variatie aan planten die aangetroffen wordt, anderzijds in het feit dat van veel planten de cuticula (het omhullende wasachtige laagje) bewaard is gebleven, waardoor een gedetailleerd beeld van de celstructuren verkregen kon worden. De fossielen zijn daarentegen in het algemeen niet spectaculair: het zijn meestal geen museumstukken. Een tentoonstelling ervan zal geen drommen kijkers trekken.

Een beetje geologie

Als je de kust van Noord-Yorkshire via het indrukwekkende klifpad zou volgen van Middlesborough via Whitby naar Bridlington, dan zie je dat de lagen steeds jonger worden, een paar lokale uitzonderingen daargelaten. Globaal doorlopen de lagen dan de tijdschaal vanaf het Onder-Jura tot en met het Boven-Krijt. In verreweg de meeste gevallen gaat het om zee-afzettingen, maar er zijn ook een paar landafzettingen, of liever delta-afzettingen. En daarin zitten de plantenfossielen. Deze lagen dateren uit het Midden-Jura en ze zijn

gevormd door rivieren die in oostelijke richting stroomden. Deze voerden zoveel slib en zand aan dat er zich delta's vormden. Hierin raakten van tijd tot tijd kreken verstopt waarbij veel plantenresten ingebed werden. Doordat het hele gebied langzaam daalde, kon dit proces lange tijd doorgaan, maar van tijd tot tijd overstromde de delta en werd deze afgedekt met een laag zand. Zo kon het gebeuren dat sommige verstopte rivierbeddingen in hun geheel versteenden, inclusief de plantenresten. In de opengebleven rivierarmen en in het uitmondingsgebied in zee werden ook wel plantenresten afgezet, maar deze waren zozeer beschadigd, dat alleen 'haksel' is overgebleven.

De drie afzettingen met plantenfossielen zijn (van oud naar jong): de Saltwick Formation, de Gristhorpe Member en de Scalby Formation. De Gristhorpe Member is een onderdeel van de Cloughton Formation. Zie het schema. Deze lagen werden afgewisseld door marine afzettingen. En het zijn juist fossielen uit deze zee-afzettingen die men gebruikt heeft om dateringen uit te voeren. De delta-afzettingen geven daartoe niet voldoende houvast.

Voor uitgebreidere informatie over de geologie van het gebied verwijs ik naar het artikel van Buntsma (1985) in het Gea-blad en naar het boekje van Van Konijnenburg-van Cittert & Morgans (1999). (zie literatuurlijst)

Scalby Formation (delta) met het Scalby Plant Bed	
Scarborough Formation (marien)	
Cloughton Formation	Gristhorpe Member (delta) met het Gristhorpe Plant Bed
	Lebberston Member (marien)
	Sycarham Member (marien)
Ellerbeck Formation (marien)	
Saltwick Formation (delta) met het Whitby Plant Bed	

Vindplaatsen

Wij (mijn vrouw en ik) hebben voornamelijk verzameld op vier plaatsen: Whitby (met het Whitby Plant Bed, afb. 1), Hayburn Wyke (ook met het Whitby Plant Bed maar met een andere inhoud en ouderdom), Scalby (Scalby Plant Bed) en Cayton Bay (Grithorpe Plant Bed, afb. 2 en 3). Ook op tussenliggende plekken, b.v. bij Burniston, hebben we in de stenen op het strand leuke vondsten gedaan, maar op de vier eerstgenoemde plaatsen zitten de fossielen in de laag, terwijl het elders om gerolde stenen gaat.



Afbeelding 1.

Klif met het Whitby Plant Bed. Links Saltwick Nab, waar bij springeb git verzameld kan worden.



Afbeelding 2.

De vindplaats bij Cayton Bay begint boven water te komen.



Afbeelding 3.

Fossielen verzamelen bij Cayton Bay.

Voor de precieze ligging van de vindplaatsen verwijs ik weer naar Buntsma (1985) en Van Konijnburg-van Cittert & Morgans (1999) waarin nauwkeurig is uitgelegd hoe de plekken te bereiken zijn. In het laatstgenoemde boekje staat nog een andere vindplaats beschreven, nl. Hasty Bank, in het binnenland. Voor het betreden hiervan is echter toestemming van de Head Forester vereist. Wij hebben deze plek niet bezocht.

Kort geleden zijn de vindplaatsen tot SSSI (Sites of Special Scientific Interest) verheven. Dat betekent dat in principe voor het betreden en verzamelen toestemming van de gebruiker en van de eigenaar van het gebied vereist is. In dit geval zal dat de Kroon zijn. Ik heb de indruk dat er echter in kustgebieden, zoals in Noord-Yorkshire, de mogelijkheid tot bescheiden verzamelen blijft bestaan.

Algemeen kan worden gezegd dat er flink wat doorzettingsvermogen en motivatie nodig is om de juiste plaats te vinden en de fossielen te bergen. De toegangswegen zijn vaak lang en (vooral bij regen) moeilijk begaanbaar. Op het strand moet in veel gevallen over stenen gelopen en geklommen worden, waarbij de terugweg (als je geluk hebt) nog moeilijker is dan de heenweg. Het gesteente waarin de fossielen zitten is vaak harde klei, soms zandsteen en bij uitzondering ijzersteen. Het is noodzakelijk (behalve bij Hasty Bank, dat landinwaarts ligt) bij laagwater te zoeken. De eerste handeling is dan ook het kopen van een getijdentabel.

De fossielen zijn bedekt met een korig laagje, dat nogal kwetsbaar is. De planten mogen dan ook niet afgeborsteld worden, want dan is het mooie er af. Laten drogen en met een zachte penseel afvegen is nog de beste manier om ze enigszins schoon te krijgen.

Vijf waarschuwingen:

1. Let op het getij. Je kunt verrast en ingesloten worden door het opkomende water.
2. Let op uit het klif vallende stenen. Loop niet onder steile wanden.
3. De kliffen zelf zijn soms onstabiel: je kunt erin wegzakken als de grond doorweekt is.
4. Pas op voor verstuite enkels e.d. bij het lopen en klimmen over stenen.
5. Ga niet alleen op pad.

Cuticula

Van de fossiele zaadplanten van Yorkshire is de cuticula bewaard gebleven. Dat is bijzonder want op veel andere vindplaatsen is dat niet het geval. Dit wasachtige beschermingslaagje bevat een afdruk van de celstructuur van de opperhuid en is daardoor voor wetenschappers van groot belang. De zwarte laag, die op de fossielen zit, bestaat uit kool en wordt omhuld door de cuticula.

Met een speciale behandeling met o.m. kaliumchloraat en salpeterzuur, maceratie genaamd, kan de kool opgelost worden en blijft alleen de doorzichtige cuticula over. Daarvan kan een preparaat gemaakt worden dat onder de lichtmicroscop bestudeerd kan worden. Aan de hand van de cuticulapreparaten kan vaak met zekerheid worden vastgesteld om welke soort het gaat. Sommige planten lijken sprekend op elkaar, terwijl de cuticula's heel verschillend kunnen zijn.

Cuticula's van de (echte) varens zijn bijna nooit gefossiliseerd: die waren daarvoor te dun.

De flora

In het indrukwekkende standaardwerk van Harris wordt de flora van Noord-Yorkshire in vijf delen uitgebreid behandeld waarbij zo mogelijk ook de cuticulastructuren

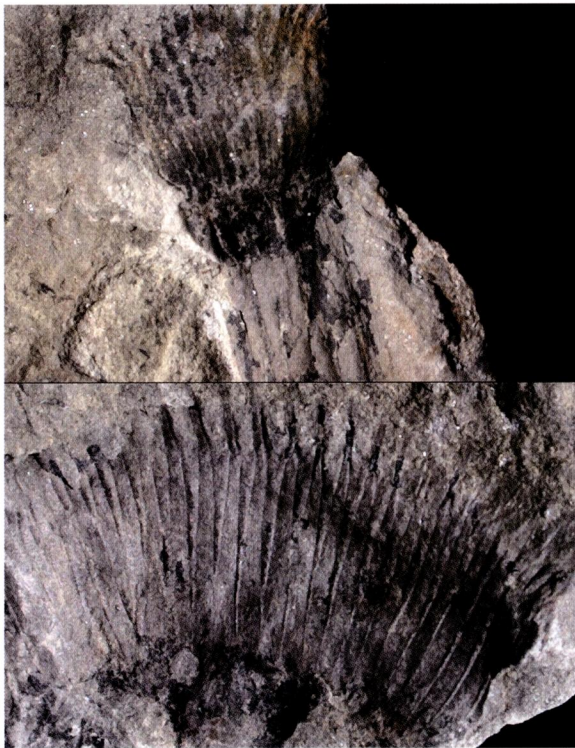
afgebeeld worden. De delen kwamen achtereenvolgens uit in 1961, 1964, 1969, 1974 en 1979.

In dit artikel streef ik niet naar volledigheid, maar geef ik een verslag van de soorten die wij zelf gevonden hebben. Daarmee is toch al een aardig beeld op te bouwen van de flora tijdens de Juratijd. Zoals bekend waren de moderne bloeiplanten nog niet ontwikkeld: die grepen pas in het Vroeg-Krijt naar de macht. Tijdens de Jura regeerden de naaktzadigen, maar ook de varens waren volop aanwezig. De volgende groepen kunnen worden onderscheiden: 1. Paardenstaarten 2. Varens 3. Zaadvarens 4. Bennetiales (op *Cycas* gelijkende planten, die bloemen hadden (!!)) 5. *Cycas*-achtigen 6. *Ginkgo*-achtigen 7. *Czekanowskia*-achtigen (een uitgestorven groep planten met naaldvormige blaadjes) 8. Coniferen. De levermossen, die hier ook gevonden zijn, laat ik buiten beschouwing. Deze groepen worden nu een voor een (maar niet uitputtend) besproken.

Paardenstaarten

De boomvormige paardenstaarten zijn uitgestorven tijdens het Perm. De paardenstaarten uit de Jura konden evenwel nog steeds flinke afmetingen bereiken. Zo had de in het Yorkshire-gebied meest voorkomende soort, *Equisetum columnare*, een stengel die aan de basis tot 5 cm dik was en aan de top zo'n 2 cm. Het zal dus een vrij hoge plant geweest zijn (Afb. 4).

Afbeelding 4.
De paardenstaart
Equisetum columnare.
Hayburn Wyke.
Hoogte foto 6 cm.
Onder: Bladschede.
Cayton Bay. Breedte
foto 5 cm.



De paardenstaarten zijn in Yorkshire, in tegenstelling tot sommige andere Jura-gebieden in de wereld, niet algemeen. Het meest komen ze voor in het niet door ons bezochte Hasty Bank. Maar in recent afgevallen grote blokken in Hayburn Wyke was de plant ook overvloedig aanwezig, zij het in slechte conservering. In Cayton Bay hebben we enkele resten aangetroffen.

Op de, voor paardenstaarten kenmerkende, knopen van deze plant, zitten vrij lange schedes, bestaande uit blaadjes, die met elkaar vergroeid zijn. Alleen de uiteinden (de 'tanden') zijn vrij. De stengels zijn aan de knopen opgezwollen. Een tweede soort, die we gevonden hebben, *Equisetum laterale*, is veel tenerder. De stengels waren gemiddeld 1,5 cm dik en de knopen zaten zo'n 3 cm uit elkaar. Typerend voor deze plant zijn

de diafragma's (tussenschotten), die eruit zien als een wiel met (gemiddeld 32) spaken. Zie afb. 5. We vonden enkele stukken in Cayton Bay.

Een heel zeldzame vondst was die van *Annulariopsis simpsonii*, ook in Cayton Bay (Afb. 6). Deze plant had bladkransen die sterk aan die van de *Annularia*, doen denken. *Annularia* was echter loof van paardenstaartbomen en die waren al lang uitgestorven. Eigenaardig is dat van *Annulariopsis* alleen eindstandige bladkransen gevonden zijn, terwijl er hoogstwaarschijnlijk meerdere bladkransen aan een stengel zaten. Men denkt dat het stuk boven de bladkrans heel gemakkelijk afbrak als de het stengeltje op de grond terecht kwam.



Afbeelding 5.
Diafragma (dwarsdoorsnede op de knoop) van de paardenstaart *Equisetum laterale*. Cayton Bay. Breedte foto 2 cm.



Afbeelding 6.
Bladkrans van de paardenstaartachtige *Annulariopsis simpsonii*. Cayton Bay. Breedte foto 2 cm.

Varens

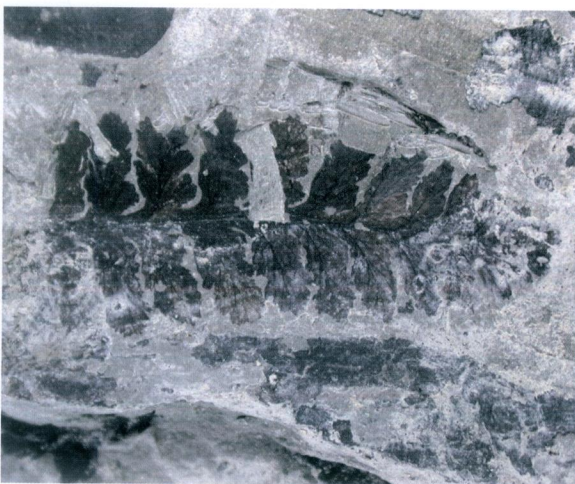
Veel van de plantenfossielen van de kust van Yorkshire behoren tot deze groep. Een van de meest voorkomende varens is *Todites williamsonii* (Afb. 7), een vertegenwoordiger van de familie Osmundaceae, waartoe ook de recente koningsvaren (*Osmunda regalis*) behoort. De blaadjes (pinnules) van deze soort zijn vaak wat haakachtig naar boven gebogen en in veel gevallen zijn ze aan de onderkant bezet met sporendoosjes. De assen waaraan de blaadjes zitten en ook de hoofdassen zijn relatief dik. De pinnae (een pinna is een as met blaadjes) zijn lang en ze hebben bijna evenwijdige zijkanten (ze worden dus maar langzaam smaller naar de top:



Afbeelding 7.
Blaadjes met sporendoosjes van de varen *Todites williamsonii*. Cayton Bay. Hoogte foto 26 mm.



Afbeelding 8.
De lange pinnae (veren) van de varen *Todites williamsonii*. Cayton Bay. Breedte foto 13 cm.



Afbeelding 9.
De varen *Todites princeps*. Cayton Bay. Breedte foto 3 cm.

Afb. 8). Er komen ook nog andere soorten *Todites* voor maar die zijn veel zeldzamer, zoals *Todites princeps* (Afb. 9), die vaak meer gelobde blaadjes heeft en waarvan de nervatuur anders is. Er is ook een soort met getande blaadjes: *Todites denticulata*, waarbij aan één blad zowel fertiele (= met sporendoosjes) als steriele blaadjes kunnen zitten. In Cayton Bay worden veel exemplaren van een soort met spitse, scherpgetande, uitsluitend steriele blaadjes gevonden. Deze soort wordt *Cladophlebis denticulata* genoemd (Afb. 10, 11). Wat het verband is met *Todites denticulata* is nog niet duidelijk. Het kan gaan om steriele bladeren van de laatstgenoemde plant, maar het zouden ook bladeren van een heel andere plant uit de familie van de koningsvarens kunnen zijn.



Afbeelding 10.
De varen *Cladophlebis denticulata*. Cayton Bay. Breedte foto 20 cm.



Afbeelding 11.
De varen *Cladophlebis denticulata*.
Let op de scherpgetande bladrand.
Cayton Bay.
Breedte foto 2 cm.

Een veelvoorkomende varen is *Eboracia lobifolia* (Afb. 12; *Eboracum* in de Latijnse naam voor York). Het loof lijkt erg op dat van *Todites williamsonii*, maar is daarvan te onderscheiden door de dunnere assen. *Todites*: dikke assen, *Eboracia*: dunnere assen. Bij een volledig veertje (pinna) is het onderscheid ook te zien aan het onderste blaadje, dat bij *Eboracia* anders is dan de andere blaadjes (groter, vaak gespleten), terwijl dat bij *Todites* niet het geval is. Ook zijn de blaadjes van *Eboracia* wat gegolfd terwijl die van *Todites* strak van vorm zijn. *Eboracia* behoort tot de familie Dicksoniaceae, waarvan de sporendoosjes in groepen (sori) bij elkaar staan, aan de randen van de blaadjes. De (vrij grote) bladeren van *Dictyophyllum rugosum* doen,



Afbeelding 12.
De varen *Eboracia lobifolia*. Cayton Bay.
Breedte foto 5 cm.

wat nervatuur betreft, denken aan moderne, tweezaadlobbige, bladeren, omdat ze een netvormige nervatuur hebben (Afb. 13). Meestal vind je slechts fragmenten, maar die zijn dan gemakkelijk te herkennen. *Dictyophyllum* behoort tot de Dipteridaceae, de enige nog levende varenfamilie, die echte netnervatuur vertoont. *Phlebopteris polypodioides* is ook een plant waarvan nog

Afbeelding 13.
De varen *Dictyophyllum rugosum*. Cayton Bay. Breedte foto 9,5 cm.



Afbeelding 14.
De varen *Phlebopteris polypodioides*: as met blaadjes. Cayton Bay. Breedte foto 3 cm.
Inzet: Een blaadje met duidelijke nerven. Cayton Bay. Breedte foto 25 mm.



Afbeelding 15.
De varen *Klukia exilis*: blaadjes met sporendoosjes. Cayton Bay. Breedte foto 23 mm.



verwanten bestaan (familie Matoniaceae). De blaadjes worden gekenmerkt door hoekig verlopende nerven, die soms voor een gedeeltelijk netvormige structuur zorgen (Afb. 14). Verder zijn de sporendoosjes (als ze er zijn) in groepen gerangschikt aan weerszijden van de hoofdnerf. *Klukia exilis* is een klein varentje dat in het Gristhorpe Plant Bed nogal eens gevonden wordt, maar dat verder zeldzaam is in Yorkshire. Het is een gidsfossiel voor het Midden-Jura. Het heeft blaadjes die *Pecopteris*-achtig zijn aangehecht, d.w.z. over de hele breedte van het blaadje. Zie afb. 15. *Klukia exilis* behoort tot de Schizaeaceae, een varenfamilie met relatief grote sporendoosjes, die ieder apart dicht bij de rand van de blaadjes aan de onderkant vastzitten.

In Hayburn Wyke zijn fossielen van het geslacht *Coniopteris* heel frequent, maar ook op de andere vindplaatsen komen ze wel voor, zij in kleiner aantal. Het zijn varens met sterk vertakte bladeren, die evenwel flink gehakseld zijn alvorens te fossiliseren. Meestal vind je losse pinnae of delen daarvan. De soort *Coniopteris hymenophylloides* (vanwege de moeilijke naam ook wel Conhym genoemd) is zeer algemeen. Zowel steriele als fertiele blaadjes komen voor en deze verschillen aanmerkelijk van elkaar: de fertiele blaadjes zijn sterk gereduceerd (Afb. 16, 17). De blaadjes van *Coniopteris simplex* zijn verdeeld in



Afbeelding 16.
De varen *Coniopteris hymenophylloides*. Steriele blaadjes. In het midden is een aplebia-achtig blaadje te zien. Hayburn Wyke. Breedte foto 9 cm.



Afbeelding 17.
Fertiel veertje van de varen *Coniopteris hymenophylloides*. Hayburn Wyke. Hoogte foto 27 mm.

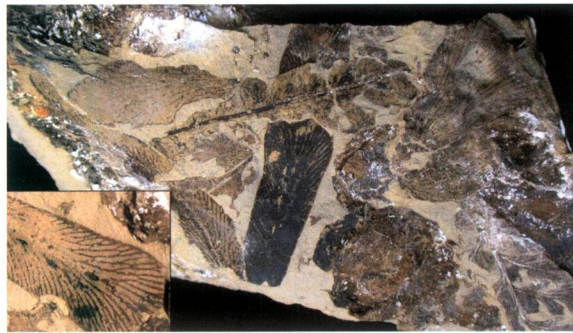


Afbeelding 18.
De varen *Coniopteris simplex*.
Het bovenste takje heeft sporangia.
Hayburn Wyke.
Breedte foto 6 cm.

smalle lobjes en daardoor vrij goed van die van 'Conhym' te onderscheiden (Afb. 18). Deze soort komt in Hayburn Wyke algemeen voor. *Coniopteris murrayana* heeft blaadjes en takjes, die elkaar overlappen, maar dat is geen betrouwbaar kenmerk. Wel betrouwbaar is de vorm van het onderste blaadje van een pinna (maar dat zie je maar zelden). Bij Conhym is het eerste blaadje van de onderkant van de pinna fijn verdeeld (aphlebia-achtig; Afb. 16), terwijl bij *Coniopteris murrayana* juist het eerste blaadje aan de bovenkant fijn verdeeld is ... Ik heb geen onomstreden exemplaar van Conmur kunnen vinden. *Coniopteris* behoort, net als *Eboracia*, tot de familie Dicksoniaceae.

Zaadvarens

De zaadvarens hebben het na de grote uitsterving aan het einde van het Perm nog lang volgehouden, zij het in bescheiden aantallen. In het Krijt zijn de laatste uitgestorven. Zaadvarens worden onder meer gekarakteriseerd door een vaak dikke cuticula, waardoor de fossielen bedekt zijn met een relatief dikke laag kool. Er zijn diverse soorten zaadvarens ontdekt in het Yorkshire-gebied. Daarvan zijn de Caytoniales het beroemdste geworden. Dat komt doordat men een tijdlang gedacht heeft dat het om vroege bloemplanten (angiospermen) ging. De netvormige adering van de bladeren vormde daarvoor een aanwijzing. Intussen is gebleken dat dit niet het geval was. De bladeren van de planten uit deze groep worden tot het genus *Sagenopteris* gerekend. Het blad is samengesteld uit (meestal) vier deelblaadjes die aan de top van een steeltje zitten. Een samengesteld blad vind je maar zelden, maar de deelblaadjes komen vrij veel voor. De langwerpige vorm en de netvormige nervatuur maakt dat ze gemakkelijk te determineren



Afbeelding 19.
Blaadjes van *Sagenopteris philipsii*: het donkere blaadje in het midden en het blaadje linksonder. Ook de andere blaadjes met vergelijkbare nerven zijn van deze soort. Verder *Coniopteris* sp. (rechtsonder); het varentje *Eboracia lobifolia* (horizontaal veertje). IJzersteen van Cayton Bay.
Breedte foto 9 cm.
Inzet: *Sagenopteris*-blaadje met duidelijke nerven.

zijn. In Cayton Bay is de soort *Sagenopteris philipsii* het meest algemeen (afb. 19). We vonden nog een afwijkend blad waarbij op een steeltje niet vier aparte blaadjes zitten, maar één rond blad (afb. 20).

Er komt ook nog de soort *Sagenopteris colpodes* voor met kleine blaadjes, maar die is zeldzamer. Op Hasty Bank daarentegen komt de laatste soort weer veel voor, maar dan in een vorm met grotere blaadjes. Van deze planten zijn ook de mannelijke en vrouwelijke fructificaties gevonden, maar wij hebben niet het genoegen mogen smaken. De 'vruchtjes' zijn rond en ongeveer 4 mm in doorsnede. Ze zijn gevuld met een aantal zaadjes, die ongeveer 1 mm groot zijn.

Een zeldzame vondst was een vrij complete plant van de soort *Rhaphidopteris williamsonii*, die tot voor kort *Stenopteris williamsonii* heette (afb. 21). Deze plant heeft blaadjes die in lijnvormige delen verdeeld zijn. Meestal worden alleen de losse blaadjes gevonden.

Deel 2 zal geplaatst worden in Grondboor & Hamer 2008 nr. 1 (red).

Afbeelding. 20.
Bijzonder ('mis-
vormd') blad van
Sagenopteris phillipsii.
Cayton Bay.
Hoogte foto 45 mm.



Dankwoord

Mijn dank gaat uit naar Prof. Han van Konijnenburg-van Cittert van Naturalis (RU Leiden). Zij heeft veel tijd besteed aan het controleren van mijn determinaties en van de ontwerptekst van het artikel. Zij heeft mij ook geleerd om cuticula-preparaten te maken. Mijn dank gaat (vanzelfsprekend) ook uit naar mijn vrouw Ans, die de helft van alle stukken heeft gevonden.

LITERATUUR

Buntsma G., 1985.

Mesozoïsche afzettingen in Oost-Engeland.
Gea-blad jg. 18-1, p. 26-39.

Harris, T.M., 1961.

The Yorkshire Jurassic Flora I. Thallophyta-
Pteridophyta. British Museum (Natural
History), London.

Harris, T.M., 1964.

The Yorkshire Jurassic Flora II. Caytoniales,
Cycadales and Pteridosperms. British Museum
(Natural History), London.

Harris, T.M., 1969.

The Yorkshire Jurassic Flora III. Bennettitales.
British Museum (Natural History), London.

Harris, T.M., Millington W. & Miller J., 1974.

The Yorkshire Jurassic Flora IV 1. Ginkgoales,
2. Czekanowskiales. British Museum (Natural
History), London.

Harris T.M., 1979.

The Yorkshire Jurassic Flora V. Coniferales.
British Museum (Natural History), London.

**Konijnenburg-van Cittert van, J.H.A. &
H.S. Morgans, 1999.**

The Jurassic flora of Yorkshire. Palaeonto-
logical Association. Field guide to fossils, no. 8.
The palaeontological Society, London.

Spinar Z.V. & Z. Burian, 1978.

Leven in de Oertijd. Haarlem.

Thomas B., 1982.

De evolutie van Planten en Bloemen, Tielt.

Afbeelding 21.

Stengel met blaadjes van de zaadvaren *Rhabidopteris
williamsonii*. Hayburn Wyke. Hoogte foto 6 cm.

HANS STEUR

Laan van Avegoor 15, 6955 BD Ellecom
steurh@xs4all.nl, www.fossieleplanten.nl

DE JURAFLORA VAN DE KUST VAN NOORD-YORKSHIRE (2)

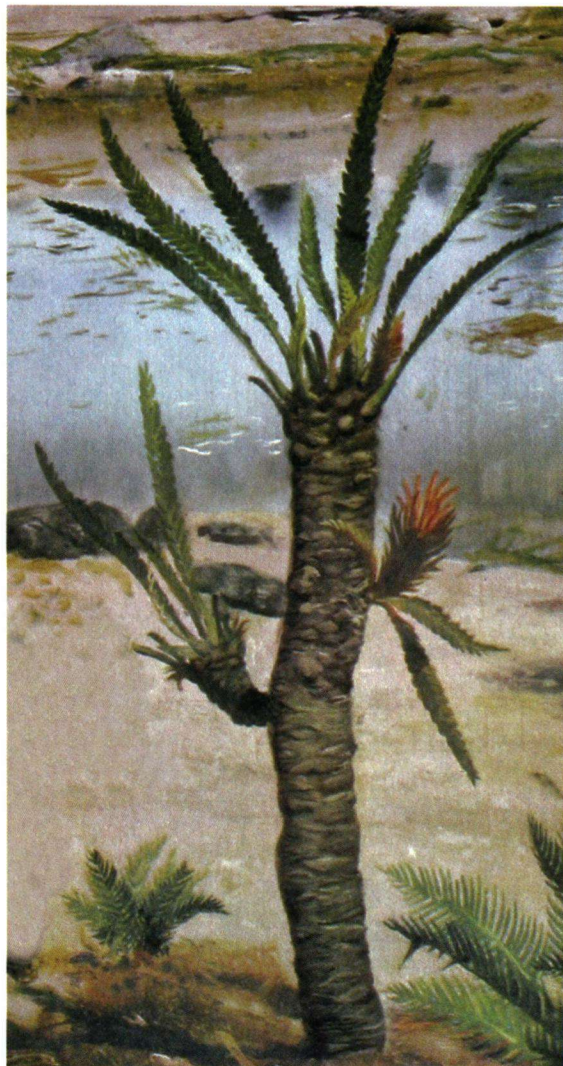
In het eerste deel werd de geologie van de plantenafzettingen uit de Jura van Noord-Yorkshire kort besproken en kwamen de paardenstaarten, varens en zaadvarens aan de orde. Dit tweede en laatste deel gaat over de Bennettitales, de *Cycas*-achtigen, de *Czekanowskia*-achtigen en de coniferen, inclusief de araucaria's.

Bennettitales

De bladeren van deze, in het Krijt, uitgestorven planten lijken sterk op die van cycassen, maar zijn daarmee niet (of slechts in de verte) verwant (Afb. 22). Het waren grote planten, van zo'n 50 cm tot wel twee meter hoog. Het bijzondere is dat ze (gesteelde) 'bloemen' hadden. Evenals van de Caytoniales heeft men van de Bennettitales gedacht dat ze vroege bedektzadigen waren, anders gezegd dat de moderne bloemplanten afstamden van planten uit deze groep.

Ook dit bleek niet het geval te zijn. De bloemen zijn bij de Bennettitales en bij de moderne bloemplanten onafhankelijk van elkaar geëvolueerd. Ze verschillen ook van elkaar doordat de bloemen van de Bennettitales geen vruchtbeginsel, stamper en meeldraden hadden. Soms is het moeilijk of zelfs onmogelijk om soorten van de Bennettitales en de cycasachtigen van elkaar te onderscheiden zonder een cuticula-preparaat te maken. De opperhuidcellen bij de Bennettitales hebben vaak een sterk gekronkelde celwand (Afb. 24), terwijl die van de Cycadales meestal rechte celwanden hebben (Afb. 33).

Wetenschappers hebben intussen achterhaald welke bloemen of bloemdelen bij welke plant horen. Hierdoor staan een paar voorbeelden. Wat de zaak ingewikkeld maakt, is dat allerlei bloemdelen een eigen naam hebben gekregen. Dat komt doordat men pas later is gaan begrijpen hoe de vork in de steel zat. Sommige bloemen zijn eenslachtig, dat wil zeggen dat ze alleen maar



Afbeelding 22.
Reconstructie van
een plant uit de
groep Bennettitales.
De planten werden
tot 2 meter hoog.
Naar Burian (1978).

Afbeelding 23.
Blad van *Nilssoniop-
teris vittata* (Bennet-
tiales). Cayton Bay.
Breedte foto 18 cm.



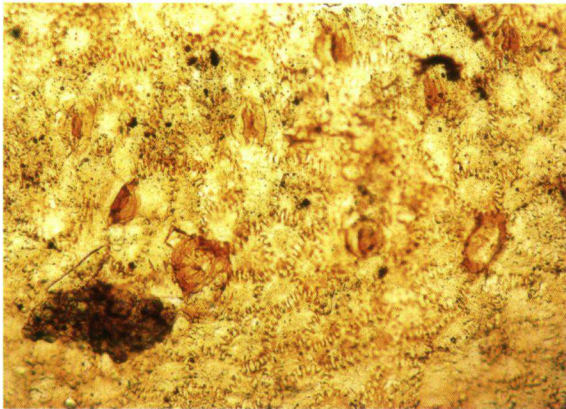
mannelijke of alleen maar vrouwelijke voortplantings-
cellen produceren, andere zijn tweeslachtig.

Een zeer veel voorkomende soort is *Nilssoniopteris vit-
tata*. Deze plant heeft langwerpige, ongedeelde blade-
ren met een vrij lange steel (Afb. 23). Hele vlakken zijn
soms met deze bladeren (vaak delen ervan) bedekt. Een
enkele maal (zoals in afbeelding 34) zijn de bladeren aan
de basis toch ingesneden.

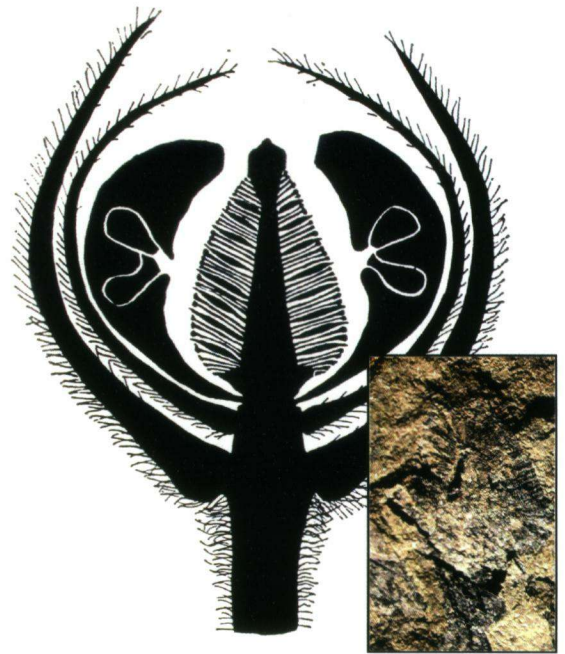
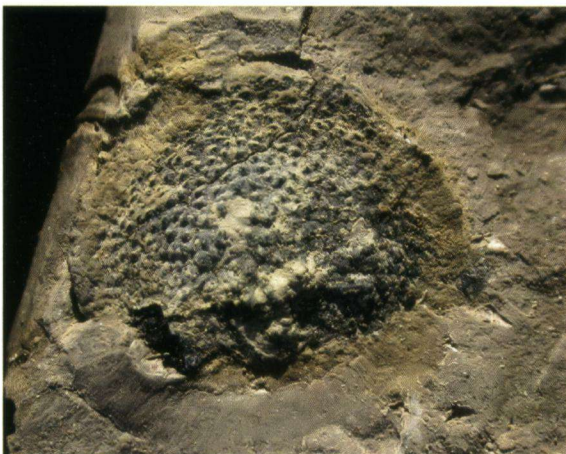
In een microscopisch preparaat van de cuticula van deze
plant vallen direct de kronkelige celwanden op. Ook de
huidmondjes zijn te zien (Afb. 24).

De bloem van deze plant is van het type *Williamsoniella*,
een tweeslachtige bloem. Een complete bloem is een
zeldzaamheid: de omgevende steriele schubben en de
mannelijke delen zijn meestal afgefallen. Zo is het fos-
siel in afbeelding 25 het vrouwelijk deel van zo'n bloem.
De mannelijke schubben zaten als een soort lintbloem-
men om het vrouwelijke hart van de bloem. Een los
gevonden vrouwelijk deel van een bloem heeft zelfs een
eigen naam: *Bennetticarpus*. Dat deze laatste bloemde-

Afbeelding 24.
Cellen en huidmond-
jes in een cuticula-
preparaat van
Nilssoniopteris vittata.
De cellen hebben
opvallend gekronkel-
de wanden. Breedte
foto 0,5 mm.



Afbeelding 25.
Bennetticarpus sp. Het
vrouwelijk hart van
een *Williamsoniella*-
bloem. Cayton Bay.
Breedte foto 25 mm.



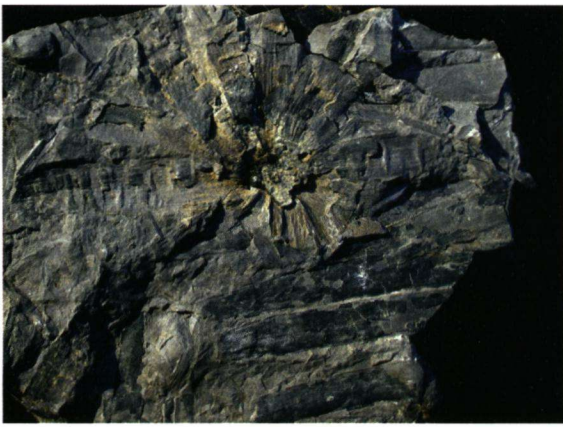
Afbeelding 26.

Reconstructie van de dwarsdoorsnede van een *Williamsoni-
ella*-bloem. De behaarde blaadjes zijn beschermende
schubben. De donkere objecten zijn de mannelijke
schubben. Aan de centrale zuil zitten kransen van
schubjes afgewisseld met vrouwelijke orgaantjes/zaadjes
(naar Harris, 1969). Inzet: Verticale doorsnede van het
vrouwelijke hart van een *Williamsoniella*-bloem. Cayton Bay.
Hoogte foto 2 cm.

len ook echt bij *Nilssoniopteris vittata* horen, is niet zeker.
Er zijn ook andere soorten met *Williamsoniella*-achtige
bloemen. Afbeelding 26 toont een schematische teke-
ning van een dwarse doorsnede van zo'n bloem.
De inzet in deze afbeelding toont de *Bennetticarpus*,



Afbeelding 27.
Blad van *Zamites gigas* (Bennettiales). Whitby.
Hoogte foto 40 cm.



Afbeelding 28.
Williamsonia gigas, de vrouwelijke bloem van *Zamites gigas*.
 De 'lintbloemen' zijn in feite steriele schubben. Hayburn Wyke. Breedte foto 12 cm.



Afbeelding 30.
Weltrichia spectabilis,
 de mannelijke bloem
 van *Otozamites*, in het
 museum te Whitby.



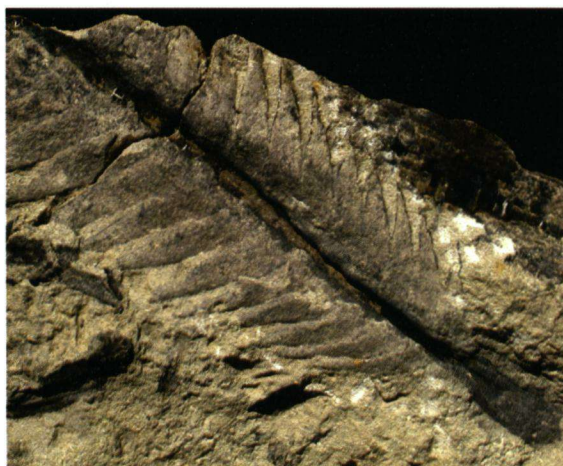
Afbeelding 31.
Anomozamites nilssonii
 (Bennettitales).
 Cayton Bay. Breedte
 foto 5,5 cm.

die wij hebben gevonden: wel wat vaag, maar toch herkenbaar als het hart van de bloem. *Williamsoniella*-bloemen stonden hoog op de stam tussen de bladeren.

Een belangrijke en vooral bij Whitby en Hayburn Wyke veel voorkomende Bennettitales-plant is *Zamites gigas*. Afbeelding 27 toont een bijna compleet blad uit het Whitby Plant Bed. Het blad lijkt sprekend op een *Cycas*-blad maar het is het dus niet. De cuticulastructuur is heel anders dan die van een cycasachtige plant.

De bloemen van deze plant zijn eenslachtig. *Williamsonia gigas* (Afb. 28) is de vrouwelijke bloem en *Weltrichia sol* de mannelijke. De laatste hebben wij niet gevonden. De beschermende, maar afgevallen, schubben van de bloemen dragen de naam *Cycadolepis*.

Ook het genus *Otozamites* hoort bij de *Bennettitales* (Afb. 29). De blaadjes van deze groep hebben aan de bovenkant van de basis van de blaadjes een z.g. oor zitten: het blad is daar wat verbreed. *Zamites* heeft dat niet. Soms zijn cuticulapreparaten nodig om de soorten uit elkaar te houden. Afbeelding 30 is de mannelijke bloem van deze plant, *Weltrichia spectabilis*. Het stuk ligt



Afbeelding 29.
Otozamites sp. (Bennettitales). Burniston.
 Breedte foto 15 cm.

in het mooie museum te Whitby. *Anomozamites nilssonii* is te herkennen aan de rechthoekige, bijna vierkante blaadjes (Afb. 31). De buitenrand van het blad is heel fijn getand doordat de nerven iets uitsteken. Die nerven zijn eenmaal vertakt en dat is een verschil met *Nilssonia compta*, waarbij de nerven niet vertakt zijn. De plant komt voor in het Gristhorpe Plant Bed.

Er zijn nog meer soorten uit het gebied bekend, maar onze vondsten beperken zich tot de bovenstaande. De Bennettitales maakten een substantieel deel uit van de flora.

Cycas-achtige planten

De huidige cycassen groeien alleen in de tropen. Ze zijn te beschouwen als overlevenden van een groep, die in het Mesozoïcum een geweldige bloeitijd heeft gehad, maar die na de komst van de moderne bloemplanten weggedrukt is. Het waren planten met een dikke stam waarop schubben zaten en met een bos stijve, meestal geveerde, bladeren op de top. Ook soorten met ongeveerde bladeren kwamen echter voor.

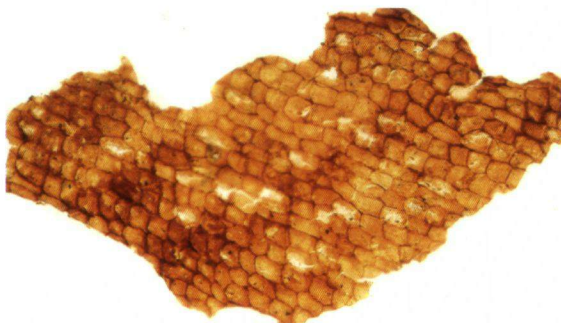
De mannelijke kegels bestonden uit dicht op elkaar gepakte schubben, die aan de onderzijde sporendoosjes droegen. De vrouwelijke aren zaten bovenop de stam en bestonden uit geveerde bladeren, die aan beide zijden rijen zaadjes droegen of het waren een soort uitgerekte kegels met schubben waarop telkens twee zaadjes zaten.

Verreweg de meest voorkomende cycasachtige is *Nilssonia compta* (Afb. 32). De bladeren van deze plant zijn in segmenten verdeeld, die soms ongelijk van breedte zijn. Om deze soort te onderscheiden van andere is het aantal nerven per cm (dicht bij de stam) een belangrijk gegeven. *Nilssonia compta* heeft er ongeveer 15 per cm. De nerven deze plant zijn niet vertakt, evenmin als die van andere *Nilssonia*-soorten. Afbeelding 33 geeft een beeld van de cuticula met huidmondjes

Afbeelding 32.
De cycas *Nilssonia compta*. Cayton Bay.
Hoogte foto 11 cm.
YK147.
Inzet: Het cycaszaad *Beania gracilis*. Cayton Bay. Breedte foto 26 mm.



Afbeelding 33.
Cuticulapreparaat van *Nilssonia compta*. De cellen hebben rechte wanden. Breedte foto 1 mm.



Afbeelding 34.
Samenspoeling van diverse planten. De cycasachtige *Nilssonia tenuinervis* (het ongedeelde blad rechts van het midden), de conifeer *Elatides williamsonii*, een afwijkend blad van *Nilssoniopteris vittata* (boven, links van het midden: het blad is aan de basis ingesneden). Verder nog resten van *Nilssonia compta* (links onder), *Eboracia lobifolia* (links boven), *Todites williamsonii* (midden), *Anomozamites nilssonii* (rechtsboven). Cayton Bay. Breedte foto 38 cm.



van *Nilssonia compta*. Let op het verschil met de cuticula van *Nilssoniopteris vittata*.

Nilssonia tenuicaulis heeft lange rechte blaadjes, die aan de basis de stengel bedekken. *Nilssonia tenuinervis* [Afb. 34] heeft ongedeelde bladeren en lijkt daardoor sprekend op de Bennetitales-plant *Nilssoniopteris vittata*. Gelukkig heeft *Nilssonia tenuinervis* ongedeelde zijnerf, terwijl die van *Nilssoniopteris vittata* éénmaal vertakt zijn. Ook de cuticula's zijn heel verschillend. Vrij veel vind je in Cayton Bay het zaadje *Beania gracilis* van *Nilssonia compta* [Afb. 32]. Complete bloeiwijzen zijn uiterst zeldzaam. *Deltolepis crepidota* is het fossiel van een schubje van de stam van een *Nilssonia*-plant. De vorm van zo'n schub is breed-driehoekig.



Afbeelding 35.
Ginkgo huttonii. Scalby. Hoogte foto 7 cm.

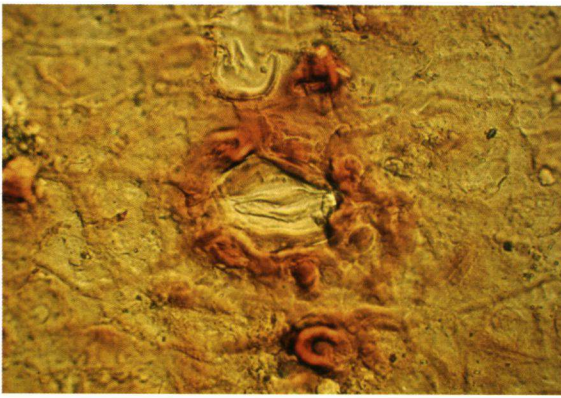
Een andere door ons gevonden cycasachtige is *Ctenis sulcaulis* (niet afgebeeld). Deze plant had flinke bladeren, die gekenmerkt worden door dwarsverbindingen tussen de nerven.

Ginkgo-achtigen

De recente boom *Ginkgo biloba* wordt wel beschouwd als een levend fossiel. Als je de fossiele *Ginkgo*-blaadjes van de kust van Yorkshire bekijkt, dan vertonen die inderdaad een treffende gelijkenis met de moderne blaadjes (Afb. 35). En dat terwijl *Ginkgo huttonii* (zo heet het fossiel) 150 miljoen jaar geleden leefde. Of soorten door de miljoenen jaren heen hetzelfde zijn gebleven, is niet na te gaan omdat *Ginkgo huttonii* x *Ginkgo biloba* niet te verwezenlijken is. Opmerkelijk is dat van *G. huttonii* maar éénmaal een mannelijk katje is gevonden. Zaden zijn iets vaker aangetroffen.

Op één plek, bij Scarborough, moet een *Ginkgo*-bos geweest zijn, want daar waren de blaadjes en massa aanwezig. Jammer genoeg moesten we een aantal jaren geleden constateren dat de plek geheel was leeggeroofd. Het jaar daarop werden de blaadjes voor veel geld op de beurzen aangeboden...

De *Ginkgo* heeft hout dat nauwelijks te onderscheiden is van coniferenhout. De bevruchting vindt plaats met vrijzwemmende spermatozoiden, wat een primitief kenmerk is. Tijdens de Jura was er een grote verscheidenheid aan *Ginkgo*-achtige planten, maar dat aantal is steeds verder teruggelopen en na de laatste IJstijd is er dus nog maar één soort over. Die heeft weten te overleven in Chinese tempeltuinen. In afbeelding 36 is een foto van een huidmondje in de cuticula van een *Ginkgo*-blaadje te zien. Om het huidmondje heen staan papillen,



Afbeelding 36.
Cuticulapreparaat van *Ginkgo huttonii* met huidmondje.
Om het huidmondje heen staan papillen. Scalby. Breedte
foto 170 µm. Foto H. Kerp.



Afbeelding 38.
Vertakking van
Czekanowskia sp.
Cayton Bay. Breedte
foto 35 mm.



Afbeelding 39.
Mannelijke kegels
van de conifeer
Elatides williamsonii.
Cayton Bay. Breedte
foto 6 cm.



Afbeelding 37.
Solenites vimineus, bosje naalden. Hayburn Wyke.
Hoogte foto 7 cm.

die tot doel hadden de verdamping te verminderen. Er zijn in Yorkshire meer soorten van deze groep aangetroffen, maar die hebben wij niet kunnen vinden. Er komen ook soorten voor die sterk verdeelde blaadjes hebben. Deze horen bij de geslachten *Baiera* en *Sphenobaiera*.

Czekanowskia-achtigen

Bij de planten van deze groep staan de naaldvormige blaadjes in bosjes met een paar schubjes aan de basis, als bij de den. Die bosjes naalden vielen in zijn geheel af. Waarschijnlijk groeiden deze planten in de vorm van struiken. De systematische plaats van deze groep is nog niet duidelijk. Ze worden beschouwd als een aparte groep binnen de naaktzadigen en ze zijn uitgestorven. De soorten zijn in de praktijk lastig van elkaar te onderscheiden. Als de blaadjes allemaal onvertakt zijn, gaat het om de soort *Solenites vimineus* (Afb. 37). Dit is ook de meest algemene soort.

Als er vertakkingen optreden, is het een soort uit het genus *Czekanowskia*. Er zijn diverse soorten beschreven, die onderscheiden kunnen worden aan de hand van het aantal malen dat een blaadje vertakt. Ik ga daar niet verder op in. In afbeelding 38 is zo'n vertakking te zien. Dit is dus *Czekanowskia* sp. (de aanduiding sp. (= species) wordt gebruikt als er geen soortnaam te geven is). Van deze planten zijn ook bloeiwijzen gevonden.

Coniferen

De coniferen, inclusief de araucaria's, namen een belangrijke plaats in in de Jura-flora van Yorkshire. Verreweg de meest algemene soort is *Elatides williamsonii*, die op vele vindplaatsen voorkomt. Meestal gaat het echter om kleine takjes. Een tak als in afbeelding 34 is een zeldzaamheid. Ook de kegels komen veel voor. De mannelijke zijn klein en soms massaal aanwezig (Afb. 39), de vrouwelijke zijn groter en minder algemeen (Afb. 40). Deze plant hoort bij de familie van de Taxodiaceae ofwel de moerascypres-achtigen.

Een tweede algemene soort is *Brachyphyllum mamillare* (Afb. 41), die tot de *Araucaria*-achtigen gerekend wordt, hoewel de blaadjes heel anders zijn dan die van het

Afbeelding 40.
Vrouwelijke kegel
van de conifeer
Elatides williamsonii.
Cayton Bay. Hoogte
foto 5 cm.



Afbeelding 41.
Takjes van de
Brachyphyllum mamillare, een *Araucaria*-
achtige. Rechts een
deel van een schub
van een vrouwelijke
kegel van deze boom.
Whitby. Breedte foto
3 cm.



Afbeelding 42.
Tekening van de
doorsnede van de
(vrouwelijke) kegel
Araucarites phillipsii.
Rechtsboven is een
bij Whitby gevonden
schub gemonteerd.
Lengte schub 1 cm.
YK81. Naar Harris
(1979).



recente 'apenverdriet'. De blaadjes zijn zeer klein, kort en dik en ze overlappen elkaar. Vooral bij Whitby hebben we deze plant gevonden. De vrouwelijke kegels vielen gemakkelijk uiteen en daarom worden de vrouwelijke schubben meestal apart gevonden. Zowel de kegel als de losse schubben worden *Araucarites phillipsii* genoemd. In de tekening van afbeelding 42 is een dwarse



Afbeelding 43.
Fossiele boomstam op het strand van Cayton Bay.
Misschien een *Araucaria*-achtige, misschien een andere
conifeer. Inzet: een medaillon van git.

doorsnede van zo'n kegel te zien. Daarin is een door ons gevonden schubje gemonteerd.

Beroemd is het git (yet in het Engels) van Noord-Yorkshire, een mooi compact zwart materiaal waarvan (rouw)sieraden, medaillons, poppenmeubeltjes, e.d. gemaakt worden. Het is fossiel hout van *Araucaria*-bomer en enkele andere coniferen, dat bij Saltwick Nab, ten zuiden van Whitby, in een prachtige kwaliteit gevonden wordt. Sinds de bronstijd wordt dit materiaal al gewonnen en er is een hele industrie voor de verwerking ervan ontstaan. In het museum van Whitby zijn prachtige voorbeelden te zien en wordt ook veel informatie over deze industrie gegeven. Overigens vind je op diverse plekken langs het strand wel fossiele bomen (Afb. 43), maar die zijn meestal van mindere kwaliteit. Het is ook niet zeker dat het potentiële gitbomen zijn: het kunnen ook andere coniferen zijn.

Er zijn nog veel andere coniferen beschreven maar die zijn allemaal in meerdere of mindere mate zeldzaam en wij hebben die dan ook niet (bewust) gevonden. Meestal is een cuticulapreparaat noodzakelijk om zekerheid omtrent de soort of zelfs het genus te hebben. Wel kan gezegd worden dat van veel moderne families, zowel varens, paardenstaarten, cycassen als coniferen, in de Yorkshire-delta al vertegenwoordigers voorkwamen.

Tenslotte

De kuststrook van Noord-Yorkshire is een van de belangrijkste vindplaatsen van Juraplanten. Het standaardwerk van Harris toont dat overtuigend aan. Het is toch wel heel bijzonder dat van planten die 150 miljoen jaar geleden in de delta groeiden, nu nog de celstructuren tot in detail bestudeerd kunnen worden. Maar er is wel veel inspanning voor nodig om de fossielen aan de steen te onttrekken en er is wat geluk nodig om redelijk complete exemplaren te vinden.

De omgeving is in één woord: fantastisch. Bij Burniston worden grote voetafdrukken van dinosauriërs gevonden. Er worden excursies georganiseerd naar de (beschermde) plek waar ze te vinden zijn. Vraag ernaar bij de Tourist Information. Wij vonden één klein pootje (Afb. 44) en waren daar kinderlijk blij mee.



Afbeelding 44.
Negatief van een
pootafdruk van
een klein reptiel.
Burniston. Breedte
foto 3,5 cm.

DANKWOORD

Mijn dank gaat uit naar prof. Han van Konijnenburg-van Cittert van Naturalis (RU Leiden). Zij heeft veel tijd besteed aan het controleren van mijn determinaties en van de ontwerp tekst van het artikel. Zij heeft mij ook geleerd om cuticulapreparaten te maken.
Mijn dank gaat (vanzelfsprekend) ook uit naar mijn vrouw Ans, die de helft van alle stukken heeft gevonden.

De foto's zijn van de auteur.

LITERATUUR

Buntsma, G., 1985.

Mesozoïsche afzettingen in Oost-Engeland.
Gea 18-1, pp. 26 - 39.

Harris, T.M., 1961.

The Yorkshire Jurassic Flora I. Thallophyta-Pteridophyta. British Museum (Natural History), London.

Harris, T.M., 1964.

The Yorkshire Jurassic Flora II. Caytoniales, Cycadales and Pteridosperms. British Museum (Natural History), London.

Harris, T.M., 1969.

The Yorkshire Jurassic Flora III. Bennettitales. British Museum (Natural History), London.

Harris, T.M., Millington, W. & Miller J., 1974.

The Yorkshire Jurassic Flora IV 1. Ginkgoales, 2. Czekanowskiales. British Museum (Natural History), London.

Harris, T.M., 1979.

The Yorkshire Jurassic Flora V. Coniferales. British Museum (Natural History), London.

Konijnenburg-van Cittert, J.H.A. van & Morgans, H.S., 1999.

The Jurassic flora of Yorkshire. Palaeontological Association. Field guide to fossils, no. 8. The palaeontological Society, London.

Spinar, Z.V. & Burian, Z., 1978.

Leven in de Oertijd. Haarlem.

Thomas B., 1982.

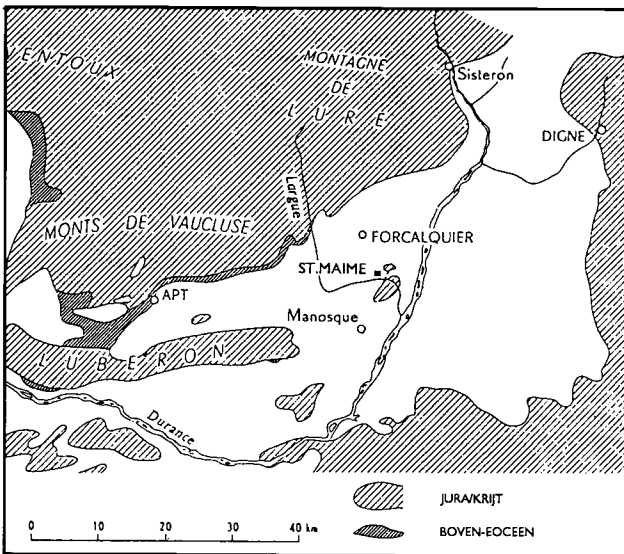
De evolutie van Planten en Bloemen, Tielt.

Inhoud:

Oligocene planten uit het Bekken van Manosque (Zuid-Frankrijk).....	109	Turtschi.....	136
Het thuis identificeren van mineralen.....	119	Zelfbouw-trommelmachine voor de lapidarist.....	139
Mineralogische naslagwerken.....	126	Stereo zoom-microscoop.....	141
Pleistocene zoogdieren in Nederland.....	128	De GEA-Pionier, IX Determinatie van magmatische gesteenten, deel 1.....	143
Bokondini (voormalig Ned. Nieuw-Guinea).....	134	Boekbesprekingen.....	144

Oligocene planten uit het Bekken van Manosque (Zuid-Frankrijk): een mooie maar problematische afdrukflora

door H. Steur



Afb. 1. Oligocene afzettingen (wit) in het Bekken van Manosque - Forcalquier (naar Destombes, 1962).

Al vele malen zijn wij in zomervakanties naar een vindplaats van plantefossielen uit het Oligoceen in Zuid-Frankrijk geweest. Deze ligt bij het dorp St.-Maime tussen Forcalquier en Manosque (dept. Alpes-de-Haute-Provence). Afb. 1. We hebben in de loop der jaren, hoe-

wel de fossielen bepaald niet voor het oprapen lagen, toch een vrij omvangrijke collectie opgebouwd. De fossielen zitten in mergelige kalkplaten (afb. 2), die gemakkelijk splijten als zij een jaar of langer aan kou en hitte blootgesteld zijn geweest. Vers materiaal splijt echter slecht. De fossielen die gevonden worden, zijn in het algemeen duidelijk afgetekend tegen de meestal lichtgele kalk en soms zeer fraai om te zien. Ook de nervatuur van de blaadjes komt vaak goed uit. Het leek daarom een vrij eenvoudige zaak om de fossielen op naam te brengen, temeer daar er uitgebreide publikaties uit de vorige eeuw over deze vindplaats bestaan. In dit verband moet in de eerste plaats de naam van De Saporta worden genoemd. Er doken echter obstakels op, die het vaak moeilijk, soms zelfs onmogelijk maakten tot een goede determinatie te komen.

Dit artikel bevat een beschrijving van de door ons gevonden plantefossielen, voorafgegaan door een uiteenzetting over de paleobotanische problematiek van afdrukfossielen. Het wordt besloten met een poging tot reconstructie van de omstandigheden waaronder de afzetting heeft plaatsgevonden.

Iets over de geologie

De Saporta (1891) plaatste de flora van St.-Maime in het Aquitaniën, d.w.z. in de onderste etage van het Mioceen. Later onderzoek, onder meer aan de hand van zoogdiertandjes, die in enkele lagen zijn aangetroffen, wees uit dat de lagen afgezet zijn



Afb. 2. De fossielhoudende Oligocene lagen in de buurt van St.-Maime.

in het middelste deel van het Oligoceen (Rupelien, Stampien). Er strekte zich toen een groot, onregelmatig gevormd meer uit met een diameter van 40 tot 60 km. De omtrek van dit meer komt in grote lijnen overeen met de omtrek van de huidige Oligocene afzettingen (het witte gebied in afb. 1).

De diepte van het meer varieerde sterk, evenals de hoeveelheid neerslag in het gebied. In de loop van het Oligoceen hebben zich dikke lagen kalken en mergels afgezet. In perioden van droge hitte werden door indamping dikke lagen gips gevormd. In tijden van vochtige hitte ontstonden op ondiepe plaatsen moerassen. Het veen dat zich daarbij vormde is omgezet in lignietlagen (bruinkool), die in de kalk- en mergellagen zijn tussengeschied. Dit ligniet is tot even na de Tweede Wereldoorlog op verschillende plaatsen ontgonnen in dag- en mijnbouw. De sporen van deze activiteit zijn nu vrijwel uitgewist op enkele oude, soms volgelopen groeves na.

In bepaalde niveaus komen op sommige plaatsen resten van planten voor, die in het fijne slib op de bodem van het oorspronkelijke meer waren terechtgekomen en daarin goed bewaard zijn gebleven. Het is deze flora die hier wordt beschreven. Zie Tabel I.

De problematiek

Afdrukflora

De flora van St.-Maime is een zg. afdrukflora. Dat wil zeggen dat van de oorspronkelijke planten geen organische resten meer aanwezig zijn (afb. 3). Organische resten zijn op sommige andere vindplaatsen aanwezig in de vorm van een koolfilm of als een cuticula. Een cuticula is een bescherm laag van de opperhuid die dient om uitdroging te voorkomen. Deze is zeer resistent en had daardoor een relatief grote kans op fossilisatie. Als de cuticula gefossiliseerd is, kan men daarvan microscopische preparaten maken waarin celstructuren zoals huidmondjes te zien zijn. Hoewel er nog lang geen volledig overzicht van de cuticulastructuur van de fossiele planten bestaat, kan een fossiele cuticula toch sterk bijdragen tot het verkrijgen van zekerheid omtrent een determinatie, vooral tot het vaststellen van de verwantschap van een fossiele plant. Doordat bij de fossielen van St.-Maime geen

cuticula bewaard is gebleven, bestaat die mogelijkheid niet. Dit is een eerste reden voor onzekerheid omtrent de naam van de gevonden fossielen. Het is ook de reden dat slechts weinig wetenschappers zich met afdrukflora's bezig houden.

Variatie

De bladeren van één plant (boom) vertonen vaak een grote variatie. Zo is de vorm o.m. afhankelijk van het tijdstip waarop het blad ontstaat en van de plaats aan de plant. Deze variatie is nog groter als men verscheidene planten van dezelfde soort bekijkt.

Daardoor is het heel goed mogelijk dat fossiele bladeren die er verschillend uitzien toch van één soort afkomstig zijn. Een voorbeeld vormen de fossiele bladeren van het genus *Cinnamomum* (kaneel), waarbij diverse soorten worden onderscheiden. De meest voorkomende zijn *C. polymorphum* (afb. 5) en *C. lanceolatum* (afb. 6).

P. Grangeon (1953) stelt voor om deze *Cinnamomum*-soorten de naam *C. polymorphum* te geven, aangezien de variatie van de bladeren aan de nog levende kaneelbomen minstens even groot is als die van de genoemde *Cinnamomum*-soorten.

Het komt overigens vaak voor dat onderdelen van één organisme verschillende namen hebben. Denk bijvoorbeeld aan de bloemen, vruchten, bladeren en wortels van één plant, die soms verschillende soortnamen of zelfs verschillende geslachtsnamen hebben.

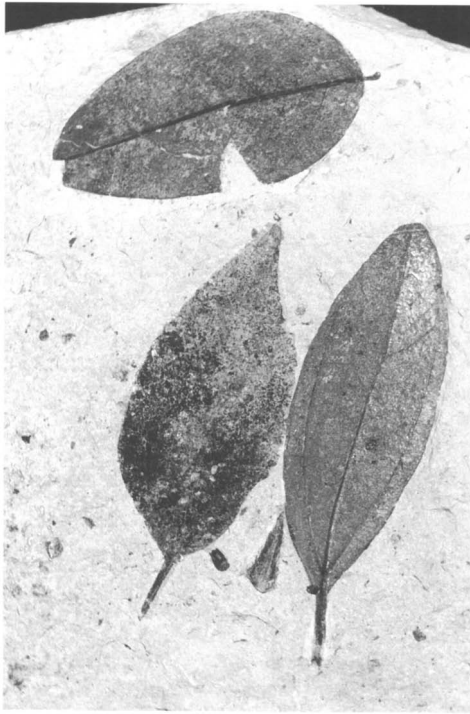
Tabel I - A. De indeling van het Tertiair

Plioceen	Piacenzien Zanclien	1,6 miljoen jaar geleden
Mioceen	Messinien Tortonien Serravallien Langhien Burdigalien Aquitaniën	5,2
Oligoceen	Chattien Rupelien (= Stampien)	23,3
Eoceen	Priabonien Bartonien Lutetien Ypresien	35,4
Paleoceen	Thanetien Danien	56,5
		65,0

B. De stratigrafie van het Rupelien (Stampien) in het Bekken van Manosque - Forcalquier

(oudste lagen staan onderaan)

- a. Witte kalken van Vachères.
- b. Mergels met talrijke lignietlagen in het gebied van Manosque en Bois d'Asson (200 m). Deze gaan naar het N toe over in mergels en zandsteen in platen, naar het Z toe in klastische mergels. In niveau b. bevindt zich de flora van Manosque en Bois d'Asson (St.-Maime). Af en toe worden visjes, insecten, enz. gevonden.
- c. Plaatkalken met de wadslak *Hydrobia dubuissoni* van Apt, St.-Radegonde etc.; flora van Céreste, vissen (nu zeer zeldzaam).
- d. Mergels en gips van Gargas en de Mort d'Imbert.



Afb. 3. *Daphnogene lanceolatum* (r, 4,2 cm) en *Caesalpinites* sp. (b)

Het is dus wel te verdedigen om verschillend gevormde bladeren van één boom verschillende namen te geven, maar bevredigend is het niet. Het zou mooi zijn als op één of andere manier vastgesteld kon worden dat in geringe mate verschillende bladeren van één boom afkomstig zijn. Dat is mogelijk als men zulke bladeren in onderling verband, aan één tak, vindt.

In een vrij korte publikatie schrijft Ducos (1958) dat hij, samen met anderen, in het bewuste gebied 457 soorten heeft gevonden, waarvan 311 nieuwe voor St.-Maime. Ik heb ondanks heel wat moeite deze verzameling niet terug kunnen vinden. Een aangekondigde volledige publikatie lijkt niet van de grond gekomen te zijn. Vermoedelijk zijn er bij deze 457 nogal wat soorten, die berusten op kleine afwijkingen in de vorm van de bladeren. De Saporta heeft trouwens ook al eens het vermoeden uitgesproken, dat het aantal door hem beschreven soorten wel eens tot de helft teruggebracht zou kunnen worden.

Het is wenselijk bij het onderscheiden van soorten te proberen de variabiliteit uit te schakelen en alleen die kenmerken te gebruiken, die evolutionair van belang zijn. Het zal duidelijk zijn dat dit een zeer moeilijke opgave is.

In de variabiliteit ligt een tweede reden voor twijfel aan de juiste benaming van de bladfossielen van St.-Maime.

Convergentie

Bladeren die er op het eerste gezicht hetzelfde uitzien, kunnen van verschillende soorten en zelfs van verschillende geslachten of families afkomstig zijn. Bekijkt men de cuticula van zulke bladeren, dan zijn er zeker verschillen te constateren. In het geval van een fossiele afdrukflora bestaat die mogelijkheid echter niet, zodat er onzekerheid blijft bestaan over de determinatie. Soms hebben bladeren dezelfde vorm maar verschilt de nervatuur. In dat geval is er geen probleem: men moet dan fossielen hebben met zichtbare nerven.

In het geval van niet-verwante planten (verschillende families) die gelijkvormige bladeren hebben, kan men spreken van convergentie in de evolutie. Gelijkvormige bladeren bij verwante soorten (hetzelfde geslacht) kunnen optreden door de vaak grote variabiliteit van de bladkenmerken. Zo zijn iepe- en haagbeukblaadjes in het algemeen duidelijk verschillend, maar aan de haagbeuk komen blaadjes voor die eruit zien als iepeblaadjes, en omge-

keerd. Er is dan sprake van een overlapping van bijvoorbeeld de bladvorm van de verschillende soorten. In dit geval zou een cuticula-preparaat waarschijnlijk niet veel helderheid verschaffen omdat verwante soorten vaak zeer op elkaar lijkende oppervlaktestructuren hebben. Men zou, als er veel vondsten zijn, aan de hand van een statistisch onderzoek kunnen vaststellen of er sprake is van twee soorten.

Convergentie is het derde probleem dat zich voordoet bij een afdrukflora: gelijke vormen bij verschillende planten. Als ze echt niet te onderscheiden zijn, maakt men een zg. vormgenus. Dat is een geslacht waarin men bladeren opneemt van dezelfde vorm en waarin men open laat of alle soorten wel echt verwant zijn. Zo worden vele eikachtige blaadjes wel samengevoegd in het geslacht *Quercophyllum* en laurierachtige blaadjes in het genus *Laurophyllum*.

Nomenclatuur

In de loop van de vorige eeuw zijn zeer veel Tertiaire plantfossielen van een naam voorzien. Belangrijk was in dit opzicht het boek "Flora Tertiaria Helvetiae" van Oswald Heer (1854-1859). Ook andere auteurs zoals De Saporta hebben belangrijke bijdragen geleverd. Zij definieerden nieuwe geslachten en soorten en verdiepten de kennis van reeds eerder beschreven soorten. Bij het opstellen van een nieuwe soort is het altijd de vraag of men werkelijk met een andere soort te maken heeft, of dat er alleen sprake is van variabiliteit. Vooral in de vorige eeuw, toen men zich niet ten volle bewust was van de variabiliteit van de soorten en men nog geen microscopisch onderzoek aan cuticulae verrichtte, zijn veel soorten geschapen die door latere auteurs niet meer als reëel geaccepteerd worden. Zo ook bij De Saporta. Soms hebben meerdere auteurs, onafhankelijk van elkaar, dezelfde soort beschreven onder verschillende namen. In dat geval geldt de oudste naam. Ook is het mogelijk dat dezelfde naam door verschillende auteurs voor verschillende soorten gebruikt wordt. Ook dan heeft de oudste naam prioriteit. Het kan in zo'n geval zinvol zijn de auteursnaam achter de soortnaam te vermelden.

De afdrukflora van St.-Maime

Hieronder volgt een beschrijving van de soorten die wij gevonden hebben en die met een redelijke mate van zekerheid gedetermineerd konden worden. Het overzicht is dus zeker niet compleet.

Ik heb Dr. Elisabeth Samuel van de Universiteit van Lyon bereid gevonden om naar de determinaties te kijken. Zij is één van de twee wetenschappers in Frankrijk die zich met de Tertiaire afdrukflora bezig houden. Momenteel werkt zij aan een beschrijving van de Bovenmiocene flora van St.-Bauzile. Hoewel zij de flora van St.-Maime (nog) niet bestudeerd heeft en zich voornamelijk met jongere plantfossielen heeft bezig gehouden, kon zij dankzij haar grote kennis en haar uitgebreide herbarium toch correcties, nuanceringen en bevestigingen geven.

Ik ben haar heel dankbaar voor het vijf uur durende gesprek aan de vooravond van de 'quatorze juillet'.

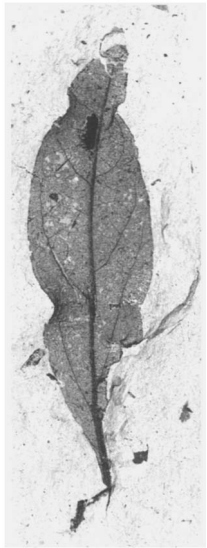
Bladfossielen

Laurus sp. (laurier; afb. 4)

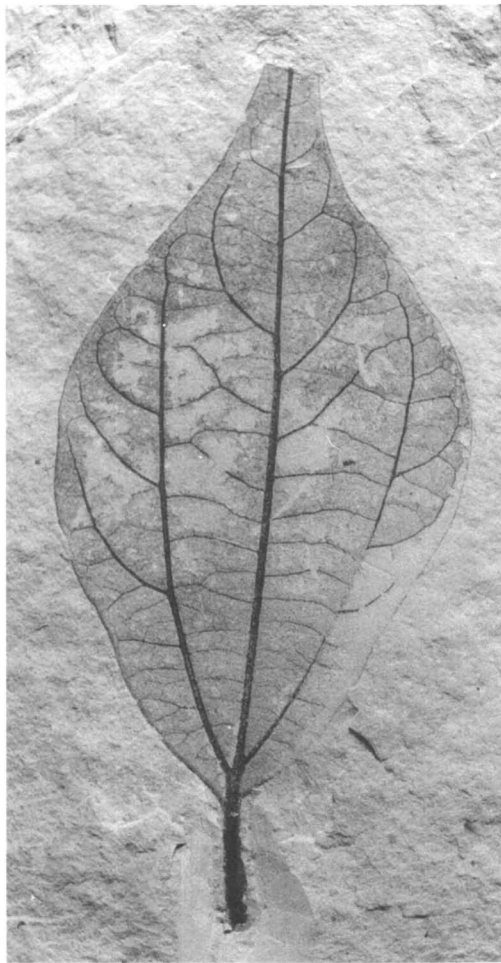
Laurierachtige bladeren komen veel voor. Het betreft langwerpige, gaafrandige, leerachtige bladeren. Het leerachtige karakter blijkt uit de meestal duidelijk afgetekende rand. De bladeren zijn veernervig. De secundaire nerven bereiken de rand niet maar buigen vóór de rand omhoog en sluiten aan op de hoger liggende nerv. Dit soort nervatuur komt overigens ook bij andere bladeren voor. Kenmerkend voor *Laurus* is het 'rechthoekige' netwerk van de tertiaire nerven, dat door nog fijnere nerven opnieuw in vakjes verdeeld is. Bekijk een laurierblad eens met een loep!

Laurierbladen gaan versmald over in de steel.

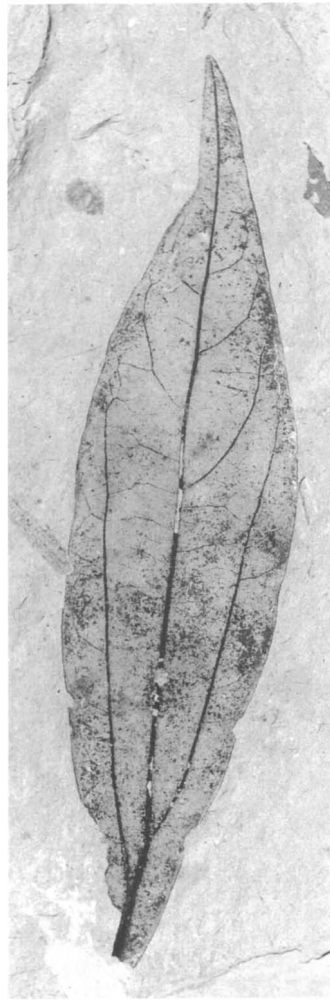
De meest voorkomende soorten zijn *Laurus resurgens* Sap. (afb. 6) en *Laurus primigenia* Ung. Bij de eerste soort komen de onderste secundaire nerven onder een kleine hoek uit de hoofdnerf.



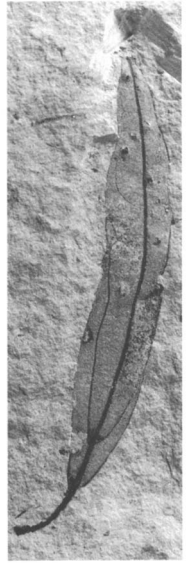
4



5



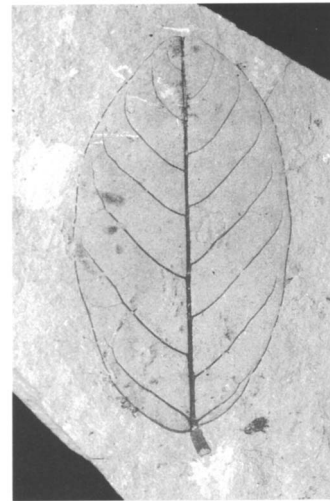
6



7



8



9

Afb. 4. *Laurus resurgens* (laurier), 7 cm

Afb. 5. *Daphnogene (Cinnamomum) polymorphum* (kaneel), 5,5 cm

Afb. 6. *Daphnogene (Cinnamomum) lanceolatum* (kaneel), 9 cm

Afb. 7. *Daphnogene ungeri*, 4,5 cm

Afb. 8. *Daphnogene lobata*. 13 cm

Afb. 9. *Diospyros varians* (dadelpruim), 4,3 cm

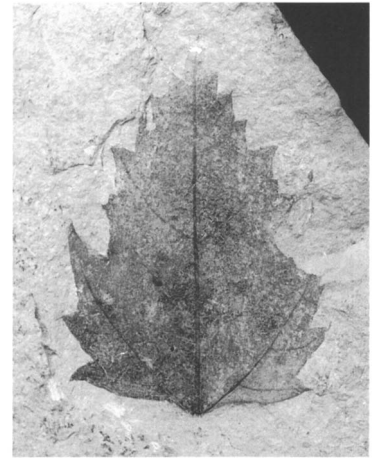
Foto's: H. Steur



10



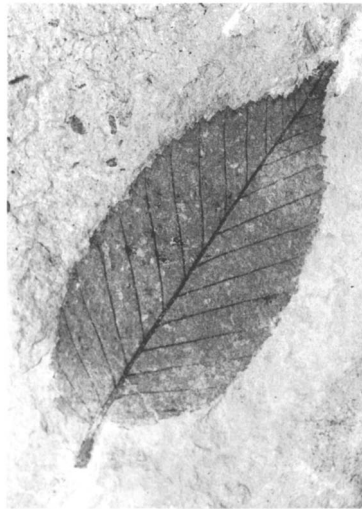
11



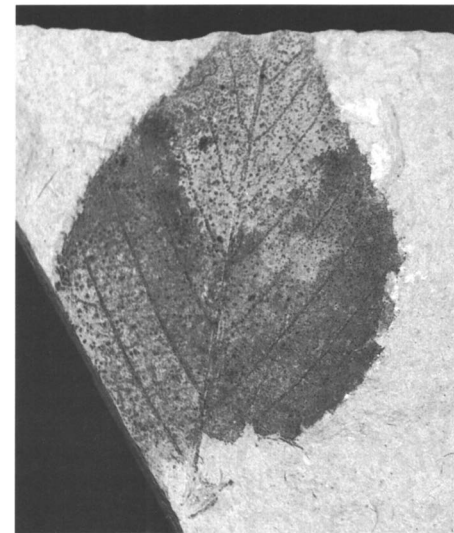
12



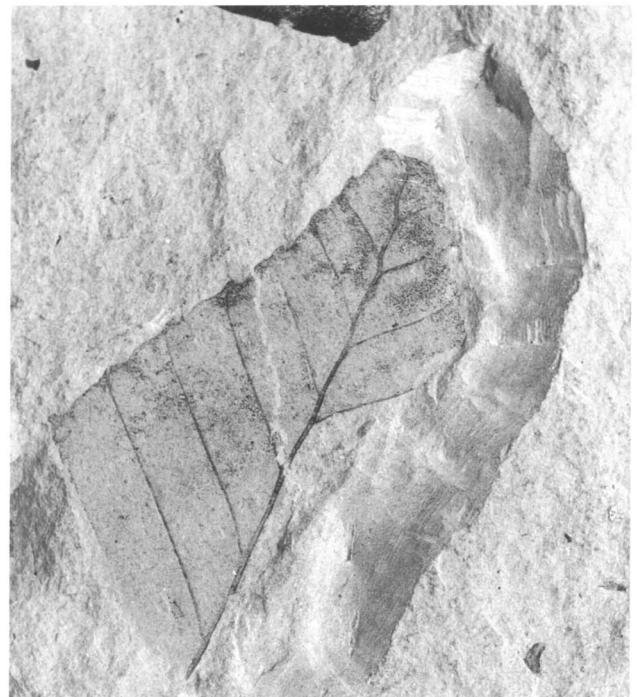
13



14



15



16

Afb. 10. *Acer trilobatum* (esdoorn), 5 cm

Afb. 11. *Acer angustifolium* (esdoorn), 2,5 cm

Afb. 12. *Platanus* sp. (plataan), 4 cm

Afb. 13. *Alnus latior* (els), 5,5 cm

Afb. 14. *Ulmus* sp. (of *Carpinus heerii*), 4 cm

Afb. 15. *Ulmus* sp. (of *Betula confusa*), 3,5 cm

Afb. 16. *Fagus pristina* (beuk), 3,4 cm

Foto's: H. Steur

***Daphnogene (Cinnamomum) polymorphum* Heer** (kaneel; afb. 5)

Blaadjes gaaftrandig, vrij breed, ovaal, iets toegespitst. Drienervig, meestal vanuit één punt iets van de onderkant van het blad beginnend. Hoek van uittreding van de zijnerf ongeveer 45°. De twee zijnerf lopen met een boog omhoog, waar ze meestal samenkomen met zijnerf die in het bovenste bladdeel ook onder een scherpe hoek aan de hoofdnerf ontspringen. Breedte van het blad is variabel. Onderkant van het blad niet afgerond. Vrij veel voorkomend blad. Afmetingen zeer wisselend. Dr. Samuel deelde mij mee dat de naam *Cinnamomum* tegenwoordig alleen nog gebruikt wordt voor kaneelbladfossielen waarvan een cuticula-preparaat aanwezig is. In de overige gevallen wordt de genusnaam *Daphnogene* gebruikt.

***Daphnogene (Cinnamomum) lanceolatum* Heer** (kaneel; afb. 6)

Komt sterk overeen met de vorige soort. Het enige verschil ligt in het feit dat de bladeren zeer langgerekt zijn. Daardoor lopen de twee belangrijkste zijnerf vrijwel parallel aan de bladrand. De twee zijnerf splitsen zich lang niet altijd in één punt van de middennerf af. De steel gaat zeer vloeiend in de bladschijf over. Zeer veel voorkomend blad. Niet altijd van de vorige soort te onderscheiden. Wellicht is het beter beide soorten onder *D. polymorphum* samen te vatten.

***Daphnogene ungeri* Heer** (laurierachtige; afb. 7)

De Saporta rekende alle 'drienervige' soorten die niet duidelijk tot *Cinnamomum* behoren, tot het genus *Daphnogene*. Het blad van *D. ungeri* is gaaftrandig en langgerekt tot lancetvormig. Duidelijk kenmerk zijn knobbeltjes of wratjes op het punt waar de zijnerf uit de hoofdnerf komt. Meestal splitsen de beide zijnerf op hetzelfde punt van de hoofdnerf af. Ze lopen door tot ongeveer de helft van het blad. De bladschijf is aan de basis afgerond en vaak wat asymmetrisch. De grootste breedte van de bladschijf ligt meestal onder het midden en de punt is bij typische bladeren zeer lang uitgetrokken. Het steeltje is matig lang. Algemeen voorkomend.

***Daphnogene lobata* Sap.** (sassafras?; afb. 8)

Drienervig en in principe drielobbig blad, waarin de nerf tot bovenaan doorloopt. Vrij vaak echter is één van de lobben niet ontwikkeld. Het komt zelfs voor dat beide lobben niet ontwikkeld zijn en dat het blad alleen maar wat breder is of een golvende rand heeft. Blad dus zeer variabel van vorm, maar goed herkenbaar. Het blad is enigszins leerachtig en heeft een lange steel. Meestal zitten er knobbels of klieren in de splitsing van de nerven.

Doet denken aan de sassafras, een subtropische boom, maar er zijn volgens De Saporta te veel verschillen om de soort zo te noemen. Bijv. het leerachtige karakter van de bladeren en het vaak niet ontwikkeld zijn van lobben. Niet zeldzaam.

***Diospyros varians* Sap.** (dadelpruim, godenpeer; afb. 9)

Blaadjes gaaftrandig, aan onderzijde afgerond. Aan de top soms stomp, soms spits. Steeltje tamelijk kort en dwars gestreept. Hoofdnerf zeer duidelijk. Secundaire nerven omhooggebogen, de rand niet helemaal bereikend. Onderste paar meestal tegenoverstaand, overige alternerend. Blad leerachtig. Vrij algemeen.

***Acer trilobatum* (esdoorn; afb. 10)**

Knobloch (1990) schrijft dat deze naam niet gebruikt dient te worden, omdat er een bestaande soort is met dezelfde naam. Het is zeer onwaarschijnlijk dat een soort na 30 miljoen jaar nog onveranderd bestaat. Hij stelt de naam *A. tricuspdatum* voor. Een *Acer*-blad is gemakkelijk herkenbaar door de drielobbigheid. Van de middelste lob lopen de randen aanvankelijk parallel. Op dit stuk zitten één of meer tanden. De zijlobben zijn niet lang uitgetrokken. Aan de vaak beschadigde toestand is te zien dat het blad niet leerachtig was. Het blad heeft een lange steel die echter vaak ontbreekt. Het blad is rondom getand. Niet zeldzaam.

***Acer angustilobum* Heer** (esdoorn; afb. 11)

Het verschil met het vorige blad ligt in de lang uitgetrokken lobben, die scherper getand zijn.

***Platanus* sp.** (plataan; afb. 12)

In onze verzameling bevinden zich twee bijna identieke blaadjes met zwak ontwikkelde laterale lobben, die tot het genus *Platanus* gerekend kunnen worden. Een belangrijk argument daarvoor vormen de omhooggerichte, scherpe tanden.

***Alnus latior* Sap.** (els; afb. 13)

Vrij lang-gesteeld blad. Breed ovaal, grootste breedte vaak iets boven het midden. Vrij stomp. Rand spaarzaam zwak getand. Tand niet scherp, wel vrij regelmatig. Hoofdnerf sterk, zijnerf onder vrij grote hoek uittredend. Aan de rand iets omhooggebogen en enigszins verbonden door bogen. Ongeveer 12 paar zijnerf.

De naam *A. latior* ben ik in andere werken niet meer tegengekomen. De Saporta noemt ook nog *A. kefersteinii* als in St.-Maime voorkomende soort. Onze *Alnus*-vondsten lijken echter meer op *A. latior*. Vrij zeldzaam in onze verzameling.

***Ulmus* sp.** (iep) / ***Carpinus heerii* Ettingsh.** (haagbeuk) / ***Ostrya atlantides* Ung.** (hopbeuk) / ***Betula confusa* Sap.** (berk); (afb. 14, 15)

De blaadjes van deze vier soorten zijn in de meeste gevallen niet met zekerheid van elkaar te onderscheiden. Ze hebben een vrij korte steel, een ronde basis, een dubbel gezaagde rand. De secundaire nerven zijn regelmatig, recht en evenwijdig en ze zijn soms bij de rand vertakt.

De bladvoet van de *Ulmus* is asymmetrisch (dit komt evenwel ook bij *Carpinus* soms voor). De bladvoet van *Betula* is vaak wat hartvormig. In de bladrand van een *Ulmus* wordt vaak een grote tand gevolgd door een kleine, terwijl bij *Carpinus* en *Ostrya* de tanding onregelmatiger is. De tandjes van *Ostrya* zijn langer uitgetrokken dan van *Carpinus*. De tandjes van de bladrand van *Betula* verschillen niet veel in grootte.

Carpinus en *Ostrya* hebben in het algemeen een langwerpiger blad dan *Ulmus* en *Betula*. Enkele malen in onze verzameling.

***Fagus pristina* Sap.** (beuk; afb. 16)

Matig lang steeltje. Blad aan de basis stomp, naar boven geleidelijk toegespitst. Ovaal. Tand soms duidelijk, maar in andere gevallen is de tanding gereduceerd tot een soort sinusachtige lijn. Secundaire nerven corresponderen nauwkeurig met de tanden en vertonen een klein knikje aan het eind (zoals bij de huidige beuken). 18-20 paar rechte, onvertakte, evenwijdige nerven. De *F. pristina* van St.-Maime is een zeer vroeg voorkomen van de beuk. Vrij zeldzaam.

***Andromeda latior* Sap.** (rotsbes; afb. 17)

Van het samengestelde blad worden bijna altijd alleen losse blaadjes gevonden. Deze zijn leerachtig en hebben een afgeronde, enigszins ongelijke basis. Ze zijn lang uitgetrokken, naar de top geleidelijk toegespitst, gaaftrandig. Ze hebben een zeer duidelijke hoofdnerf. De secundaire nerven zijn bijna niet te zien. Tamelijk lang gesteeeld. Algemeen.

***Andromeda manuscens* Sap.** (rotsbes)

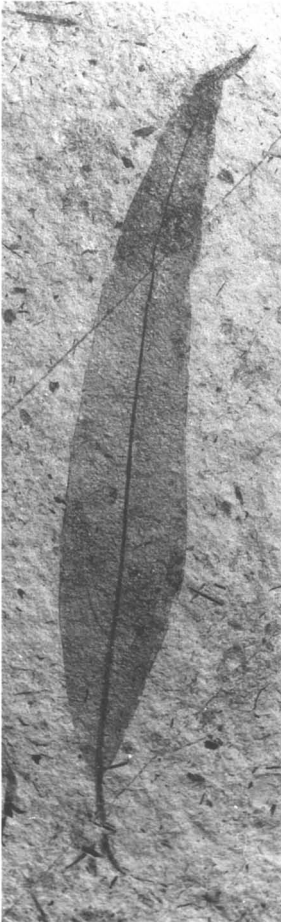
Als *A. latior*, maar basis meer afgerond. Algemeen.

***Caesalpinites* sp.** (afb. 18)

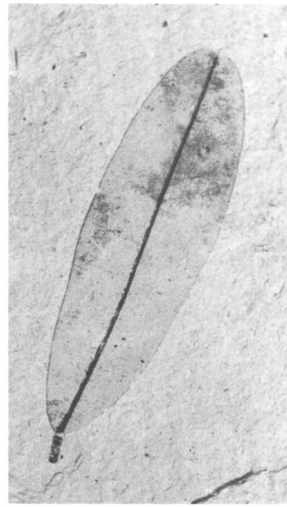
De familie Caesalpiniaceae omvat de Christusdoornachtigen. Onder *Caesalpinites* verstaat De Saporta een vormgenus van kleine blaadjes die aan de top afgerond zijn en daar vaak een klein steeltje hebben. Van welke echte geslachten deze afkomstig zijn, is niet meer vast te stellen. Vaak is alleen de hoofdnerf te zien. Determinatie op soortnaam is in de meeste gevallen erg moeilijk. De aan de top uitgerande blaadjes worden *C. emarginatus* (afb. 19) genoemd. Vrij algemeen.

***Myrica lignitum* Sap.** (gagel; afb. 20)

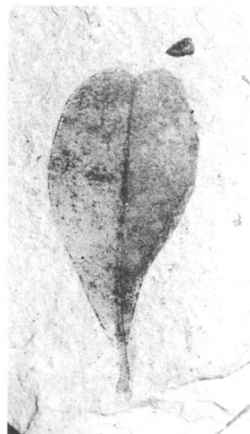
Vrij smal, leerachtig blad dat zeer geleidelijk in de stevige steel is versmald. Rand met flinke tanden, gaaf of onregelmatig gegolfd. Secundaire nerven bijna loodrecht op de hoofdnerf, aan de buitenkant hoekig omhoog gebogen, talrijk. Nerven goed zichtbaar, vertakt tot een zeer fijn netwerk. Leerachtig blad. Niet zeldzaam.



17



18



19



20

Afb. 17. *Andromeda latior* (rotsbes), 8,5 cm

Afb. 18. *Caesalpinites* sp., 2,7 cm

Afb. 19. *Caesalpinites emarginatus* (christusdoorn), 2 cm

Afb. 20. *Myrica lignitum* (gagel), 11 cm

Afb. 21. *Myrica laevigata* (gagel), 7 cm

Afb. 22. *Baccharites aquensis*, 4 cm

Foto's: H. Steur

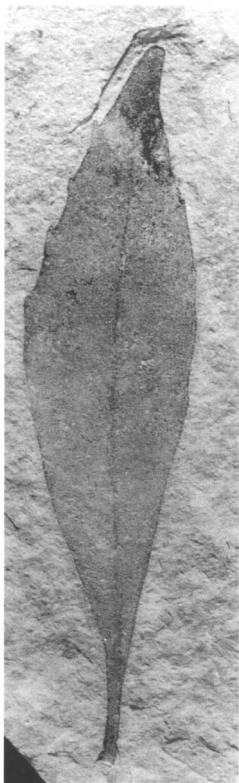
***Myrica laevigata* Heer (gagel; afb. 21)**

Unger heeft voorgesteld deze soort met de vorige te verenigen, zozeer lijken ze op elkaar.

Grote bladeren, leerachtig (iets minder dik dan de vorige soort), lang versmald in de steel. Rand als vorige soort. Nerven iets meer flexueus, iets verder uit elkaar en een iets minder fijn netwerk vormend. Niet zeldzaam.

***Baccharites aquensis* Sap. (afb. 22)**

Zeer stijf, smal blaadje met een kort steeltje. Kleine, scherpe, uit elkaar staande tandjes, soms maar enkele. In lagen die jonger zijn dan de hier beschreven is deze soort niet meer waargenomen. Oude naam: *Lomatites aquensis*. Vrij algemeen.



21



22

***Nymphaea* sp. (waterlelie; afb. 23)**

De Saporta onderscheidt verschillende soorten voornamelijk op grond van de afmeting van het blad. De bladeren zijn net als bij de tegenwoordige waterlelies niervormig. Aan weerszijden van de symmetrienerf bevinden zich 16-18 nerven, die zich in de buurt van de rand enkele keren dichotoom vertakken. Vanaf de hoofdnerf gaan 5 à 6 paren secundaire nerven uit. De grootte van de bladeren ligt tussen 15 en 30 cm. Enkele malen gevonden.

***Nelumbium proto-speciosum* Sap. (lotus; afb. 24)**

Het blad is groot, rondachtig en de aanhechting van de steel zit niet aan de rand zoals bij *Nymphaea* sp. maar in de bladschijf, excentrisch. Zeldzaam.

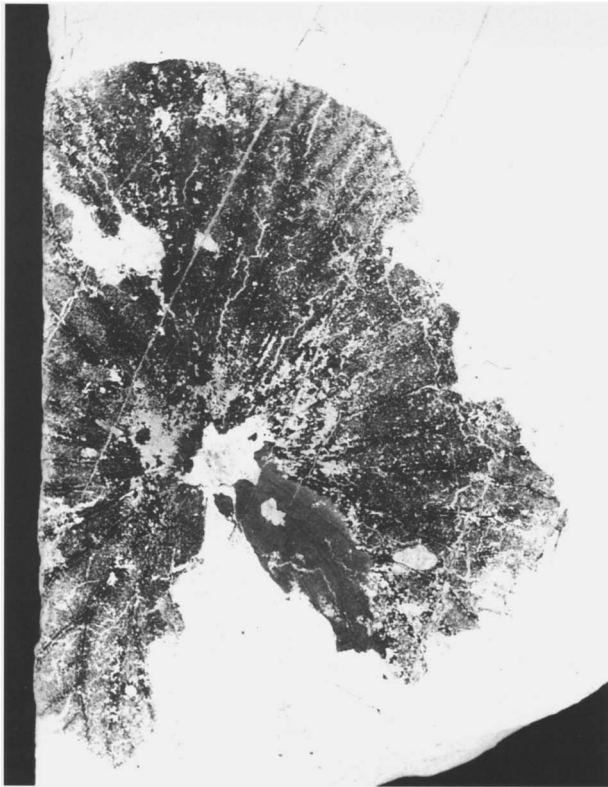
***Glyptostrobus europaeus* Heer (Chinese moerascypres; afb. 25) / *Sequoia langsdorfii* Heer (sequoia) /**

***Taxodium* sp. (moerascypres)**

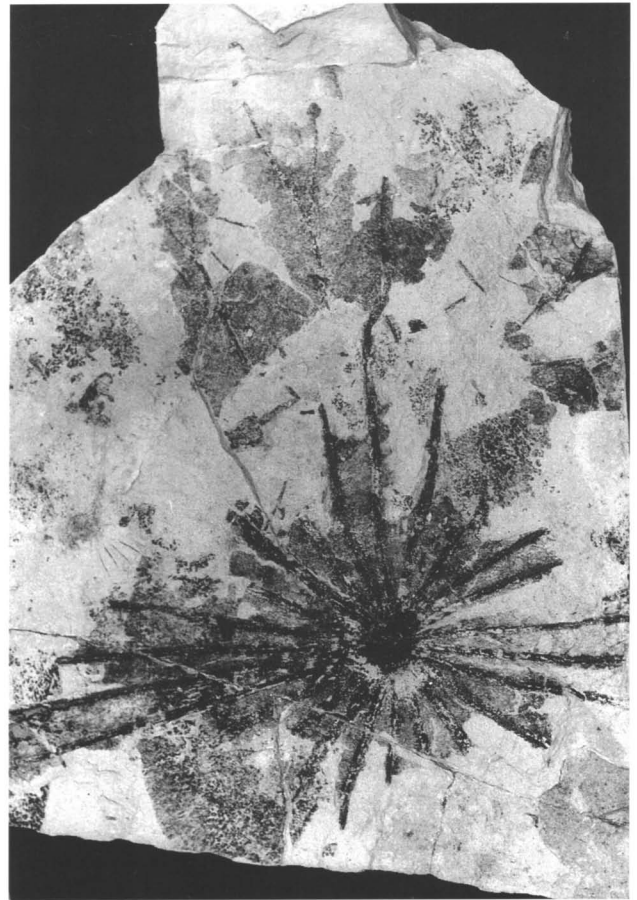
In veel gevallen zijn de fossielen van deze drie soorten zonder cuticula niet te onderscheiden. Zo kan van het fraaie fossiel van afb. 26 alleen maar gezegd worden dat het tot de familie van de Taxodiaceae (moerascypresachtigen) behoort.

Het best herkenbaar is de *Glyptostrobus europaeus*, die tevens de meest voorkomende conifeer is. Aan de takken zitten twee soorten naalden: korte, schubvormige en langere die tegen de stengel aangedrukt zitten. Ook de kegel, die rondachtig is en wigvormige schubben heeft, wordt nogal eens gevonden.

Zodra er echter ook afstaande blaadjes aan de stengels zitten, is het meestal niet mogelijk het fossiel op naam te brengen. De in



Afb. 23. *Nymphaea* sp. (waterlelie), 12 cm



Afb. 24. (Rechts) *Nelumbium proto-speciosum* (lotus), 21 cm

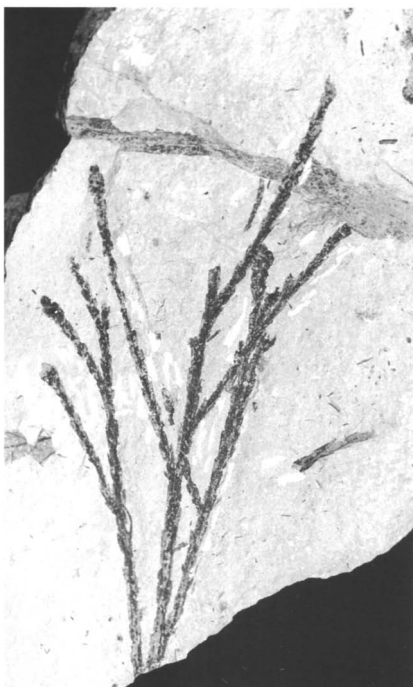
afb. 27 afgebeelde 'kortloot' is waarschijnlijk *Taxodium* sp., gezien de spitse uiteinden van de blaadjes.
De Saporta noemt de bij St.-Maime voorkomende sequoia-soort *S. tournali*, maar uit een onderzoek van Chaney (1951) kan worden opgemaakt dat waarschijnlijk alle Europese sequoia-vondsten tot *S. langsdorfii* moeten worden gerekend. Uit dat onderzoek blijkt ook dat in Europa geen bladvondsten van *Metasequoia* zijn gedaan.

***Flabellaria* sp.** (afb. 28)

Een groot palmblad, waarbij de samenstellende blaadjes een duidelijke verdikking in het midden hebben. Evenwijdig daarmee lopen aan weerszijden ongeveer 15 fijne nerven.

***Sabal major* Sap.** (afb. 29)

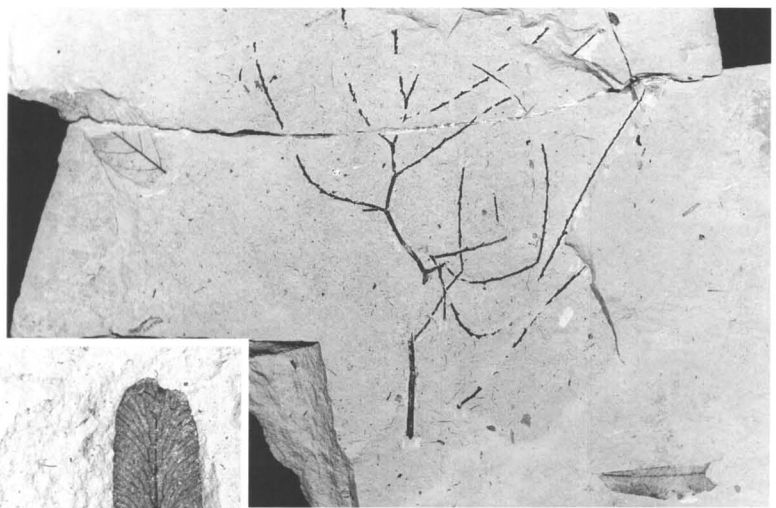
Van deze palm zijn prachtige bladeren gevonden. Afgebeeld is het restant van een bloeiwijze.



Foto's: H. Steur Afb. 25. (Links) *Glyptostrobus europaeus* (Chinese moerascypres), 9 cm

Afb. 26. (Midden) *Sequoia* sp. of *Glyptostrobus* sp. of *Taxodium* sp., 9 cm

Afb. 27. (Rechts) *Taxodium* sp. (of *Sequoia langsdorfii*), 5,5 cm



Afb. 28. (Links) **Flabellaria** sp. (palm), 33 cm

Afb. 29. (Rechts) **Sabal major** (bloeiwijze van een palm), 17 cm

Afb. 30. (Midden) **Lygodium gaudini** (klimvaren), 3 cm

Lygodium gaudini Heer (afb. 30)

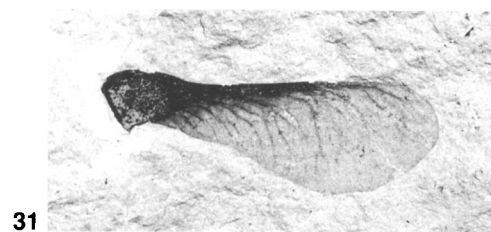
Van deze klimvaren worden stukjes blad gevonden met een zeer karakteristieke nervatuur. Niet algemeen.

Sparganium stygium Heer (egelskop)

Grasachtige bladeren, die soms in grote aantallen over elkaar heen liggen.

Bovenstaande soorten zijn relatief algemeen voorkomend en/of duidelijk herkenbaar. De Saporta noemt nog heel wat andere soorten die in de flora aanwezig moeten zijn.

Al sorterend in onze verzameling hebben wij dan ook een aantal duidelijke, maar desondanks niet op naam te brengen bladfossielen overgehouden. Waarschijnlijk bevinden zich daaronder blaadjes van o.m. *Quercus* (eik, zonder lobben), *Fraxinus* (es) en



31



32

Afb. 31. **Acer** sp. (esdoorn, vrucht), 2 cm

Afb. 32. **Ailanthus oxycarpa** (hemelboom, vrucht), 2,2 cm

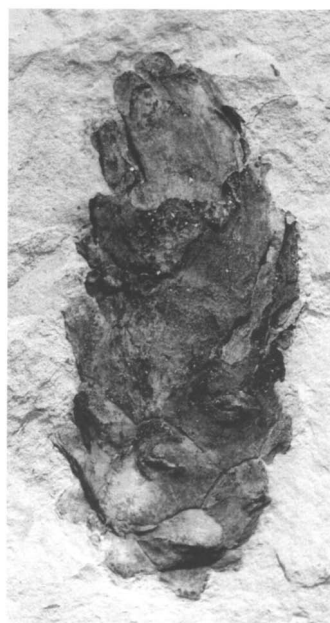
Afb. 33. **Pinus** sp. (denneappel), 5 cm

Afb. 34. **Pinus** sp. (dennezaad), 1,2 cm

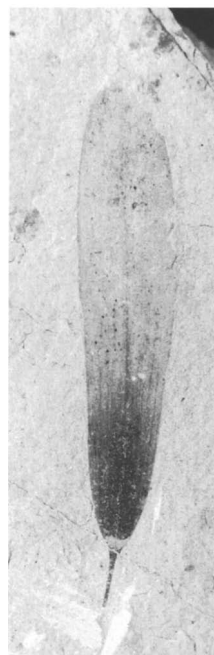
Afb. 35. **Fraxinus** sp. (es, vrucht), 3,2 cm

Afb. 36. Takje met peulen, 6 cm

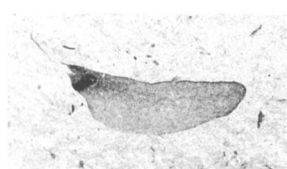
Foto's: H. Steur



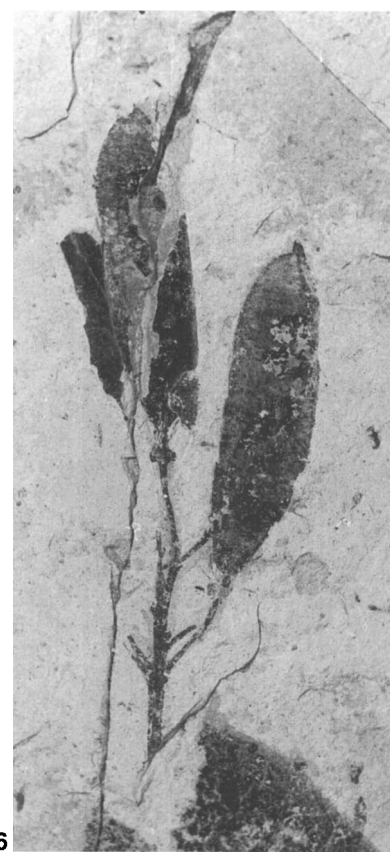
33



35



34



36

Zelkova. In verband met de in het begin gesignaleerde problemen mag men niet verwachten alles te kunnen determineren.

Vruchten en zaden

Het meest voorkomende vruchtje is dat van de esdoorn (*Acer*). In de literatuur worden verscheidene soorten onderscheiden, maar hier wordt volstaan met de naam ***Acer sp.*** (afb. 31).

Een ander gemakkelijk herkenbaar vruchtje is dat van een hemelboom (*Ailanthus oxycarpa* Sap.). Het is een peultje met één zaad (afb. 32).

Denneappels (***Pinus sp.***) zijn vrij zeldzaam (afb. 33). Vaker worden afzonderlijke zaden gevonden (afb. 34). Takjes met dennenaalden en losse naalden komen ook voor, zij het zeldzaam.

Gemakkelijk herkenbaar is het essevruchtje (***Fraxinus sp.***). Het bestaat uit een zaadje en een grote vleugel (afb. 35).

Diverse peulen, soms met zaden, worden gevonden. In onze verzameling bevindt zich ook een stengel met verscheidene peulen (afb. 36).

Verder vonden wij nog verschillende andere zaden en vruchten.



Afb. 38. Reconstructie van een Oligoceen landschap (naar De Saporta, 1879)

Landschap en klimaat in het Oligoceen

De fossiele flora van St.-Maime is enerzijds zeer gevarieerd, maar anderzijds ook onvolledig. De planten moeten gegroeid hebben onder subtropische condities. Daarop wijst de aanwezigheid van palmen, *Diospyros*, *Laurus*, *Caesalpinites*, *Cinnamomum*, *Glyptostrobus* en vele andere. Het zijn planten waarvan de verwanten nu vooral veel voorkomen in Oost-Azië. Er komen echter ook planten voor die thuishoren in de gematigde streken: berken, elzen, eiken, beuken, essen, enz., planten waarvan de nakomelingen nu nog algemeen in Europa groeien. Van de kruidachtige planten zijn alleen waterplanten als waterlelie en hoornblad (*Ceratophyllum*) en oeverplanten als varens, egels-

kop en zegge bewaard gebleven. De meeste planteresten zijn dus over een afstand verplaatst alvorens ingebed te worden in de modder van het strand en de bodem van het meer. Opvallend is dat er maar heel weinig bebladerde takken (afb. 37) gevonden worden.

Het beeld dringt zich op van een groot, subtropisch meer met waterlelies en lotusplanten, omzoomd door oevers met varens, egelskop, zegge e.d. (afb. 38). In de bossen daaromheen bevonden zich laurierachtigen, enkele palmen, en vele andere subtropische bomen. Verder groeiden er, misschien op de hellingen van bergen, eiken, beuken, berken en andere planten die een wat gematigder klimaat nodig hadden. In de herfst en bij stormen werden bladeren afgerukt en getransporteerd. Ze kwamen voor een deel in het water terecht, zonken naar de bodem en raakten onder de modder waar zij bleven liggen. Totdat dit herbarium zo'n 30 miljoen jaar later geopend werd.



Afb. 37. Takje met blaadjes, 6 cm

Dankwoord

Graag wil ik Prof.Dr. J.H.F. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Universiteit van Münster bedanken voor zijn commentaar op de paragrafen over de problematiek van de afdrukflora's en over de reconstructie van landschap en klimaat. Nogmaals dank ik Dr. Elisabeth Samuel van de Universiteit van Lyon voor haar bereidwilligheid om de determinaties te bekijken. De verantwoordelijkheid voor de naamgeving ligt echter geheel bij de auteur.

Geraadpleegde literatuur

- Saporta G. de, 1867. Etudes sur la Végétation du sud-est de la France, Ann.Sc.Nat.Bot. T.7.
 Saporta G. de, 1879. Le Monde des Plantes avant l'apparition de l'homme, Parijs.
 Saporta G. de, 1891. Recherches sur la Végétation du niveau Aquitaniën de Manosque, Mem.Soc.Géol.de France, No.9.
 Destombes J.-P., 1962. Description géologique du bassin Oligocène de Manosque-Forcalquier, Parijs.
 Stemvers-van Bommel J., 1984. Een Oligocene fauna in het Bekken van Apt-Manosque-Forcalquier, Gea 13-4, p.134.
 Frittel P.-H., 1903. Paléobotanique (plantes fossiles), Parijs.
 Knobloch E., 1985-1991. Pflanzenfossilien aus dem europäischen Tertiär. Artikelenserie in Fossilien over voornamelijk Middeneuropese fossielen.
 Knobloch E., 1984. Tertiäre Blattreste. Bestimmung und Problematik. Fossilien nr.4.

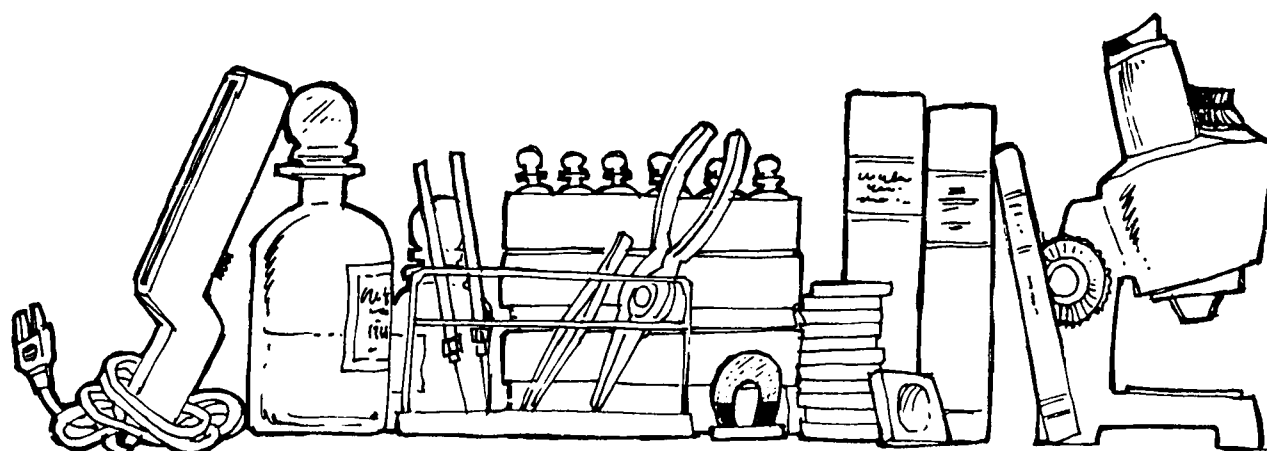
Grangeon P., 1958. Contribution à l'étude de la Paléontologie Végétale du Massif du Coiron (Ardèche). (Gaat over Laatmiocene planten maar geeft ook informatie over oudere vondsten).
Kérourio Ph. La flore Oligocène au sud-est de la France. Monde et Minéraux, no 49.

Ducos F., 1958. Les plantes fossiles de l'Oligocène du Bois-d'Asson. Congrès des Savantes Paris, Marseille.
Ducreux J.-L. et al., 1985. La formation des calcaires et lignites de Sigonce, Oligocène moyen, Bassin de Forcalquier: Datation à l'aide des Mammifères; Réconstitution des Milieux de Dépôts. Carte géologique de la France, 1 : 50.000, no 969, feuille Manosque.

Het thuis identificeren van mineralen: enkele handige technieken

door Dr. Pete J. Dunn
Dept. of Mineral Sciences
Smithsonian Institution, NHB 119
Washington, DC 20560, U.S.A.

Vertaling: F.C.A. de Wit en J. Stemvers-van Bemmelen



Inleiding

Er is al veel geschreven over het identificeren van mineralen op basis van fysische eigenschappen. Het onderwerp is zo belaaagd door zo veel auteurs, dat er nog maar weinig essentiële informatie voor de verzamelaar aan kan worden toegevoegd. Wel is er nog ruimte voor een informele benadering; ik zal proberen iets van mijn ervaring en eigen technieken over te dragen.

De wetenschap legt de nadruk op 'harde', kwantitatieve gegevens, verkregen met de grootst mogelijke precisie en duidelijk gepresenteerd. Veel is er geschreven over de technieken en methodes om deze gegevens te verkrijgen; ik geef slechts een paar referenties in de literatuurlijst. Er bestaat geen snelle weg naar het bedrijven van 'goede wetenschap'. Goede mineraalbeschrijvingen vereisen veel zorg en toewijding bij het verkrijgen en interpreteren van gegevens: *sine qua non*.

Zulke 'zware' procedures zijn echter niet het onderwerp van dit artikel; ik behandel hier mijn eigen en dus subjectieve hulpmiddelen tot waarneming, die door iedereen gebruikt kunnen worden die problemen heeft met het identificeren van mineralen. Deze hulpmiddelen bestaan ook uit enkele gewoontes en schattingmethodes die door

mineralogen gebruikt plegen te worden. De methodes die ik zal beschrijven zijn meestal mijn eigen methodes, door de jaren heen ontwikkeld, her en der bijeengeschraapt, en soms door anderen aan mij overgedragen. Ze zijn zeker niet de enige technieken om het doel te bereiken, maar de persoonlijke voorkeur van een mineraloog. De volgende bespreking is gebonden aan mijn ervaring en beperkt door mijn keuze van de onderwerpen en is niet bedoeld als een compleet overzicht.

Ik zal hier niet de gewone methodes bespreken, hoewel ik enkele daarvan ter introductie kort zal aanstippen. De lezer wordt wel verondersteld over enige mineralogische basiskennis te beschikken. Ik zal geen aandacht wijden aan de algemene literatuur maar wel aan specifieke studies, die soms te weinig aandacht hebben gekregen. De gekozen referenties weerspiegelen natuurlijk mijn persoonlijke voorkeur, zoals de ietwat gedateerde, maar zeer goede werken van Miers (1920) en Johannsen (1918). De gemmologische literatuur, die zich uitsluitend richt op non-destructieve methoden, wordt vaak door mineralogen genegeerd. Deze kan echter heel bruikbaar zijn als achtergrond-informatie. De opgenomen literatuur-opgave is beslist niet bedoeld als een uitgebreide bibliografie; er zijn veel nuttige artikelen en boeken die er niet in staan.



Salvinia reussii,

AFBEELDING. 1. | Een paar drijvende blaadjes (let op de rijen stippeltjes) van *Salvinia reussii* op een deel van het betreffende stuk. Breedte van de foto 4 cm. Foto: Hans Steur.

een fossiel watervarentje uit het Onder-Mioceen van Tsjechië

HANS STEUR
LAAN VAN AVEGOOR 15
6955 BD ELLECOM
STEURH@XS4ALL.NL
WWW.FOSSIELEPLANTEN.NL

Soms worden fossielen je in de schoot geworpen. Echte zoekers kennen het verschijnsel dat gekregen fossielen minder waarde hebben dan zelf gevonden stukken. In het geval van het watervarentje *Salvinia reussii* was het echter anders omdat ik thuis op het stuk zelf een ontdekking deed. Het gebeurde tijdens het symposium in Leiden in 2013 ter gelegenheid van de zeventigste verjaardag van Prof. Han van Konijnenburg van Naturalis: op een tafel lagen stukken uit een Mioceen laag uit Tsjechië die meegenomen mochten worden. Ik koos een paar stukken uit met leuke wilgenblaadjes erop...

De vlotvaren

Thuisgekomen gingen deze stukken enige tijd de wachtkamer in. Toen ik

echter één van deze stukken eens goed bekeek, zag ik er blaadjes met rijen stippels op zitten (Afb. 1). Aan de

achterkant van het stuk stond op een etiketje dat er *Salix* (Wilg) en *Salvinia* aanwezig moest zijn. Opzoeken in de flora en op internet onthulde dat *Salvinia* in het Nederlands staat voor 'vlotvaren', een nauwelijks als varen herkenbare waterplant.

In ons land is één soort inheems, namelijk *Salvinia natans*, maar je zult hem niet makkelijk vinden, omdat hij klein en zeldzaam is. Via Harry Roskam, toenmalig voorzitter van de Nederlandse Varenvereniging, kreeg ik echter enkele exemplaren uit de Hortus Botanicus te Leiden toegestuurd. Daar komt hij massaal voor in de kas van de welbekende *Victoria regia*. De foto van afbeelding 2 toont de 1 cm lange blaadjes in volle glorie. De stippels op de blaadjes van het fossiel zijn de restanten van de kleine bultjes met haren die in rijen op de drijvende blaadjes staan. Het zijn deze haartjes die ervoor zorgen dat de blaadjes altijd met dezelfde kant naar boven op het water komen te liggen.

Er is nog een eigenaardigheid te melden over dit sierlijke plantje: de blaadjes staan in drietallen aan een stengel, waarbij twee van de blaadjes drijvend zijn, terwijl het derde zich ontwikkeld heeft tot een wortelachtig geheel (Afb. 3). Verder is het varentje 'heterospoor', wat wil zeggen dat het grote en kleine sporen ontwikkelt. De respectievelijke sporendragers, de micro- en macrosporangia, zitten aan aparte trosjes, die van tijd tot tijd gevormd worden.

Op het stuk had ik intussen ook twee soorten trosjes ontdekt: het ene met lichaampjes van flinke afmetingen

(Afb. 4) en het andere met een heel fijne verdeling (Afb. 5). Omdat ik twijfelde of dit laatste type een 'worteltje' dan wel een trosje met microsporangia was, nam ik contact op met de specialist (en waarschijnlijk ook de gulle geveer) van de formatie waaruit het fossiel afkomstig was: Prof. Z. Kvaček uit Praag. Zijn antwoord was verrassend: de trosjes waren wilgenkatjes! En wel vrouwelijke (de grote) en mannelijke (de fijne). Kvaček vertelde ook dat de sporangia van *Salvinia* vrijwel nooit fossiel gevonden zijn. Hij had er zelf ooit maar één exemplaar van gezien.

Geologie

Uit diverse artikelen (zie de literaturopgave) komt het volgende beeld van de vondstformatie naar voren: Het Bilina-gebied (NW Tjechië) met zijn bruinkoollagen maakt deel uit van het 1.500 km² grote Noord-Boheemse Bekken. De bruinkool uit het gebied heeft lange tijd een groot deel van de energie in Tjechië geleverd. Dit heeft mede het enorme zure-regenprobleem veroorzaakt, waarbij grote oppervlakten aan bos zijn afgestorven.

De ouderdom van de afzettingen is vastgesteld aan de hand van een laag met dierlijke fossielen. De lagen liggen net boven de grens van het Oligoceen en het Mioceen en zijn daarmee ongeveer 22 miljoen jaar oud. De temperatuur op Aarde was toen aanmerkelijk hoger dan nu. Uit de aard van de beschreven soorten kan worden opgemaakt dat het klimaat ter plekke warm en vochtig was, maar niet vorstvrij. Het was er dus niet tropisch. In het Mississippi-gebied (Noord-Amerika) en in Oost-Azië komen gebieden voor met een vergelijkbaar klimaat.

Vaak worden de lagen beschreven als delta-afzettingen, maar waarschijnlijk was er een brede fluviatiele vlakte. Rivierafzettingen en kreekopvullingen wijzen daar op. Aan de randen van het dal vond op uitgebreide schaal veenvorming plaats.

In het Bilina-gebied zit één zeer dikke bruinkoollaag, die vaak opgesplitst is in twee of meer lagen met daartussen rivierafzettingen van zand en klei, die heel fossilrijk zijn. Het zijn voornamelijk bladfossielen die gevonden worden. Voor vruchten en zaden waren de fossilisatieomstandigheden blijkbaar ongunstig. Volgens Kvaček (1997) waren er (op dat moment) 8 soorten varens, 6 soorten coniferen en meer dan 80 soorten bedektzadigen gevonden. Een ware paleobotanische goudmijn dus.

Plantengemeenschappen

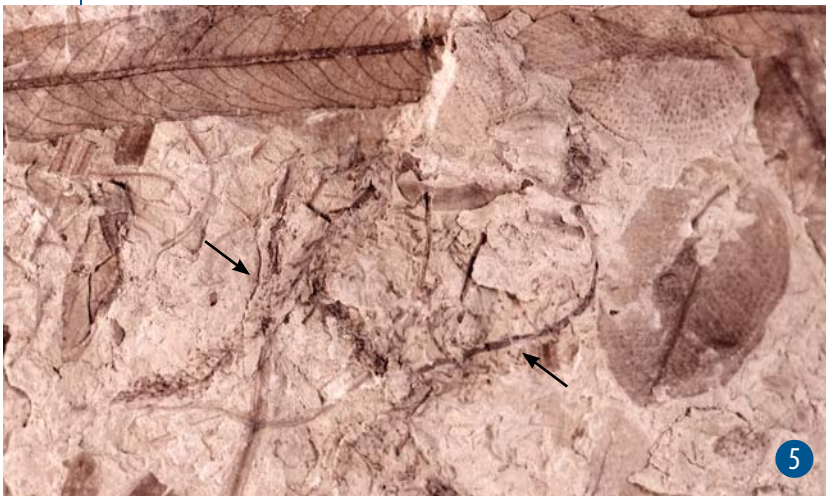
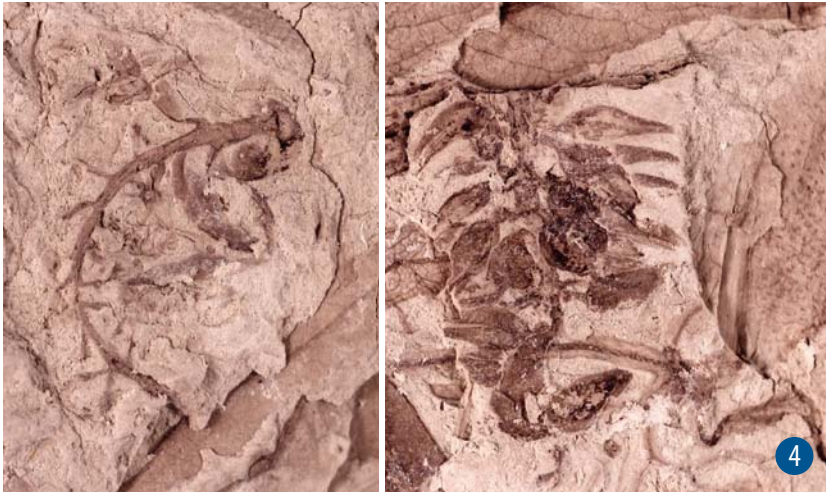
Al zo'n 200 jaar is in het gebied verzameld en er zijn talloze publicaties over verschenen. De mooiste vondsten zijn gedaan in de buurt van het nu verdwenen dorp Preschen, waar nog steeds worden waardevolle fossielen gevonden. Door het grote aantal soorten heeft men statistisch onderzoek kunnen doen naar de verschillende vegetatietypen, die in het landschap voorkwamen.



AFBEELDING. 2. | Bladparen van de recente vlotvaren *Salvinia natans* uit de Hortus Botanicus te Leiden. Lengte van een blaadje ongeveer 1 cm. Foto: Hans Steur



AFBEELDING. 3. | Het derde blaadje van *Salvinia natans* heeft de vorm van een worteltje gekregen. Foto: Hans Steur.



AFBEELDING. 4. | Vrouwelijke katjes van de wilg *Salix haidingeri*. Rechts met de macrosporangia nog aangehecht, links zijn ze afgefallen. Breedte linkerfoto 12 mm, breedte rechterfoto 2 cm. Foto's: Hans Steur.

AFBEELDING. 5. | Boven in de foto een stuk van een blad met daaronder mannelijke katjes (pijlen) van de wilg *Salix haidingeri*. Rechts daarnaast een blaadje van *Salvinia reussii*. Breedte van de foto 5,5 cm. Foto: Hans Steur.

AFBEELDING. 6. | Een vrijwel compleet blad van *Salix haidingeri* met middenonder mannelijke katjes en rechts een blaadje van *Salvinia reussii*. Afbeelding 5 is een detail van afbeelding 6. Breedte van de foto 11 cm. Foto: Hans Steur.

Boulter (1993) onderscheidt zeven verschillende plantengemeenschappen, die elk gebonden zijn aan een bepaald leefmilieu. Eén van deze gemeenschappen is de *Salvinia*-associatie waarin twee soorten *Salvinia* voorkwamen en nog een *Azolla*-soort. Het geslacht *Azolla* of 'kroosvaren' is ook onderdeel van de *Salvinia*-familie. Waarschijnlijk vormden deze planten samen een dik tapijt op het water. Het is niet waarschijnlijk dat het hier beschreven stuk uit deze gemeenschap afkomstig is, omdat er ook veel andere plantenresten op zitten.

Er is ook een pioniergemeenschap beschreven met enerzijds veel fossielen van *Salvinia* en *Azolla* en anderzijds een overvloed aan bladresten van de wilg *Salix haidingeri*, die er blijkbaar in grote aantallen groeide. Gezien de aanwezigheid van de wilgenkatjes is het echter het meest waarschijnlijk, dat het stuk afkomstig is uit een laag waarin naast bladfossielen van *Salix haidingeri*, ook veel mannelijke en vrouwelijke bloeiwijzen van deze wilg voorkomen (Afb. 6). De afzetting zal dus vooral in het voorjaar plaats hebben gevonden.

Tot besluit

De gigantische Bilina-groeve is een buitengewoon rijke en belangrijke bron van Onder-Miocene planten. Het schijnt nog mogelijk te zijn om toestemming tot verzamelen te krijgen. Ik denk dat ik dat maar eens moet proberen.

LITERATUUR

- Boulter, M.C., R.N.L.B. Hubbard & Z. Kvaček, 1993.

A comparison of intuitive and objective interpretations of Miocene plant assemblages from north Bohemia. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 101: pp. 81-96.

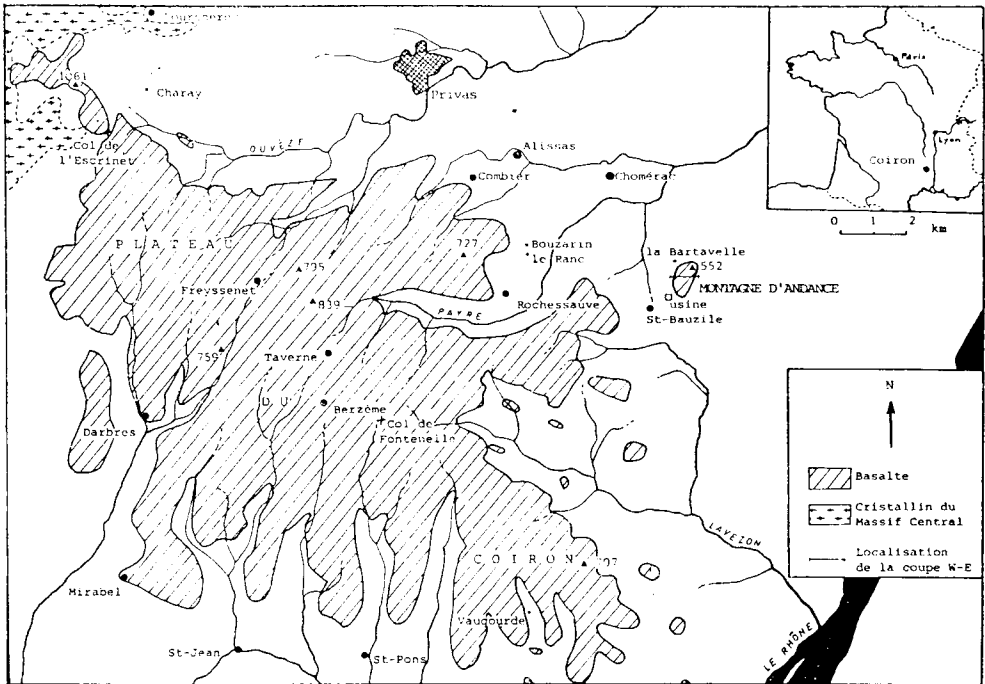
- Knobloch E. & Z. Kvaček 1995. *Preschen bei Bilin. Florenwechsel im Tertiär, p.205-216. In W.K. Weidert: Klassische Fundstellen der Paläontologie. Godschnock Verlag, Korb: pp. 205-216.*

- Kvaček Z., 1998. *Bilina: a window on Early Miocene marshland environments. Rev. Palaeobot. Palynol.* 101: pp. 111-113.

De fossiele flora en fauna van St. Bazuille

Hans Steur*

Aan de rand van de Ardèche, zo'n 20 kilometer van de nougatstad Montélimar, ligt het dorpje St. Bazuille aan de D3 temidden van vriendelijke bergen. Het dorpje zelf heb ik nog nooit gezien, omdat ik altijd stop bij de CECA-fabriek, waar diatomiet wordt verwerkt tot allerlei nuttige producten. Het 'gesteente' bestaat uit de schaaltes van diatomieën, die hier zo'n acht miljoen jaar geleden in een groot meer temidden van vulkanen afgezet zijn. In de diatomiet bevindt zich een rijke fossiele flora en fauna waarvan hier een greep wordt getoond.

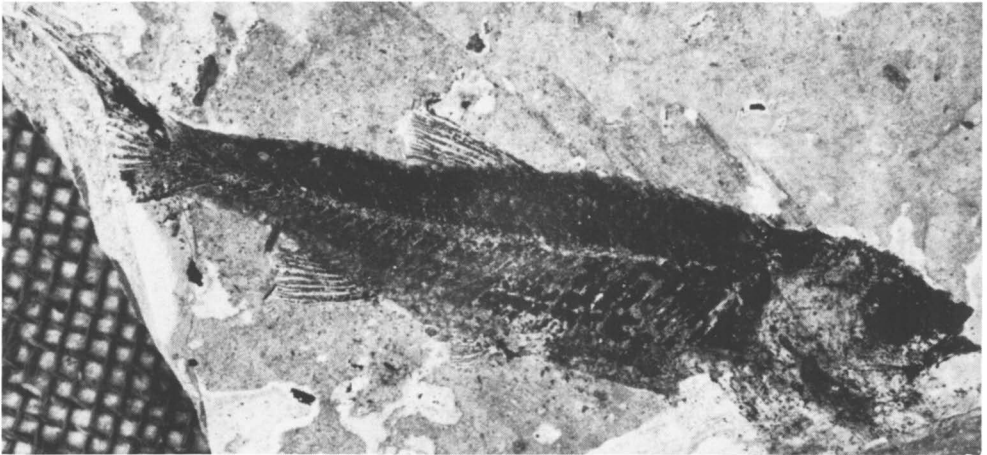


Kaartje: Een overzichtskaartje van het gebied rond St. Bazuille aan de rand van de Ardèche in Frankrijk. St. Bazuille ligt op het kaartje even rechts van het midden.

Diatomeeën zijn eencellige algen met een kiezel-skelet. Ze leven overal waar het vochtig is, maar op plaatsen waar veel kiezelzuur aanwezig is gedijen ze het best. Waarschijnlijk zorgde in het geval van St. Bazuille het vulkanisme voor kiezel-

zuurhoudende bronnen. De skeletjes van de afgestorven plantjes daalden neer op de meerbodem en bedekten de daar liggende dode vissen waardoor deze konden fossiliseren. De oevers waren bedekt met een zachte laag diatomieënslib waarin blaadjes en insecten al snel van de lucht werden afgesloten en zo bewaard bleven voor het nageslacht.

* Laan van Avegoor 15
6955 BD Ellecom



Een *Barbus* (barbeel) met een lengte van 11,5 centimeter.

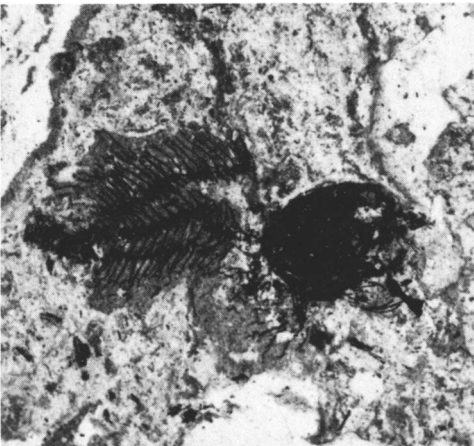
INSEKTEN EN COMPLETE ANTILOPEN

Omdat diatomiet heel bijzondere eigenschappen heeft, wordt het gewonnen. Het geleidt bijvoorbeeld warmte en electriciteit slecht, terwijl het hoge temperaturen kan verdragen. Daarom is het heel geschikt voor gebruik in isolatoren. Verder wordt diatomiet gebruikt als filtermateriaal bij drinkwaterzuivering en in bierbrouwerijen, omdat het zeer poreus is en kleine poriën heeft. Het wordt ook toegepast als slijp- en polijstmiddel. Nobel liet in 1866 nitroglycerine in diatomiet lopen en vond zo het dynamiet uit....

De arbeiders op het terrein zeggen dat er (minder spectaculair) koffiefilters van worden gemaakt.

Van de schaaltsjes is niet veel meer over dan gruis:

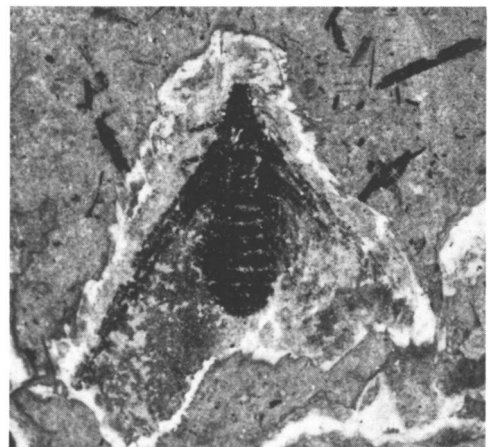
Een *Blenniussoort* (slijmvis) met een lengte van 2,5 centimeter.



door de microscoop zie je voornamelijk onherkenbare korreltjes van 1 à 2 micron met hier en daar een wat groter stukje met een structuur erin. Voor de diatomeeën zelf hoef je niet naar St. Bazile te gaan. Maar wel voor de macrofossielen die zich in het diatomiet bevinden. Dat zijn er nogal wat: vooral planteresten in de vorm van boombladeren, stukjes varenblad, stengeltjes, haksel en zeldzamer ook insecten, vissen en (nog zeldzamer) zoogdieren.

Het diatomiet wordt gewonnen in een groeve hoog in de bergen, die je vanaf de fabriek kunt zien liggen. Deze groeve is niet toegankelijk voor zoekers zoals wij. Slechts enkelen is het vergund in de groeve zelf te werken en zij zijn het die de grotere vondsten gedaan hebben, zoals complete antilopen en een haas. Het zoeken in de groeve

Een Cicade of boomkrekel? Lengte 2,4 centimeter.



zal niet zo eenvoudig zijn, want de brokken diatomiet zijn er vochtig en daardoor moeilijk te splijten. Op de uitgebreide stortberg bij de fabriek ligt de grondstof in alle graden van vochtigheid. Met de droogste stukken kun je gemakkelijk als gewichtsheffer op de foto, want ze zijn bijzonder licht van gewicht. Die droge stukken kun je met een plamuurmes en een hamer gemakkelijk splijten en als je de goede laag hebt, zie je allerlei leuke blaadjes te voorschijn komen. Deze krullen echter direct op en zijn vaak niet te red- den. De natte brokken zijn lastig te splijten, dus laat die ook maar liggen. Het beste is te zoeken in de brokken die nog enigszins vochtig zijn, het- geen vaak te zien is aan de tint: hoe donkerder, hoe vochtiger.

DIRECT CONSERVEREN

Stukken die de moeite waard zijn, moeten in krantepapier verpakt en dezelfde dag nog geprepareerd worden. Dit gaat als volgt: eerst het fossiel bijvoorbeeld met een klein mesje verder vrij- maken. Door het mesje op het diatomiet te zetten en onder geringe druk enigszins te draaien, kun je er kleine stukjes af laten springen. Als het fos- siel niet meer mooier wordt, bestrijk het dan met behulp van een zacht kwastje met verdunde hout- lijm (bijvoorbeeld Bisonhoutlijm met water ver- dund in de verhouding 1:1). Deze lijm geeft in de meeste gevallen een goede bescherming. Ik be- strijk zelf alleen het fossiel en zijn naaste omge- ving, maar je kunt natuurlijk ook het hele blok bestrijken. Bij dikkere blaadjes zijn meerdere la- gen lijm noodzakelijk. Het verdient aanbeveling ook op de stortberg een bekertje lijm bij de hand te hebben om mooie, maar droge fossielen mee- teen te kunnen conserveren.



Een spin. Lengte 1 cm.

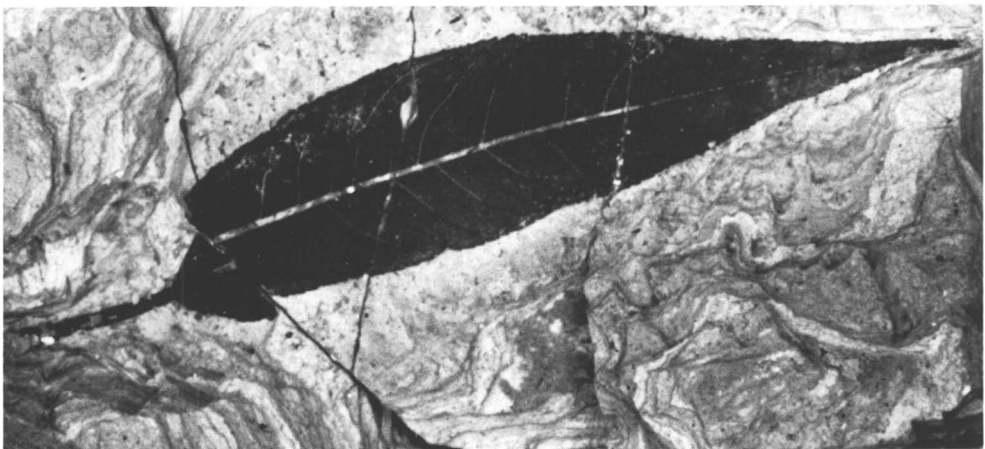
Kleiner maken van de platen kan met een ijzer- zaag en een nijptang. Het zoeken op de voor- raadberg is overigens niet altijd even aangenaam: het is er spierwit en zeer stoffig. Bij zon kan het er erg warm zijn, bij wind bevind je je in een regelrechte stofstorm. Wij hebben ongestoord kunnen zoeken, maar het is natuurlijk zaak zich, terwille van de mogelijkheid om nogeens terug te mogen komen, bescheiden te gedragen: de auto niet op het terrein parkeren, liefst na werktijd en in het weekend zoeken.

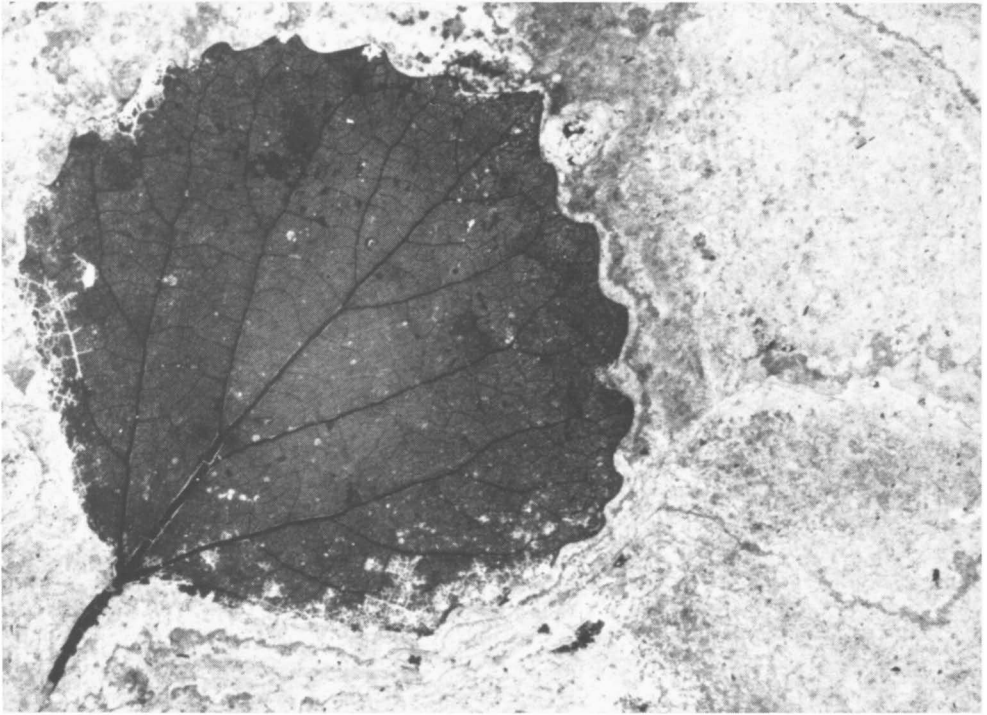
Succes is niet altijd verzekerd: we hebben dagen gehad met geringe vondsten en ook dagen met een rijke oogst.

EEN ECHTE BOSGEMEENSCHAP

Wat komt er zoal voor? Er is de laatste 100 jaar

Een blad van een *Salix*soort (wilg). Lengte 12 centimeter.

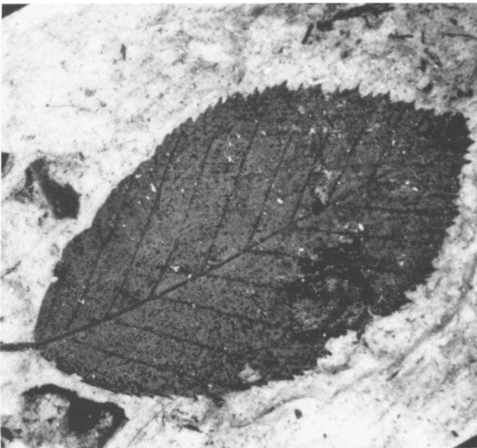




Een blad van een *Populus*soort (populier). Lengte 6 centimeter.

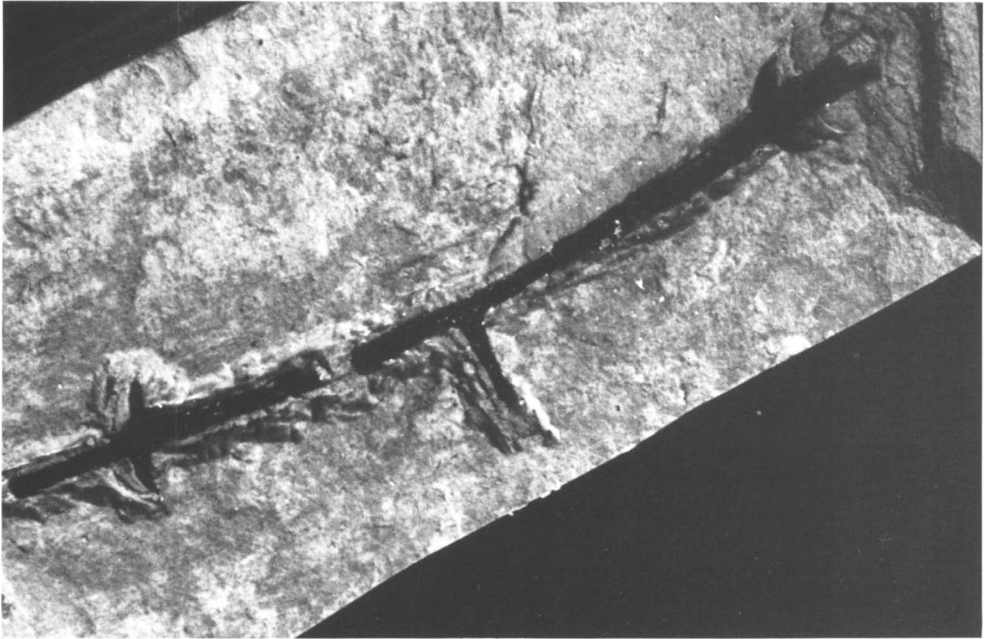
al vrij veel literatuur over de fossielen van het Plateau du Coiron verschenen. Meestal ging het dan om fossielen uit Rochesauve en Alissas, waar ondergronds gewerkt werd. Ik haal mijn gegevens uit het aan het eind genoemde artikel. Het is samengesteld door vier amateurs die een diepgaande studie hebben gemaakt van de voorko-

Blaadje van een berkachtige met een lengte van 3,5 centimeter.



mende fossielen. Zij onderscheiden ter plaatse een echte bosgemeenschap die ooit in het Laatmiocene landschap bestond. Het meest komen bladeren voor van *Acer* (esdoorn), *Tilia* (linde), *Populus* (populier), *Quercus* (eik), *Castanea* (tamme kastanje), *Salix* (wilg) en *Ulmus* (iep). Voorts een bosrandvegetatie met vooral *Carpinus* (haagbeuk), *Hedera* (klimop), *Rosa* (roos), *Vaccinium* (bosbes), *Vitis* (wijnstok), mossen en varens. Tenslotte nog een zone met oever- en waterplanten als *Ceratophyllum* (hoornblad), *Juncus* (rus), *Cirsium* (distel), *Potamogeton* (fonteinkruid) en *Sparganium* (egelskop). Deze flora komt ons erg bekend voor en het is duidelijk dat er een gematigd klimaat heerste.

Onze eigen vondsten betreffen vooral blaadjes van de esdoorn, wilg, populier, linde, eik en tamme kastanje. De twee laatstgenoemde zijn trouwens erg moeilijk uit elkaar te houden. Eikeblaadjes waren (en zijn) er met gaafrandige, getande en gelobte blaadjes. Tamme kastanjeblaadjes leken erg veel op getande eikeblaadjes. Gelukkig bestaat er een naam voor al zulke blaadjes: *Quercophyllum*. Daar houden we het dus maar op. Eén van onze leukste vondsten is een doornakje met duidelijk paarsgewijs staande doorns.



Doortakje met een lengte van 11 centimeter.

Aan insecten kan men er volgens het genoemde artikel onder andere vinden: kevers, wantsen, vliegen, vliesvleugeligen en sprinkhanen.

Inderdaad heeft de Franse kennis, die ons de vindplaats toonde, in zijn verzameling een prachtige sprinkhaan zitten! Onze eigen insectevondsten zijn beperkt gebleven tot vier: een bromvlieg, een kever, een boomkrekel (?) en een vleugeltje. Ook hebben we een mooie spin, die eruit ziet alsof hij nog verder zal lopen. En spinnen zijn erg zeldzaam in St.Bauzile.

Verder zijn er vissen van de geslachten *Silurus* (meerval), *Barbus* (barbeel), *Leuciscus* (voorn), *Blennius* (slijmvis) en *Pesca*. Daarvan zijn de laatste twee erg zeldzaam. Onze vondsten betreffen vooral de *Barbus*. Deze zomer vonden we een

klein visje dat drie ruggegraten leek te hebben. Het is de *Blennius*, die een heel lange rug- en buikvin heeft (zie foto 2). Van de overige gewervelden zijn (niet door ons) een schildpad, slangen, een vogel, losse vogelveren, de genoemde antilopen, hazen, resten van wilde zwijnen, neushoorns en paardachtigen gevonden. Al met al dus een bijzonder rijke flora en fauna: de auteurs van het artikel vergelijken de vindplaats zelf met Messel, hetgeen me ietwat overdreven lijkt.

Aan de hand van de voorkomende soorten wordt de vindplaats in het Boven-Mioceen (Turolien) geplaatst.

(Alle foto's van de auteur. Processing J.van Delft, RGD).

SUMMARY

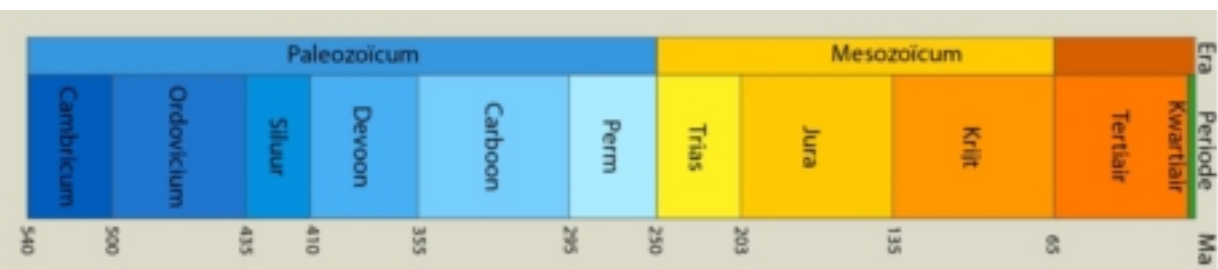
In southeast France near St.Bauzile in Upper-Miocene (Turolian) diatomite an abundant fossil flora and fauna occurs. The author describes the technics of preservation of the fossils directly in the quarry and the faunal and floral species from the literature and own findings. The fauna consists of species of fishes, insects and Arthropods.

Besides fossils of a tortoise, snakes, a bird, antelopes, hares, boars, rhinoceros and horses have been found. The floral fossils belong to a vegetational succession of forest, forest fringe, shore- and aquatic plants.

LITERATUUR

MEIN, P., MÉON, H., ROMAGGI, J.P., SAMUEL, E., 1983: La vie en Ardèche au Miocene Supérieur d'après les documents trouvés dans la carrière de la

Montagne d'Andance, Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, fasc. 21 suppl. p. 37-44. (bij deze publicatie een uitgebreide literatuuropgave).



De evolutie van de varens

De varens zijn een oude plantengroep die al ver voordat de bloemplanten hun intrede deden de landmassa's van onze planeet domineerden. Aan de hand van fossiele varenvondsten is de ontwikkeling van onze geliefde plantengroep tot de ons nu bekende soorten te reconstrueren. In een chronologisch overzicht wordt in dit artikel de ontwikkeling van de eerste landplanten via vroege varenachtigen tot en met de hedendaagse varens beschreven.

Ferns are an ancient group of plants that already dominated the land masses of our planet long before the flowering plants appeared. Based on fossil discoveries the development of our beloved group of plants can be reconstructed to the species we are familiar with today. In a chronological overview the development of the first land plants through early fern-like plants to the modern ferns are described in this article.

Farne sind eine uralte Gruppe von Pflanzen welche, schon lange bevor die Blütenpflanzen eingeführt wurden, die Landmassen der Erde dominierten. Basierend auf fossilen Farnentdeckungen ist die Entwicklung unserer geliebten Pflanzengruppe zu unseren bekannten Arten zu rekonstruieren. In einem chronologischen Überblick wird in diesem Artikel die Entwicklung von den ersten Landpflanzen durch frühzeitige Farnartigen bis uns bekannte Farne dargestellt.

Tekst en foto's (tenzij anders vermeld): Hans Steur (steurh@xs4all.nl)

Inleiding

Je kunt je leven lang bezig zijn met het bestuderen van varens. Je kunt je specialiseren in het determineren van soorten, in de geografische verspreiding, in het kweken, in het verzamelen van soorten, enz. Maar je kunt je ook verdiepen in de vraag: waar komen de varens vandaan? Anders gezegd: hoe zijn de varens in de loop der miljoenen jaren geworden zoals ze nu zijn?

Als 'levenslang' fossielenverzamelaar, die zich de laatste 20 jaar gespecialiseerd heeft in fossiele planten, wil ik daar graag iets over vertellen. Overigens zonder de pretentie te hebben het ultieme antwoord te kunnen geven.

Wat is een varen?

Het verschijnen van de varens is het best te vergelijken met een opdoemen uit de mist. Eerst zie je vormen die vagelijk aan varens doen denken en langzamerhand wordt het beeld scherper. En tenslotte weet je het zeker: dit is een echte varen. Maar, om dat te kunnen zeggen, zul je eerst een goede definitie van een varen moeten hebben. En dat is moeilijk genoeg.

Meestal wordt een varen omschreven als een sporenplant (cryptogaam) waarbij de sporangia zich uit het blad ontwikkelen. Voor recente varens is dit een bruikbare definitie. Voor fossiele varens is dat niet altijd het geval, omdat je bent aangewezen op de resten die toevallig bewaard zijn gebleven.

Andere kenmerken van varens kunnen zijn:

- de jonge blaadjes ontrollen zich (meestal),
- secundair hout ontbreekt (boomvarens hebben een andere manier om stammen te vormen dan naald- en loofbomen)
- de bladeren zijn meestal samengesteld (geveerd),
- er komen aphlebia's voor, blaadjes met een afwijkende vorm, die aan de basis van een veer zitten,
- uit de sporen ontwikkelen zich vrijstaande gametofyten (prothallia, voorkiem).

Volgens de nieuwste inzichten behoren ook de paardenstaarten (*Equisetum*) en *Psilotum* tot de varens. In dit artikel worden zij niet meegenomen.

De geologische tijdschaal

De figuur op de vorige bladzijde toont een sterk vereenvoudigd schema van de geologische tijdvakken. De era's Paleozoïcum en Mesozoïcum zijn verdeeld in 9 periodes. Het Kenozoïcum (niet vermeld in het tijdschema) omvat de periodes Tertiair en Kwartair. De laatste periode duurt van 2,5 miljoen jaar terug tot heden.

De duur van een periode is gebaseerd op de opeenvolging van wereldwijd gevonden gesteentelagen. Grenzen tussen periodes worden gelegd bij plotse afwisselingen in opeenvolgingen van gesteentes.

Fossielen worden gedateerd op basis van het gesteente waarin ze gevonden zijn. In de tekst wordt voor de tijdsbepaling gerefereerd aan de geologische periodes.

De tijdsgrenzen worden uitgedrukt in miljoenen jaren (Ma = mega-annum).

Om een idee te krijgen van de tijdschaal die in dit artikel gebruikt wordt:

- de oudste landplanten die in dit artikel besproken worden dateren uit het Midden-Siluur (425 miljoen jaar geleden)
- aan het einde van het Perm vond de grootste uitsterving aller tijden plaats (250 miljoen jaar geleden)
- aan het einde van het Krijt vond een zeer grote uitsterving plaats, waarbij o.a. de dinosaurïers verdwenen (65 miljoen jaar geleden)
- de moderne mens is ongeveer 250 000 jaar geleden ontstaan. In het schema valt dat in de bovenste begrenzing van het Kwartair.



Foto 1: *Cooksonia pertoni*, een van de oudste landplanten. Boven-Siluur (410 miljoen jaar). Shrewsbury (Eng). Hoogte van de plant 3 cm.

Zeer oude planten

De oudste, met het blote oog zichtbare fossielen van landplanten dateren uit het Midden-Siluur (425 miljoen jaar) en zijn gevonden in Ierland. De fossielen zijn van zeer kleine plantjes, *Cooksonia* geheten. Ze zijn enkele centimeters hoog en hebben geen blaadjes, geen bloempjes en geen zaadjes, maar alleen vorkvormig vertakkende stengeltjes met een sporangium aan de top.

Zie foto 1 voor een exemplaar van *Cooksonia pertoni*, dat we zelf in Engeland hebben gevonden. Het is 3 cm hoog en heeft afgeplatte sporangia.

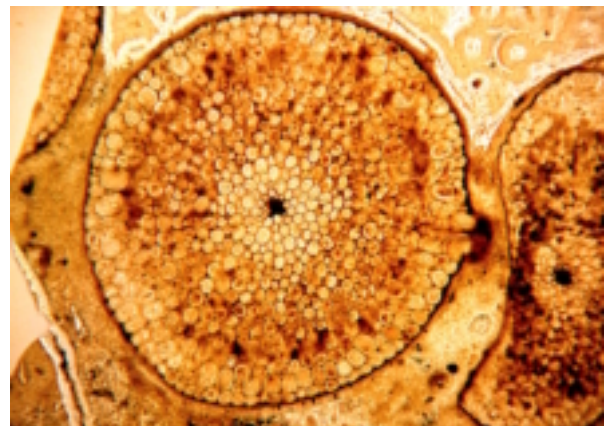


Foto 2: Stengeldoorsnede van *Rhynia gwynnevaughanii* uit de beroemde Rhynie chert. Onder-Devoon (408 miljoen jaar). Diameter van het stengeltje 1,3 mm.

Bij het Schotse plaatsje Rhynie heeft men een verkiezelde flora gevonden uit het Onder-Devoon (408 miljoen jaar). Die is verbazingwekkend goed bewaard gebleven. Foto 2 toont een stengeldoorsnede met een diameter van 1,3 mm van de plant *Rhynia*. Alle cellen zijn hierin nog te zien. *Rhynia* was een sporenplantje zonder blaadjes van zo'n 15 cm hoog.

De groep zeer oude planten met *Cooksonia* en *Rhynia* wordt wel Rhyniophyta genoemd. Het is een zustergroep van de wolfsklauwachtigen, die zich ook al heel vroeg ontwikkeld hebben. Uit de Rhyniophyta is tijdens het Devoon (410 - 355 miljoen jaar) een, in onze ogen vaak vreemd uitziende, flora ontstaan, waartussen zich ook de voorlopers van de varens hebben bevonden.

Geleidelijk aan kwamen hogere planten voor: tot zo'n 50 cm in het Vroeg-Devoon, kleine bomen in het Midden-Devoon en hoge bomen (tot 10 m) in het Laat-Devoon. Vanaf het Midden-Devoon begonnen zich de eerste zaadplanten te ontwikkelen. Echte bladeren verschenen pas (spaarzaam) in het Laat-Devoon.

Siluur

Devoon

Vroege varenachtige planten

Welke planten voorlopers van de varens zijn, is niet met zekerheid bekend. Diverse groepen worden genoemd, maar er bestaat geen eenstemmigheid over. Veel Devonische planten vertonen kenmerken van varens, maar hebben daarnaast eigenschappen die bij andere groepen, bijvoorbeeld coniferen, horen, zoals secundair hout.

Rhacophyton

Een plant die tamelijk dicht bij de varens lijkt te staan, is *Rhacophyton condrusorum*. Deze wordt onder meer in België gevonden. De plant had een vertakkingssysteem, waarbij de hoofdas en de zijtakken in één vlak lagen, maar waarbij verdere vertakkingen driedimensionaal waren (foto 3).



Foto 3: *Rhacophyton condrusorum*, eindvertakkingen. Luik (Be). Boven-Devoon (365 miljoen jaar). Breedte van de foto 7 cm.

Het feit dat de hoofdas en de aangehechte zijtakken in één vlak lagen, wordt opgevat als een voorstadium van bladvorming. Bij de vroegere planten vormden alle assen een driedimensionaal systeem. De sporangia stonden in clusters (foto 4). Aan de basis van een zijtak zat een fijn verdeeld blaadje, dat *aphlebia* wordt genoemd.

Rhacophyton is mogelijk een tussenstadium, maar kan waarschijnlijk het best gezien worden als een eerder stadium in de evolutie dan de oudste echte varens.



Foto 4: *Rhacophyton condrusorum*: cluster van sporangia. Luik (Be). Boven-Devoon (365 miljoen jaar). Breedte van de foto 2 cm.



VARENS
D.J. TAS & ZONEN C.V.
Ulterweg 266-272, 1431 AV Aalsmeer
Telefoon 0297 - 324516
Fax 0297 - 327236

Varens uit een goed milieu

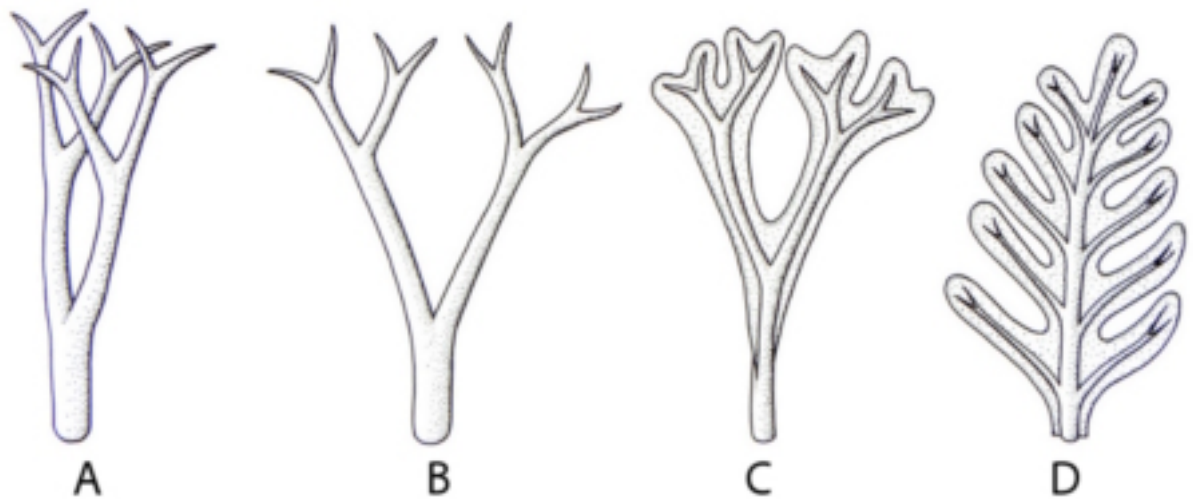


De Hessenhof

Dé kwekerij waar men van heinde en ver naar toe gaat. Buitengewoon vanwege het enorme assortiment en nu ook volledig biologisch!

Open van 1 maart tot 1 november op donderdag, vrijdag en zaterdag van 9.00 tot 17.00 uur.

Hessenweg 41, 6718 TC Ede
tel. 0318-617334
www.hessenhof.nl, hessenhof@planet.nl



Figuur 1: Fasen in de evolutie van het blad volgens de teloomtheorie van Zimmermann.

A. Driedimensionaal vertakkende assen.

B. Planatie of afplatting: de takjes komen in één vlak te liggen.

C. Webbing of verweving: de takjes raken verbonden door celweefsel.

D. Er ontstaat een varenachtig blad.

Naar Taylor, Taylor & Krings, 2009.

De teloomtheorie

Zimmerman heeft in 1930 een theorie gelanceerd, waarbij hij een aantal evolutionaire processen beschrijft die onder meer leiden tot het ontstaan van varenachtige bladeren. Zie figuur 1, hierboven.

Eén van de processen is planatie of afplatting (B). Hierbij komen vertakkingen die deel uitmaken van een driedimensionaal geheel (zoals bij *Rhacophyton*) (A) in één vlak te liggen. Het voordeel kan zijn dat meer licht wordt opgevangen. Een ander proces is webbing of verweving (C). Daarbij raken de vertakkingen met elkaar verbonden door celweefsel en ontstaat een soort bladschijf. Als de zijtakjes regelmatig aan weerszijden van een as geplaatst staan, is het voor te stellen dat een varenachtig blad ontstaat (D).

Het is slechts een theorie, maar veel van de tussenfasen zijn daadwerkelijk aangetroffen. Men spreekt van de teloomtheorie, waarbij telomen de eindtakjes zijn.

Zygopteridales

Planten uit de orde van de Zygopteridales worden ook tot de vroege varenachtige planten gerekend. Ze hebben complexe, in paren staande bladeren en vertakkingen tot in de vierde orde (viermaal vertakt). Ze verschijnen aan het einde van het Devoon (340 miljoen jaar) en sterven uit in de loop van het Perm (250 miljoen jaar). Tot deze groep behoren onder meer het genus *Alloiopteris* (foto 5) en de soort *Nemejcopteris feminaeformis* (foto 6).

De aplebia's van deze groep zijn interessant omdat ze vele malen vorkvormig vertakt zijn en omdat ze in sommige geslachten driedimensionaal en in andere afgeplat zijn. De planten hadden echte blaadjes, maar deze waren



Foto 5: *Alloiopteris* sp. (Zygopteridales). Onder-Carboon (330 miljoen jaar). Missouri (VS). Breedte van de foto 7 cm. - Fotografie: Hans Kerp.



Foto 6: *Nemejcopteris feminaeformis* (Zygopteridales). Boven-Carboon (305 miljoen jaar). Montceau-les-Mines (Fr). Hoogte van de foto 7 cm.

nog wel klein. Men denkt dat ze vooral op wat drogere plaatsen met veel licht in het steenkolenmoeras groeiden.

Bovenstaande (uitgestorven) groepen worden door Taylor et al (2009) niet tot de echte varens maar tot de varenachtigen gerekend. Van de overige groepen varens bestaan in de meeste gevallen nog niet-uitgestorven soorten. Taylor et al verdelen ze in Marattiales (marattiaachtigen), Ophioglossales (addertong-achtigen) en leptosporangiate varens. De nog bestaande soorten van de eerste groep zijn te beschouwen als levende fossielen. De overgrote meerderheid van de hedendaagse varens behoort tot de derde groep.

Merk op dat botanici, die met hedendaags materiaal werken, vaak andere indelingen gebruiken.

Foto 7, bovenste: *Neuropteris attenuata*, een zaadvaren. Boven-Carboon (310 miljoen jaar). Piesberg (Dld). Hoogte van de foto 5 cm.

Foto 8, linksonder : *Pecopteris polymorpha* (Marattiales). Boven-Carboon (305 miljoen jaar). Graissessac (Fr). Breedte van de foto 5 cm.

Varens en zaadvarens

De steenkolenflora uit het Boven-Carboon lijkt op het eerste gezicht rijk te zijn aan varens. Dit is echter schijn, omdat de meeste varenachtige bladeren afkomstig zijn van naaktzadige planten (foto 7). Deze worden aangeduid met de misleidende term 'zaadvarens', het zijn immers geen varens maar zaadplanten. Van de vele varenachtige fossielen die in het Boven-Carboon gevonden worden, is het grootste deel afkomstig van zaadvarens. Pas in het jongste Carboon werden de echte varens dominant. Een bekend voorbeeld van een echte varen is *Pecopteris* (foto 8).

Van veel bladfossielen uit het Carboon is nog niet bekend of het om een varen of een zaadvaren gaat. Ze worden vaak in een kunstmatig geslacht ondergebracht op grond van gelijkenis in vorm en nervatuur. Een voorbeeld van zo'n kunstmatig geslacht is *Sphenopteris* (foto 9). Zodra zo'n blad met sporendoosjes of met een aangehecht zaad wordt gevonden, krijgt het een plaatsje in een natuurlijk genus (met een andere genus-naam). Een kunstmatig genus is dus een verzamelbak van vormen waarmee men nog niet goed raad weet.

Foto 9, rechtsonder: *Sphenopteris neuropteroides*. Boven-Carboon (310 miljoen jaar). Ibbenbüren (Dld). Breedte van de foto 14 cm.



Eusporangiate varens

Marattia-achtigen werden vroeger samen met de Ophioglossales (addertong-achtigen) tot de zogenaamde eusporangiate varens gerekend. Dit zijn echte varens met relatief grote sporangia, die veel sporen produceren. De overige echte varens behoren tot de leptosporangiate varens, die een klein en meestal gesteeld sporangium hebben, dat een veel kleiner aantal sporen bevat.

Marattia-achtigen

Marattia-achtigen komen nu nog voor in de tropen en zijn beperkt tot zuidoost-Azië. De bekendste fossiele vertegenwoordiger van deze groep is de boomvaren *Psaronius*. Daarvan zijn prachtig verkiezelde stammen gevonden, onder meer bij Chemnitz uit het Onder-Perm (zo'n 280 miljoen jaar). In de stam zijn fraai de luchtwortels te zien, die de stevigheid gaven (foto 10). De kern van zo'n worteltje bestaat uit een stervormige vaatbundel, de reden waarom deze stenen Staarsteine genoemd worden.

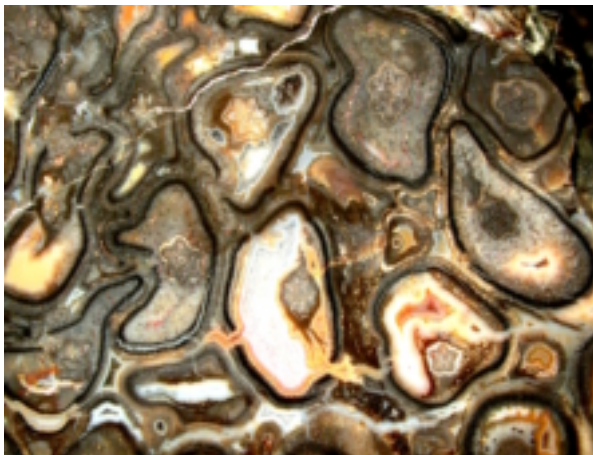
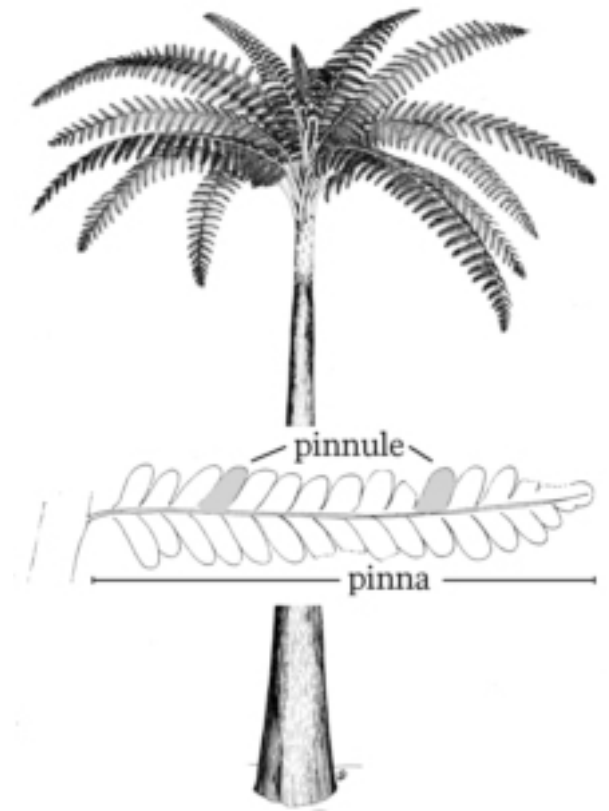


Foto 10: Stukje wortelmantel van *Psaronius*. Onder-Perm (290 miljoen jaar), Chemnitz (Dld). Breedte 2,5 cm. - fotografie: Hans de Kruyk.

In afbeelding 2 is een reconstructie van de *Psaronius* te zien. De bladeren, *Pecopteris*, worden meestal separaat gevonden, in andere lagen. De *Pecopteris* is te herkennen aan de blaadjes van de laatste orde, de pinnulen (afbeelding 3), die een veervormige nervatuur hebben en breed aangehecht zijn. Foto 8 toont een *Pecopteris*-blad uit Graissessac, Zuid-Frankrijk.

Ook in afzettingen uit de Jura komen Marattia-achtige fossielen voor. Een voorbeeld daarvan is te zien op foto 11: een deel van een groot samengesteld blad, gevonden in de buurt van Bayreuth, Duitsland. De ouderdom is ongeveer 200 miljoen jaar (oudste Jura). Ook uit de beroemde fossiele flora van Noord-Yorkshire wordt een soort gemeld. Deze is ongeveer 150 miljoen jaar oud. De gelijkenis tussen de fossiele Marattia en de recente is zo groot, dat men het verantwoord heeft geacht om het fossiel dezelfde geslachtsnaam te geven als de recente varens.



Afbeelding 2: Reconstructie van de boomvaren *Psaronius* (Marattiales). Naar Stidd 1971.

Afbeelding 3: Het veertje heet pinna, een enkel blaadje pinnule.

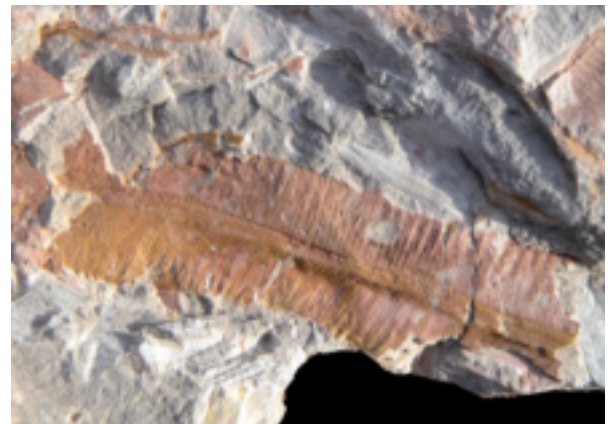


Foto 11: *Marattiopsis intermedia* (Marattiales). Onder-Jura (200 miljoen jaar). Bayreuth (Dld). Breedte van de foto 6 cm.

Ophioglossales

De Ophioglossales of addertong-achtigen leven in gematigde en koude gebieden. De planten hebben een ongeheel blad en een aparte sporenaar. Ook de maanvaren (*Botrychium*) en enkele andere geslachten horen bij deze groep.

De addertong-achtigen vormen maar een kleine groep. Dat is in het verleden niet anders geweest. Er zijn erg weinig fossielen in deze groep gevonden. De oudste daarvan zijn uit het Vroeg-Tertiair (60 miljoen jaar), relatief jong dus.

Leptosporangiate varens

Verreweg de meeste nog levende soorten behoren tot de leptosporangiate varens. Dat zijn er zo'n 11.500, verdeeld over 300 geslachten. De meeste soorten hebben geveerde bladeren, maar er zijn ook enkele met ongedeelde bladeren. De sporangia zijn steeds verenigd tot sori.

Er zijn teveel groepen om op te noemen. Over enkele, waarvan ook fossielen bekend zijn, wil ik graag iets zeggen.

Osmundales

Een oude orde is die van de Osmundales ofwel de koningsvarenachtigen. Deze gaat terug tot in het Laat-Perm (260 miljoen jaar). Er zijn nog drie recente geslachten binnen deze groep, namelijk *Osmunda* (Koningsvaren), *Todea* en *Leptopteris* met in totaal 16 soorten, terwijl er 150 fossiele soorten bekend zijn. Een voorbeeld van zo'n fossiel is *Todites* uit de Jura van Noord-Yorkshire (foto 12). *Cladophlebis* (foto 13) uit hetzelfde gebied heeft blaadjes die erg lijken op die van *Todea*. Dit zijn wellicht de steriele bladeren van *Todites*.

In het Krijt (70 miljoen jaar) heeft men fossielen gevonden die zoveel lijken op de moderne koningsvarens, dat



Foto 12: *Todites williamsonii* (Osmundales). Blaadjes met sporendoosjes. Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Breedte van de foto 2,6 cm.

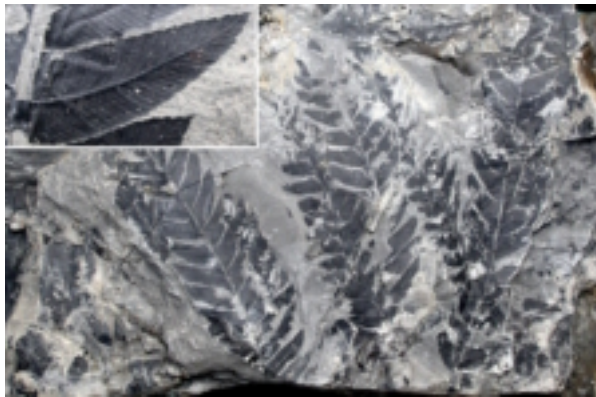


Foto 13: *Cladophlebis denticulata* (Osmundales). Inzet: detail. Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Breedte van de foto 20 cm.

men die tot het nog bestaande genus *Osmunda* rekt. Het lijkt er op dat de dimorfie (steriele bladeren en aparte sporenaren) bij de koningsvaren pas tamelijk recent is ontstaan.

Matoniaceae

Tot de Matoniaceae behoren twee nog bestaande geslachten: *Matonia* en *Phanerosorus*. De bladeren van *Matonia* zijn palmachtig samengesteld. In het Mesozoicum komt de familie vrij veel voor, zij het met een beperkt aantal soorten. Een voorbeeld is het genus *Phlebopteris* (foto 14) uit de Onder-Jura in de omgeving van Bayreuth (200 miljoen jaar).

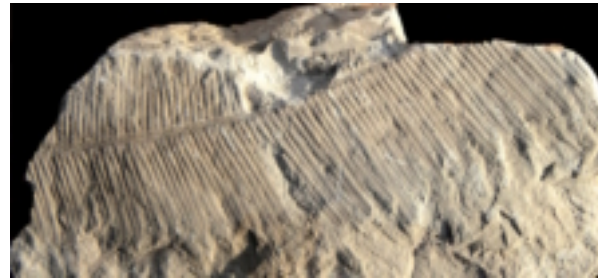


Foto 14: *Phlebopteris angustiloba* (Matoniaceae). Onder-Jura (200 miljoen jaar). Bayreuth (Dld). Breedte van de foto 16 cm.



Foto 15: *Dictyophyllum nilssonii* (Dipteridaceae). Onder-Jura (200 miljoen jaar). Bayreuth (Dld). Breedte van de foto 9 cm.

Dipteridaceae

Van Dipteridaceae zijn er nog twee recente genera: *Dipteris* (11 soorten) en *Cheiropleuria* (1 soort). De bladeren vertonen vaak een netvormige adering, waardoor zij enigszins aan moderne bloemplanten doen denken. Een voorbeeld van een fossiel is *Dictyophyllum* (foto 15) uit de Onder-Jura van Bayreuth.

Schizaceae

De oorsprong van de Schizaceae ligt waarschijnlijk in de Jura. *Klukia* (foto 16, op de volgende pagina) is een vrij veel voorkomend vormgenus binnen deze groep. Ook de klimvaren *Lygodium*, die tegenwoordig bladeren zonder bladschijf tot 10 m lang kan hebben, hoort bij deze familie. Foto 17, volgende pagina, toont een deelblaadje van *Lygodium gaudinii* uit het Midden-Tertiair van Zuid-Frankrijk (30 miljoen jaar).



Foto 16: *Klukia exilis* (Schizaceae). Veertje met sporendosjes. Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Hoogte van de foto 2,3 cm.



Foto 18: *Coniopteris hymenophylloides* (Dicksoniaceae). In het midden is een aplebia-achtig blaadje te zien. Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Hoogte van de foto 6 cm.



Foto 17: *Lygodium gaudinii* (Schizaceae). Deel van een blad van deze klimvaren. Midden-Tertiair (30 miljoen jaar). Manosque (F). Hoogte van de foto 4 cm.



Foto 19: *Eboracia lobifolia* (Dicksoniaceae). Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Breedte van de foto 5 cm.

Dicksioniaceae

De Dicksioniaceae is een familie van boomvaren. Binnen deze familie worden vijf bestaande genera onderscheiden, waaronder natuurlijk de prehistorisch aandoende *Dicksonia* boomvaren. Veel planten hebben haren en schubben op de bladeren en de rhizomen (dat zijn meestal horizontaal, ondergronds groeiende stengels). De sori kunnen randstandig zijn, maar ze kunnen ook de hele achterkant van het blad bedekken.

Fossielen van planten in deze groep worden gevonden vanaf het begin van de Jura (200 miljoen jaar). Voorbeelden van fossielen zijn *Coniopteris* (foto 18) en *Eboracia* (foto 19) uit de Midden-Jura van Noord-Yorkshire.

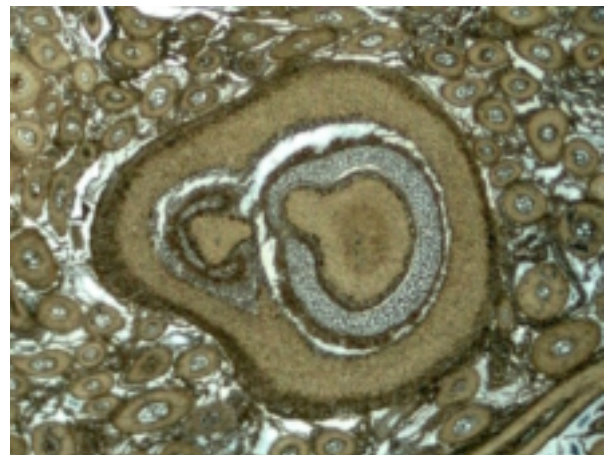


Foto 20: *Tempskya* sp. Stengeldoorsnede met daaromheen een massa worteltjes. Krijt (100 miljoen jaar). Idaho (VS). Grootste diameter van het stengeltje 5 mm.



Afbeelding 4: Reconstructie van de boomvaren *Tempskyia*. Naar Andrews & Kern, 1947.

Tempskyaceae

De Tempskyaceae is een uitgestorven familie van varens met een schijnstam. Die stam bestaat uit een groot aantal vertakkende stengeltjes, ingebed in de hen omringende luchtworteltjes. Dus niet, zoals bij andere boomvarens, een echte stam met daaromheen een wortelmantel, maar vertakkende stengeltjes met worteltjes die de ruimte tussen de stengeltjes opvullen.

Op foto 20 onderaan de vorige pagina, is een stukje schijnstam te zien met een stengeltje en vele worteltjes. Afbeelding 4 is een bekende reconstructie van de *Tempskyia*-'boom'. Deze familie kwam alleen voor tijdens het Krijt (120 – 65 miljoen jaar).

Polypodiales

De orde Polypodiales is genoemd naar de eikvaren (*Polypodium*). De groep omvat veel bekende geslachten en gaat terug tot in het Krijt. Zo'n 80 % van alle nog levende varens behoort tot deze groep, die gezien wordt als een van de 'modernste'. In de wortelmantel van de boomvaren *Tempskyia* uit het Boven-Krijt (90 miljoen jaar) heeft men wortels gevonden van een varen uit deze familie.

Salviniales

Van de Salviniales of watervarens zijn weinig fossielen bekend. Misschien stammen ze uit het Laat-Krijt (80 miljoen jaar).

Radiaties

Binnen de varenachtige planten en de varens hebben zich drie grote radiaties (perioden waarin nieuwe typen ontstaan) voorgedaan:

- in het Paleozoïcum: vooral tijdens het Carboon zijn veel nieuwe groepen ontstaan,
- in het Laat-Perm en de vroege Trias: voor en na de grote uitsterving aan het einde van het Perm (250 miljoen jaar) hebben zich veel moderne families ontwikkeld,
- in het Laat-Krijt en het Paleoceen: voor en na de grote uitsterving aan het einde van het Krijt (65 miljoen jaar) verschenen de meer geavanceerde moderne families en de moderne geslachten.

De derde radiatie ging min of meer gelijk op met de opkomst van de moderne bloemplanten (angiospermen, bedektzadigen). Het is goed mogelijk dat door de veranderingen nieuwe niches werden gevormd die mogelijkheden boden voor nieuwe varensorten.

Dominantie

Varens hebben in de geschiedenis van de flora meestal een bescheiden rol gespeeld, die waarschijnlijk samenhang met hun afhankelijkheid van vochtige standplaatsen. Toch is er een periode geweest waarin zij volstrekt dominant waren. Dat was de tijd direct na de inslag van de grote meteoriet aan het einde van het Krijt (65 miljoen jaar geleden).

Uit onderzoek naar varensporten en stuifmeel is naar voren gekomen dat de varens gedurende een periode van 10 .000 tot 100 .000 jaar de gehele aarde overdekt hebben. Daarna namen de bloemplanten het heft weer in handen.***

Dankwoord

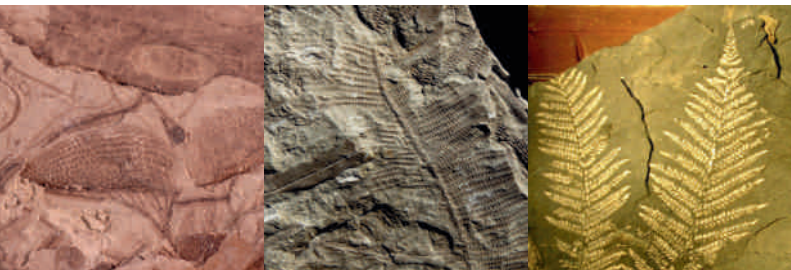
Graag wil ik Prof. Dr. Hans Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Wilhelmsuniversiteit te Münster hartelijk danken voor het (uitgebreid) becommentariëren van het ontwerp van het artikel en voor foto 5.

Literatuur

Taylor, T.N., Taylor E.L. & Krings, M., 2009. Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants [2nd Ed]. New York: Academic Press.

Thomas B., 1982. De evolutie van planten en bloemen. Lannoo, Tiel, Bussum.

Op de website van Hans Steur, www.fossieleplanten.nl, is nog veel meer informatie over andere fossiele plantengroepen te vinden.



Kleine geschiedenis van de varens

Gedurende de jubileum-expositie in de Hortus was een uitgebreide collectie varenfossielen te bewonderen. De geschiedenis van deze fossielen wordt in dit artikel besproken aan de hand van een aantal opvallende geslachten.

An admirable collection of fern fossils was exhibited during the 25th jubilee of the Dutch Fern Society. The histories of these fossils is discussed in this article on the basis of a number of notable genera.

Eine bewundernswerte Sammlung von Farnfossilien wurde im Rahmen des 25-jährigen Jubiläums der niederländischen Farngesellschaft ausgestellt. Die Geschichten dieser Fossilien werden in diesem Artikel auf der Grundlage einer Reihe von bedeutenden Gattungen dargestellt.

Tekst en foto's: Hans Steur (steurh@xs4all.nl)

Inleiding

De oorsprong van de varens, zoals we die nu kennen, is in nevelen gehuld. De alleroudste macroscopische fossielen van landplanten zijn in Ierland gevonden en dateren uit het Midden-Siluur (425 miljoen jaar oud). Het zijn vorkvormig vertakkende miniplantjes zonder bladeren of bloemen maar met een sporangium aan het eind van de stengeltjes. Afbeelding 1 toont een iets jonger fossiel uit deze groep van *Cooksonia*-achtige planten, dat ik gevonden heb aan de kust van Zuid-Wales.

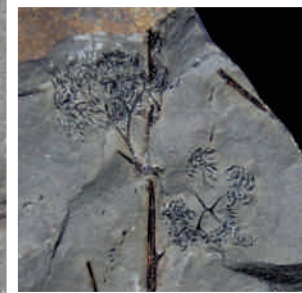
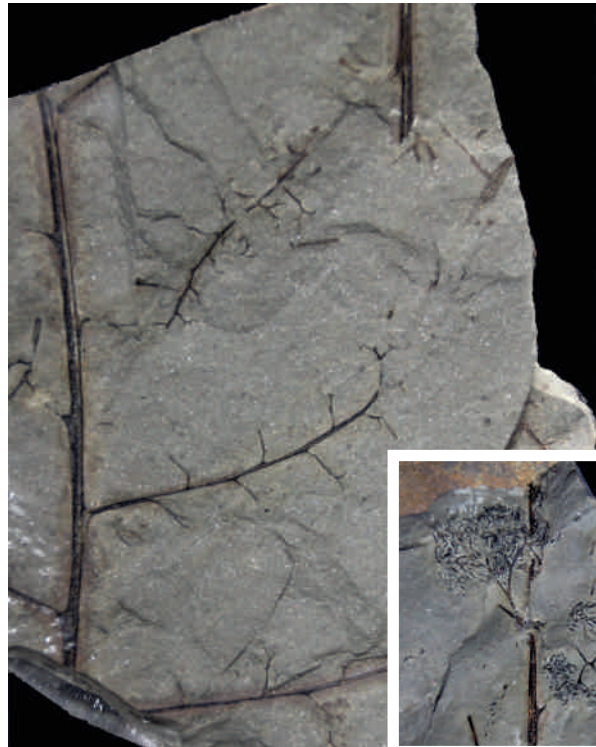
Bijna even oud (maar een fractie jonger) zijn vondsten van wolfsklauwachtige fossielen in Australië, Canada en China, *Baragwanathia* genaamd. Het lijkt er op dat *Baragwanathia* aan de basis staat van de groep wolfsklauwachtige planten, terwijl *Cooksonia* stamouder kan zijn van alle andere vaatplanten. In beide groepen gaat het om sporenplanten.

Tijdens het Vroeg-Devoon (rond 400 miljoen jaar terug) ontwikkelde zich hieruit een meer gedifferentieerde flora, die evenwel nog steeds relatief laag bleef (tot zo'n 50 cm). Er ontstonden soorten met micro- en macrosporen en via deze weg zijn in het Midden-Devoon de eerste primitieve zaadplanten ontstaan. De macrosporen ontwikkelden zich tot zaden, de microsporen tot stuifmeel. Afbeelding 2 toont een van de oudste zaadplanten, *Moresnetia* geheten. Deze is 360 miljoen jaar oud en komt uit de buurt van Dinant (B).

In het Midden-Devoon ontstonden ook de eerste boomvormige planten, terwijl er in het Laat-Devoon (360 miljoen jaar) al bomen van 10 meter hoog waren. Blaadjes waren er echter nog maar weinig.



Afbeelding 1 *Cooksonia pertoni*, een van de oudste landplanten. Boven-Siluur (415 miljoen jaar). Zuid-Wales. Hoogte van de plant 3,7 cm.



Links: afbeelding 2 *Moresnetia zaleskyi*, één van de oudste zaadplanten. Boven-Devoon (365 miljoen jaar). Luik (B). Hoogte van de foto 10 cm.

Rechts: afbeelding 3 *Rhacophyton condrusorum*: eindvertakkingen. Luik (B). Boven-Devoon (365 miljoen jaar). Breedte van de foto 7 cm.

Inzet: afbeelding 4 *Rhacophyton condrusorum*: cluster van sporangia. Luik (B). Boven-Devoon (365 miljoen jaar). Breedte van de foto 2 cm.

Een plantengeslacht dat tot de vroege varenachtigen gerekend wordt, is *Rhacophyton*. Afbeeldingen 3 en 4 zijn van fossielen van deze plant die in de omgeving van Luik gevonden zijn. Ze zijn uit het Laat-Devoon (360 miljoen jaar). Op afbeelding 3 is een twijgje te zien, dat nog geen blaadjes heeft, maar wel regelmatig geplaatste vertakkinkjes. Die kleine vertakte zijtakjes lijken al wat op kleine varenblaadjes. Dat kan een beginstadium geweest zijn in het ontstaan van varenachtige bladeren. Afbeelding 4 toont de sporangia, die bij deze plant in clusters staan.

Zimmerman heeft in 1930 een theorie gelanceerd, waarbij hij een aantal evolutionaire processen beschrijft, die onder meer leiden tot het ontstaan van varenachtige bladeren, zie afbeelding 5.

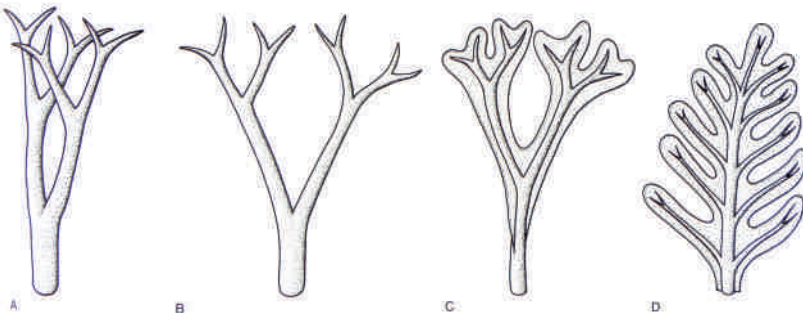
Een van de processen is planatie of afplatting (B). Hierbij komen vertakkingen die deel uitmaken van een driedimensionaal geheel in één vlak te liggen. Voordeel kan zijn dat meer licht wordt opgevangen.

Een ander proces is webbing of verweving (C). Daarbij raken de vertakkingen met elkaar verbonden door celweefsel en ontstaat een soort bladschijf.

Als de zijtakjes regelmatig aan weerszijden van een as geplaatst zijn, is het voor te stellen dat een varenachtig blad ontstaat (D).

Natuurlijk is dit slechts een theorie, maar veel van de tussenfasen zijn inderdaad aangetroffen. Zo zitten de laatste zijtakjes bij *Rhacophyton* regelmatig om en om aan de as. Toch zal deze plant geen directe voorouder van de varens zijn omdat de stengels secundair hout bevatten, wat bij varens bijna niet voorkomt.

Afbeelding 5 Fasen in de evolutie van het blad volgens de teloomtheorie van Zimmermann [1].

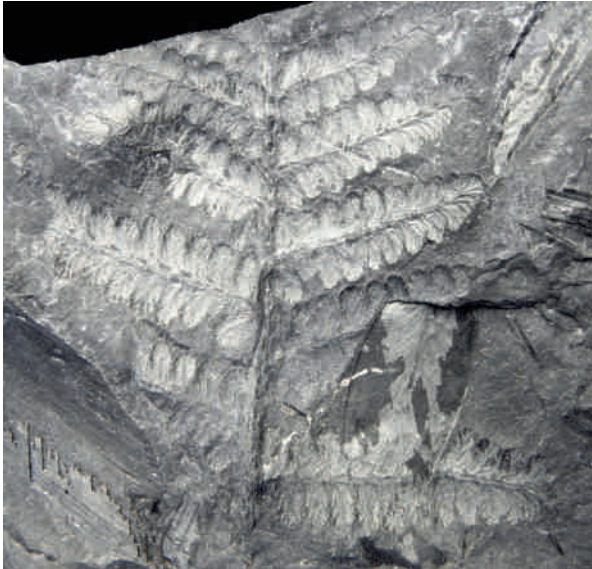


A. Driedimensinaal vertakkende assen.

B. Planatie of afplatting: de takjes komen in één vlak te liggen.

C. Webbing of verweving: de takjes raken verbonden door celweefsel.

D. Er ontstaat een varenachtig blad.



Afbeelding 6 *Alloiopteris similis* (Zygopteridales). Onder-Carboon (330 miljoen jaar). Ibbenbüren (D). Hoogte van de foto 4 cm.

Aan het eind van het Devoon verschijnen de eerste echte varens. Zij hoorden tot de orde van de Zygopteridales en ze hadden echte blaadjes, hoewel die nog klein waren. De vele geslachten en soorten in deze groep worden vooral van elkaar onderscheiden op grond van de structuur van de stammen en stengels. Afbeelding 6 toont de soort *Alloiopteris similis* uit het Boven-Carboon, die ook tot deze groep behoort. De gehele groep is uitgestorven.

Alle andere groepen varenachtige planten hebben nog levende vertegenwoordigers. Deze groepen zijn de *Marattia*-achtigen (Marattiales), de addertong-achtigen (Ophioglossaceae), de leptosporangiate varens, de *Ptilotum*-achtigen (Ptilotaceae) en de paardenstaarten (Equisetales). De laatste twee groepen laten we hier buiten beschouwing. De *Marattia*- en de addertong-achtigen werden vroeger samen tot de eusporangiate varens gerekend: het zijn varens met relatief grote sporangia, die veel sporen bevatten. De overige echte varens behoren alle tot de leptosporangiate varens, die kleine, meestal gesteelde sporangia hebben met een kleiner aantal sporen.

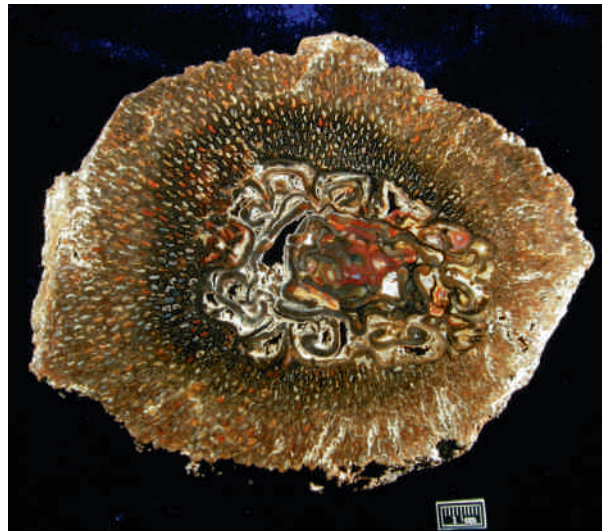


Marattia-achtige varens

Het bekendste geslacht uit deze groep is *Pecopteris*. De soorten uit dit genus hebben met elkaar gemeen dat de blaadjes van de laatste orde over de hele breedte aan het asje vastzitten. Een voorbeeld is te zien op afbeelding 7: *Pecopteris miltoni* van de Piesberg bij Osnabrück. De sporangia zijn bij dit exemplaar duidelijk te zien.

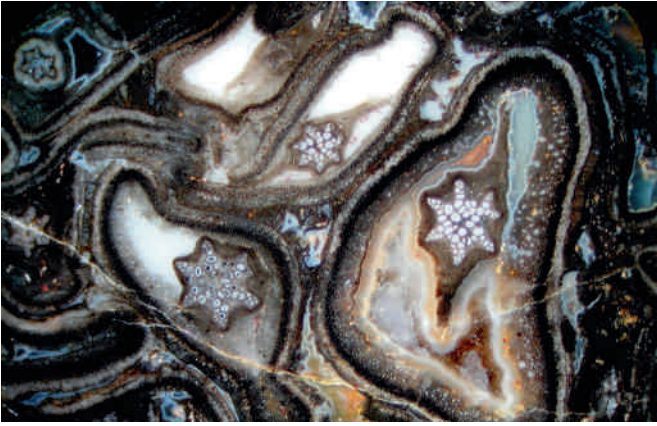
Pecopteris-bladeren zaten aan bomen met de naam *Psaronius*. In en bij de stad Chemnitz in Duitsland zijn prachtig verkiezelde stammen van deze boom gevonden, waarin de structuur geheel intact gebleven is. Die verkieseling heeft plaatsgevonden bij een enorme, verwoestende vulkaanuitbarsting 290 miljoen jaar geleden (in het Perm). Daarbij is al het bos dat er toen groeide in een grote cirkel verbrand, maar in een ring daarbuiten zijn de stammen bij de op de uitbarsting volgende regens doordrenkt met kiezelhoudend water. De karakteristieke structuur van de varenboom met primair hout in het midden en een mantel van luchtworteltjes daaromheen, is mooi te zien in afbeelding 8. Afbeelding 9 toont een stukje van de wortelmantel, waarbij de houtige kernen van de worteltjes als sterretjes bewaard zijn gebleven. De verdere inhoud van de worteltjes is geagatiseerd.

Naast boomvormige varens waren er in het Laat-Carboon ook kruidachtige, zoals de *Renaultia* van afbeelding 10. Het gaat dan steeds om vormen met fijn verdeelde bladeren, waarvan (nog) niet bekend is wat de systematische plaats is.



Afbeelding 8 Doorsnede van een stam van de varenboom *Psaronius*. In het midden het primair hout, daaromheen de wortelmantel. Foto R. Rößler. Onder-Perm (290 miljoen jaar), Chemnitz (Dld). Diameter van de stam 30 cm.

Afbeelding 7 *Pecopteris miltoni* (Marattiales). Boven-Carboon (310 miljoen jaar). Piesberg (Dld). Hoogte van de foto 8 cm. Let op de duidelijk zichtbare groepjes van sporangia.



Afbeelding 9 Stukje wortelmantel van *Psaronius*. De sterretjes zijn de houtige kernen van de luchtworteltjes. Onder-Perm (290 miljoen jaar), Chemnitz (Dld). Breedte van de foto 1,1 cm.



Afbeelding 10 Vers gevonden varen *Renaultia gracilis*. Boven-Carboon (310 miljoen jaar). Piesberg (Dld). Breedte van de foto 21 cm.



Afbeelding 11 *Neuropteris attenuata*, deel van een zeer groot blad van een zaadvaren. Boven-Carboon (310 miljoen jaar). Piesberg (Dld). Hoogte van de foto 75 cm.

Zaadvarens

Varenachtige bladeren komen heel veel voor in het fossielenbestand van het Boven-Carboon. In de meeste gevallen echter waren dat de bladeren van zaaddragende planten, de zogeheten zaadvarens. Deze naam is misleidend omdat het niet om varens maar om naaktzadige planten gaat. De varenachtige bladvorm was dominant in het Laat-Carboon, maar het was pas in het allerjongste Carboon dat de (echte) varens dominant werden. Het prachtige stuk van afbeelding 11 is een deel van een blad van een zaadvarenboom.

Er zijn nog heel wat varenachtige fossielen waarvan niet bekend is of ze van een echte varen of van een zaadvaren zijn. Het wachten is in zo'n geval op een vondst van een aangehecht zaad of van een blad met sori. Meestal veroorzaakt zo'n vondst dan ook een verandering van de naam van het fossiel.

Marattia-achtigen in het Jura

Marattia-achtige fossielen komen nu nog voor in de tropen en zijn beperkt tot zuidoost-Azië. Fossielen uit deze groep zijn onder meer gevonden in afzettingen in de buurt van Bayreuth, waar ze rond 200 miljoen jaar oud zijn. Afbeelding 12 toont een deel van een groot samengesteld blad dat behoort tot het genus *Marattiopsis*. De karakteristieke plaatsing van de langwerpige sori is hierbij goed te zien.

In de beroemde Jura-flora van Noord-Yorkshire zijn fossielen gevonden, die geplaatst zijn in het nog bestaande genus *Marattia*, wat erop wijst dat de gelijkernis met de recente planten van dit geslacht bijzonder groot is. Hetzelfde is het geval met het 'levende fossiel' *Ginkgo*.

Addertong-achtigen

Deze groep wordt ook wel Ophioglossales genoemd, naar de Latijnse naam *Ophioglossum* voor addertong. Ook de maanvaren (*Botrychium*) en enkele andere geslachten horen bij deze groep.

De planten hebben een ongedeelde blad en een aparte sporenaar. Ze leven in gematigde en koude gebieden en vormen maar een kleine groep.

Dat is in het verleden niet anders geweest. Er zijn erg weinig fossielen in deze groep gevonden. De oudste daarvan zijn uit het Vroeg-Tertiair (60 miljoen jaar): relatief jong dus.

Leptosporangiate varens

Verreweg de meeste soorten moderne varens behoren tot deze groep. Dat zijn er zo'n 11.500 verdeeld over 300 genera. Ze hebben met elkaar gemeen dat de sporangia klein zijn en relatief weinig sporen bevatten, terwijl de sporangia steeds verenigd zijn tot sori.

Voor een volledig overzicht verwijs ik naar het 2,5 kg wegende boek van Taylor [1], maar over enkele groepen wil ik graag iets zeggen.



Afbeelding 12 *Marattiopsis intermedia* (Marattiales) Let op de sporangia. Onder-Jura (200 miljoen jaar). Bayreuth (Dld). Hoogte van de foto 5 cm.

Osmundales

Een oude orde is die van de Osmundales ofwel de koningsvarenachtigen. Deze gaat terug tot in het Perm (250 - 200 miljoen jaar). Er zijn nog drie recente geslachten binnen deze groep, nl. *Osmunda* (koningsvaren), *Todea* en *Leptopteris* met in totaal 16 soorten, terwijl er 150 fossiele soorten bekend zijn. Een voorbeeld van zo'n fossiel is *Todites* uit het Jura van Noord-Yorkshire (Afbeelding 13). *Cladophlebis* (afbeelding 14) uit hetzelfde gebied heeft blaadjes die erg lijken op die van *Todea*. Dit zijn wellicht de steriele bladeren van *Todites*.

In het Krijt (70 miljoen jaar) heeft men fossielen gevonden die zoveel lijken op de moderne koningsvarens dat men die tot het nog bestaande genus *Osmunda* rekent.

Het lijkt er op dat de dimorfie bij de koningsvaren (steriele bladeren en aparte sporenaar) pas tamelijk recent is ontstaan.



Links: afbeelding 13 *Todites williamsonii* (Osmundales). Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Breedte van de foto 5 cm.

Midden: afbeelding 14 *Cladophlebis denticulata* (Osmundales). Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Breedte van de foto 3 cm.

Linksonder: afbeelding 15 *Coniopteris hymenophylloides* (Dicksoniaceae). Midden-Jura (150 miljoen jaar). Noord-Yorkshire (Eng). Breedte van de foto 3,5 cm.

Onder: afbeelding 16 *Phlebopteris angustiloba* (Matoniaceae). Onder-Jura (200 miljoen jaar). Bayreuth (Dld). Hoogte van de foto 10 cm.



Dicksioniaceae

Binnen deze familie van boomvarens worden vijf bestaande genera onderscheiden, waaronder natuurlijk de prehistorisch aandoende *Dicksonia* boomvaren. Fossielen van planten in deze groep worden gevonden vanaf het begin van het Jura (200 miljoen jaar). Een voorbeeld van een fossiel is *Coniopteris* (afbeelding 15) uit het Midden-Jura van Noord-Yorkshire.

Matoniaceae

Tot deze familie behoren nog twee bestaande geslachten: *Matonia* en *Phanerosorus*. De bladeren van *Matonia* zijn palmachtig samengesteld. In het Mesozoïcum komt de familie vrij veel voor, zij het met een beperkt aantal soorten. Een voorbeeld is het genus *Phlebopteris* (afbeelding 16) uit het Onder-Jura in de omgeving van Bayreuth (200 miljoen jaar).



Afbeelding 17 *Dictyophyllum nilssonii* (Dipteridaceae). Onder-Jura (200 miljoen jaar). Bayreuth (Dld).
Hoogte van de foto 7 cm.



Afbeelding 18 De watervaren *Salvinia*. Boven: het fossiel *Salvinia reussi* uit Tsjechië, Mioceen (20 miljoen jaar).

Inzet *Salvinia natans* uit de Hortus botanicus te Leiden.

Dipteridaceae

Er zijn nog twee recente genera: *Dipteris* (11 soorten) en *Cheiropleuria* (1 soort). De bladeren vertonen vaak een netvormige adering, waardoor zij enigszins aan moderne bloemplanten doen denken. Een voorbeeld van een fossiel is *Dictyophyllum* (afbeelding 17) uit het Onder-Jura van Bayreuth.

Tempskyaceae

Dit is een uitgestorven familie van varens met een schijnstam. Deze bestaat uit een groot aantal vertakkende stengeltjes, ingebed in de hen omringende luchtworteltjes. Dus niet, zoals bij andere boomvarens, een echte stam met daaromheen een wortelmantel, maar vertakkende stengeltjes met worteltjes die de ruimte tussen de stengeltjes opvullen. Deze familie kwam alleen voor tijdens het Krijt (120 – 65 miljoen jaar). Het is ook de enige familie varens geweest die op deze manier de boomvorm heeft verwezenlijkt.

Polypodiales

Deze orde, die genoemd is naar de eikvaren (*Polypodium*) omvat veel bekende geslachten en gaat terug tot in het Krijt. Zo'n 80% van alle nog levende varens behoort tot deze groep, die gezien wordt als een van de 'modernste'. In de wortelmantel van de boomvaren *Tempskya* uit het Boven-Krijt (90 miljoen jaar) heeft men wortels gevonden van een varen uit deze groep.

Salviniales

Van deze watervarens zijn weinig fossielen bekend. Misschien stammen ze uit het Laat-Krijt (80 miljoen jaar). Toch kreeg ik bij toeval een stuk uit Tsjechië toegespeeld waarop duidelijke fossielen van de soort *Salvinia reussi* te zien zijn. Ze zijn ongeveer 20 miljoen jaar oud (Mioceen). Afbeelding 18 toont enerzijds het moderne plantje *Salvinia natans* en anderzijds het fossiel. De blaadjes van deze zeer afwijkende varens zitten in drietallen, waarvan twee blaadjes drijvend zijn en de derde de vorm van een worteltje heeft aangenomen. Op de drijvende blaadjes zitten rijen van bosjes haren, die ervoor zorgen dat de blaadjes droog blijven. De *Salvinia* is als een van de weinige varens heterospoor, maar de sporocarpes zijn als fossiel bijzonder zeldzaam.

Tot besluit

Varens hebben in de geschiedenis van de flora meestal een bescheiden rol gespeeld, die waarschijnlijk samenhangt met hun afhankelijkheid van vochtige standplaatsen. Toch is er een periode geweest waarin zij volstrekt dominant waren. Dat was de tijd direct na de inslag van de grote meteoriet aan het einde van het Krijt (65 miljoen jaar geleden). Uit onderzoek naar varens sporen en stuifmeel is naar voren gekomen dat de varens gedurende een periode van 10.000 à 100.000 jaar de gehele aarde overdekt hebben. Daarna namen de bloemplanten het heft weer in handen.***

Literatuur

- 1) Taylor, T.N., Taylor E.L. & Krings, M., 2009. *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants* [2nd Ed]. New York: Academic Press.
- 2) Thomas B., 1982. *De evolutie van planten en bloemen*. Lannoo, Tielt, Bussum.

Tentoonstelling 'Vierhonderd miljoen jaar planten'

door Hans Steur
steurh@xs4all.nl
www.fossieleplanten.nl

In het Gelders Geologisch Museum te Velp (Gld.) is onder de titel 'Vierhonderd miljoen jaar planten' een tentoonstelling ingericht die een beeld geeft van de evolutie van de landplanten vanaf de allereerste dwergachtige plantjes in het Laat-Siluur tot de rijke flora van nu. De tentoonstelling bestaat geheel uit stukken uit mijn verzameling, die ik in de loop van 45 jaar, samen met mijn vrouw, heb bijeengebracht. Normaalgesproken zijn de meeste fossielen opgeborgen in één van de vele kratten in de schuur en bevindt het overzicht daarvan zich op de etiketten op de kisten en in de database. Op dit moment liggen de beste stukken mooi uitgesteld met naam en toelichting en op chronologische volgorde in de vitrines van het Gelders Geologisch Museum.



Afb. 1. Palmvoet met wortelkluif uit de Noordzee nabij de monding van de Thames. Eoceen (50 miljoen jaar). Hoogte van het fossiel 30 cm, gewicht: 4,3 kg.

De tijdlijn is redelijk compleet, maar fossielen uit Trias en Krijt zijn vergeleken met de andere geologische perioden minder goed vertegenwoordigd. Aan die laatste tekortkoming is bij het verschijnen van dit artikel misschien al voldaan omdat de tentoonstelling tussentijds kan worden aangepast en er in mei een bezoek aan een Krijt vindplaats van fossiele planten op het programma staat.

De tentoonstelling omvat in totaal acht vitrines. Bij de ingang van het museum staat vitrine 1 met stukken uit diverse tijdperken, alsmede twee 'levende fossielen': *Psilotum*, een tropisch onkruid, en *Selaginella*, een wolfsklauwtje waarvan al 300 miljoen jaar geleden vergelijkbare familieleden leefden. Dan volgen zes horizontale vitrines met de volgende indeling: Vitrine 2: Planten uit het Laat-Siluur en het Devoon; Vitrines 3 en 4: Planten uit het Carboon en het Perm; Vitrine 5: Planten uit het Mesozoïcum (voornamelijk Jura); Vitrine 6: Planten uit het Tertiair; Vitrine 7: Versteend 'hout': *Prototaxites*, *Calamites*, *Psaronius*, *Tempskya*, Coniferenhout en Loofhout.

Bij deze vitrines wordt op een aantal panelen uitleg gegeven in de vorm van foto's, tekeningen en korte tekstjes. Ten slotte is er nog vitrine 8 met grote stukken. Van iedere vitrine bespreek ik hieronder een interessant stuk.

Vitrine 1: palmvoet uit London Clay

In vitrine 1 is het fossiel van een palmvoet, compleet met wortelkluif, een absoluut museumstuk (afb 1). Het stuk is opgevist door Arnhemse vissers in het zuidelijk deel van de Noordzee. Het is waarschijnlijk afkomstig uit de formatie *London Clay*, die zowel aan de noord- als aan de zuidkant van de Thamesmonding aan de oppervlakte komt en die hoofdzakelijk uit mariene klei bestaat. Door het afkalven van de kust kan het fossiel losgekomen zijn. De ouderdom is ongeveer 50 miljoen jaar (Eoceen). De temperatuur op aarde was toen ongeveer 8 à 10 graden Celsius hoger dan nu en in dit deel van Europa moeten destijds dus palmen gegroeid hebben. Van het eiland Sheppey, in het Engelse graafschap Kent, zijn ook fossiele palmzaden bekend.

Vitrine 2: Laat-Siluur en Devoon

De beginperiode van de landplanten wordt getoond in vitrine 2. Aanvankelijk waren het heel kleine plantjes, van slechts enkele centimeters hoog; langzamerhand verschenen de wat hogere planten, nog zonder blaadjes en zonder bloemen. Pas halverwege het Devoon verschijnen de eerste bomen en de eerste planten met zaadjes.

Voor verzamelaars is dit een moeilijke periode omdat de planten vaak slechts fragmentarisch bewaard zijn gebleven en omdat ze nog zo weinig specifieke kenmerken hebben. Anderzijds zijn de planten uit deze tijd bijzonder interessant omdat ze het begin van de ontwikkeling van de flora op land laten zien.

Een topstuk is een 3 cm hoog exemplaar van het oudste landplantje: *Cooksonia pertoni* (afb. 2). We hebben het rond 410 miljoen jaar oude plantje gevonden in het grensgebied van Engeland en Wales. De stengels vertakten vorkvormig en dragen bovenaan (platte) sporangia. Het bladgroen van deze



Afb. 4. *Otovicia hypnoides*, een conifeer. Onder-Perm (280 miljoen jaar). Lodève (Fr.). Breedte foto 9 cm.

Afb. 2. *Cooksonia pertoni*, de oudste landplant. Boven-Siluur (410 miljoen jaar). Shrewsbury (Engeland). Hoogte van de plant 3 cm.

soort bevond zich in de stengels. *Cooksonia pertoni* groeide op riviervlakten die zo nu en dan onder water kwamen te staan. Omdat ze nog geen wortels hadden, werden ze gemakkelijk door het water meegesleurd, waarna de resten als 'haksel' op een rustige plek werden afgezet. Complete plantjes als in afb. 2 zijn daarom erg zeldzaam. De foto van dit exemplaar (!) staat nu in veel studieboeken en siert zelfs het omslag van het blad Genome Research uit de VS.

Vitrines 3 en 4: Carboon en het Perm

Vitrine 3 is helemaal gevuld met stukken uit het Boven-Carboon. In die periode waren grote delen van Europa en Noord-Amerika bedekt met moerassen waarin boomvormige paardenstaarten, wolfsklauwen en cordaiten - een geslacht van naaktzadige bomen en struiken met lange, lintvormige bladeren - in enorme aantallen groeiden, te midden van een kruidachtige vegetatie. De veenlagen die daarbij gevormd werden, zijn in de loop van de tijd omgezet in steenkool. Van tijd tot tijd 'verdronk' het moeras door een te grote aanvoer van water en werd het bedekt met een laag modder. Het is deze laag waarin de plan-



Afb. 3. *Annularia sphenophylloides*, blaadjes van een paardenstaartboom. Boven-Carboon (300 miljoen jaar). Nyrany (Tsjechië). Breedte van de foto 6 cm.

Afb. 5. Blaadje van *Ginkgo huttonii*. Midden-Jura (160 miljoen jaar). Noord-Yorkshire. Hoogte van de foto 7 cm.



tenresten gefossiliseerd zijn. In de groeves zie je de plantenlaag daarom direct boven de kolenlaag zitten.

Uit deze vitrine kies ik een op het oog onaanzienlijk fossieltje uit de bekende groeve van Nyrany in Tsjechië. Het is loof van een paardenstaartboom: de 300 miljoen jaar oude *Annularia sphenophylloides* (afb. 3 en voorplaat). Het is misschien moeilijk om het in de vitrine te ontdekken, maar de foto onthult de schoonheid van dit fossiel. Het is haast niet voor te stellen dat aan tot 20 m hoge bomen zulke kleine blaadjes groeiden. Wat opvalt bij de *Annularia*-soorten is dat alle blaadjes in één vlak liggen met de vertakkingen.

Vitrine 4 bevat eveneens fossielen uit het Carboon en het Perm. In het Vroeg-Perm zijn er in Europa nog steeds lokaal steenkoolmoerassen, bijvoorbeeld in wat nu Thüringen is. Het klimaat was echter bezig grondig te veranderen doordat alle continenten tegen elkaar aan kwamen te liggen en één supercontinent (Pangea) ontstond. Door de enorme oppervlakte van het binnenland van Pangea ontstond er een extreem landklimaat, met hete zomers en koude winters. De moerasplanten van het Carboon stierven grotendeels uit en een nieuwe vegetatie evolueerde, met planten die goed bestand waren tegen droogte, hitte en koude. Een bekend voorbeeld daarvan is de conifeer *Walchia piniformis*. Afb. 4 en de voorplaat tonen een exemplaar van een andere conifeer: *Otovicia hypnoides*. Deze hebben we gevonden in een oude groeve bij Lodève. Dit fossiel is ongeveer 280 miljoen jaar oud. De fossielen uit deze periode zijn meestal getransporteerd door stromend water en daardoor vaak als fragmenten gefossiliseerd.

Vitrine 5: het Mesozoïcum

Vitrine 5 is gewijd aan het Mesozoïcum, met name aan de Jura. De tijd vanaf het Vroeg-Perm tot in het Vroeg-Krijt wordt wel *het tijdperk van de naaktzadigen* genoemd. De wouden werden toen gedomineerd door coniferen, cycassen, ginkgo's en een groep op cycassen lijkende planten die bloemen hadden: de Bennettitales (hiervoor is geen Nederlandse naam beschikbaar). Daarnaast waren er natuurlijk de kruidachtige planten zoals varens, paardenstaarten en wolfsklauwen. Dit is de flora waarin de dino's leefden! Via de uitwerpselen (coprolieten) van deze dieren kan soms achterhaald worden wat voor plantaardig voedsel ze aten. Uit deze vitrine heb ik twee planten geselecteerd: ten eerste een blaadje van het 'levende fossiel' *Ginkgo huttonii*, dat we verzameld hebben aan de kust in het noorden van Yorkshire (afb. 5 en de voorplaat). Tijdens de Jura en het Krijt waren er veel soorten *Ginkgo*, maar tijdens het Tertiair en vooral tijdens de laatste ijstijden zijn ze allemaal, op één na, uitgestorven. Die soort, de *Ginkgo biloba*, is nu in veel tuinen en parken te vinden. De blaadjes lijken als twee druppels water op de uitgestorven soorten van 160 miljoen jaar geleden.



Afb. 6. *Williamsonia gigas*, 'bloem' van een plant uit de groep Bennettitales (zie tekst). Midden-Jura (160 miljoen jaar). Noord-Yorkshire. Breedte van de foto 12 cm.

Het tweede fossiel uit deze vitrine is de 'bloem' *Williamsonia gigas* (afb. 6). Dit is de vrouwelijke bloem van de op een cycas lijkende plant *Zamites gigas*, die ook aan deze kust van Yorkshire wordt gevonden. Lange tijd is gedacht dat de oorsprong van de moderne bloemplanten terug te voeren zou zijn op deze Bennettitales-groep, maar tegenwoordig wordt aangenomen dat de bloemen zich in beide groepen, onafhankelijk van elkaar, ontwikkeld hebben. In het museum van Whitby zijn mooiere exemplaren van deze bloemen te bewonderen, maar ik ben toch blij een exemplaar te hebben.

Vitrine 6: Tertiair

Het Tertiair komt aan bod in vitrine 6. Het is de periode na de inslag van de reuzenmeteoriet aan het eind van het Krijt, ca. 65 miljoen jaar geleden. Al tijdens het Krijt begonnen de bloemplanten (de bedektzadigen) sterk naar voren te komen en op den duur drongen ze de naaktzadigen naar de achtergrond. Na de K/T-grens werd de dominantie van de bloemplanten nog sterker. De efficiëntere voortplanting zal daar zeker een oorzaak van geweest zijn. Tijdens het Tertiair leek de vegetatie al sterk op de huidige flora, al verschilden de soorten nog van de nu levende planten. De oudste planten in deze vitrine zijn uit het Paleoceen van Sé-

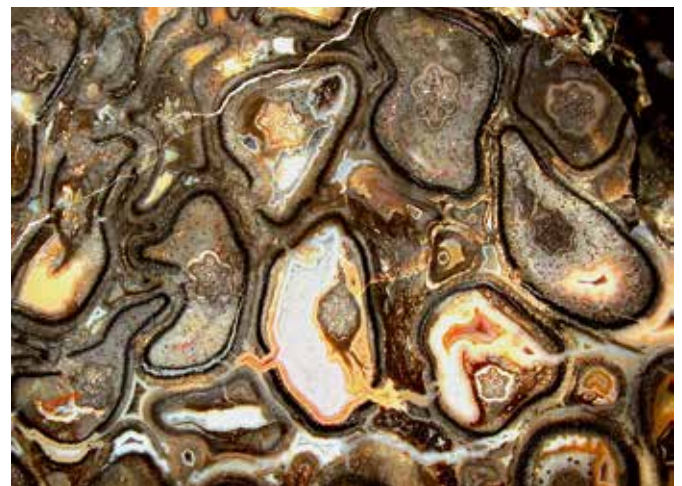
Afb. 7. Blaadje van een iep, een haagbeuk of een berk. Oligoceen (30 miljoen jaar). Manosque (Fr.). Hoogte van de foto 6 cm.



zanne (bij Reims). Ze zijn ongeveer 60 miljoen jaar oud en zijn gevormd in travertijn (zoetwaterkalksteen). De meeste vondsten zijn echter afkomstig uit het Oligoceen van het Bekken van Manosque (30 miljoen jaar). We hebben daar vele malen verzameld (zie ook mijn artikel in Gea 1993-4: 'Oligocene planten uit het Bekken van Manosque (Zuid-Frankrijk): een mooie maar problematische afdrukflora'). Het mooie blaadje van afb. 7 is van een iep (ongelijke bladvoet), berk of haagbeuk. De variatie in bladvorm bij deze bomen is zo groot dat het fossiel niet met zekerheid gedetermineerd kan worden. Als toegift ligt er ook het fossiel van een kikker met een los, afgebroken pootje in de vitrine (afb. 10). Verder zijn er nog enkele bladfossielen in diatomiet (verharde diatomeeënaarde) uit de Ardèche met een ouderdom van 8 miljoen jaar. Erg jong dus...

Vitrine 7: versteende stammen

Vitrine 7 is gevuld met versteende stammetjes. Meestal spreekt men van *versteend hout*, maar de stammen van palmen en boomvarens hebben geen (secundair) hout. Deze stammen zijn op een andere manier gevormd. Bovendien was *Prototaxites* waarschijnlijk een paddenstoel...



Afb. 8. Stukje wortelmantel van de varenboom *Psaronius*. De sterretjes zijn de houtige vaatbundels van de luchtworteltjes. Onder-Perm (290 miljoen jaar). Chemnitz (Dld.). Breedte van de foto 2,5 cm.

Als stammen van coniferen en loofbomen zodanig verkiezeld zijn dat de celstructuur bewaard is gebleven, kan het lonen om er slijpplaatjes van te maken. Dit moet dan gebeuren in drie richtingen: dwars, radiaal (in de lengterichting van de stam en door het midden) en tangentiaal (in de lengterichting en evenwijdig aan een raakvlak). Door de celstructuren vervolgens onder de microscoop te bestuderen, kan de houtsoort gedeetermineerd worden. In de vitrines en op de panelen zijn veel microfototo's te zien van de prachtige structuren die de slijpplaatjes hebben opgeleverd.



Afb.9. Deel van een blad van de zaadvarenboom *Neuropteris attenuata*. Boven-Carboon (300 miljoen jaar). Piesberg (Dld.). Hoogte van de foto 80 cm.



Afb. 10. Kikker met afgebroken pootje. Oligoceen (30 miljoen jaar). Bekken van Manosque (Fr.). Hoogte van kop tot teen: 13 cm.

zaadvaren *Neuropteris attenuata* uit de Piesberg (afb. 9 en de voorplaat). Het bestaat uit drie onderling verbonden veren van elk ongeveer 60 cm. Het fossiel maakte ooit deel uit van een enkele meters groot blad van een zaadvarenboom. Interessant is ook een miniboompje uit het Midden-Devoon.

Als topper wil ik de varenboom *Psaronius* er uit lichten. Bij Chemnitz (in Duitsland, vlakbij de grens met Tsjechië) is rond 290 miljoen jaar geleden een enorme vulkaanuitbarsting geweest waarbij veel stammen prachtig verkiezeld zijn. Bij de *Psaronius*-stammen is op gepolijste doorsneden en op slijpplaatjes heel fraai te zien hoe de primaire houtkern omgeven is door een mantel van luchtworteltjes, waarbij elk worteltje een stervormige houtkern heeft (afb. 8). Verzamelaars spreken dan ook van *Staarsteine*. Op een elektronisch fotolijstje wordt een sterrenshow vertoond.

Aanwezige groepen: *Prototaxites* (waarschijnlijk een zwam), hout van *Calamites*, hout van *Cordaites*, coniferenhout, palm'hout', *Psaronius*, *Tempskya*, loofhout.

Vitrine 8: grote stukken

En dan is er nog de staande vitrine 8 met grote stukken. Het meest opvallend daarin is het 35 kilo wegende fossiel van de

Veel van de tentoongestelde fossielen zijn te zien op mijn website www.fossieleplanten.nl. In het museum zijn verder nog vele andere fossielen, zwerfstenen en een zeer grote verzameling mineralen te zien.

Bij de realisatie van de tentoonstelling heeft Cathrien van de Ree, medewerkster van het Gelders Geologisch Museum, een belangrijke rol gespeeld.

De tentoonstelling loopt nog tot en met 30 september 2013.

*Adres: Gelders Geologisch Museum,
Parkstraat 32, 6881 JG Velp*

Openingstijden: dinsdag t/m zondag van 12 – 17 uur.

Toegangsprijs: € 6,- (t/m 12 jaar: € 3,-), met museumkaart gratis. Groepen (min. 15 personen): € 3,- p.p.

*Website van het Gelders Geologisch Museum:
www.geologischmuseum.nl*



De laatste van de Atrypida:

Costatrypa variabilis, een ongewone Brachiopode uit het Boven-Devoon van Boussu-en-FAGNE

SJOERD WENDELAAR BONGA
SJOERD.WENDELAAR@SCIENCE.RU.NL

HANS STEUR
STEURH@XS4ALL.NL

De aanleiding tot het schrijven van dit stukje is de vondst van meerdere 'gekraagde' brachiopoden tijdens een excursie van de Werkgroep Fossielen Wageningen naar de groeve La Cimetière bij Boussu-en-Fagne in 1990 (Afb. 2). Lang geleden dus. De groeve is inmiddels omgevormd tot een natuurterrein. Maar deze fossielen hebben bij mij (HS) telkens weer de vraag opgeworpen waarom ze die kraag hadden. Dit temeer omdat ik daar nergens informatie over kon vinden, zelfs niet in de twee dikke delen van de beroemde Treatise van Moore (1965) over brachiopoden. Met veel geblader vond ik een enkele brachiopode die iets vergelijkbaars vertoonde, maar een beschrijving of uitleg stond er niet bij.



AFBEELDING 1 LINKER PAGINA. | Binnen aanzicht van rugklep van *Costatrypa variabilis*, met de beide spiraalvormig gewonden armen van de lofofoor. De geribbelde kraag, deels afgebroken (rechts onder) steekt uit buiten de armen. Hoogte van de foto 4 cm. Collectie en foto: H.S.

Toen ik vorig jaar de kisten met fossielen van Boussu nog eens doorkeek, ontdekte ik dat er veel meer van dit soort brachiopoden in zaten. Zes vrijwel volledige exemplaren waarvan er één ook de spiraalarmen liet zien, en nog een aantal incomplete. Met hulp van het internet zijn Sjoerd en ik er achter gekomen dat het om de soort *Costatrypa variabilis* gaat die in 1970 door Jacques Godefroid als eerste is beschreven (Afb. 3). Deze naamgeving werd ons bevestigd door Bernard Mottequin, een specialist op het gebied van de Atrypida, de diergroep waartoe het geslacht *Costatrypa* behoort.

Wij grijpen deze gelegenheid aan om het een en ander te vertellen respectievelijk op te halen over brachiopoden in het algemeen, om op basis van die informatie te komen tot conclusies met betrekking tot bouw – uiteraard met name de kraag – en levenswijze van *Costatrypa variabilis*. Deze soort leefde aan het einde van het Devoon, in één van de woeligste periodes van het Palaeozoïcum en staat model voor het grote aanpassingsvermogen dat de brachiopoden in deze periode kenmerkte.

Brachiopoden (S.W.B. en H.S.)

Brachiopoden behoren tot de stam (fylum) van de Lophophorata, samen met de Bryozoa (mosdiertjes) en enkele kleinere diergroepen. Momenteel leven er nog maar 300 soorten. Maar de huidige bescheiden status van de brachiopoden staat in scherp contrast met hun glorieuze verleden toen zij een dominante positie innamen in veel mariene ecosystemen. Er zijn ruim 30.000 soorten beschreven, voornamelijk uit het Palaeozoïcum, toen de brachiopoden de tweekleppigen (Bivalvia, behorend tot de stam van de Mollusca, de weekdieren) volledig domineerden. Na het uitsterven van de meeste soorten en families, ongeveer 250 miljoen jaar geleden aan het eind van het Perm, beleefden de brachiopoden nog een tweede tamelijk bescheiden bloeitijd in de Jura, maar daarna ging het snel achteruit en werden de rollen omgekeerd: de tweekleppigen namen de vooraanstaande plaats in de mariene ecosystemen van hen over. In hun bloeitijd demonstreerden de brachiopoden een hoge mate van flexibiliteit, zoals uit hun schelpbouw is af te leiden.

Het lichaam van deze dieren wordt net als bij de tweekleppigen omsloten door een schelp met twee kleppen. Maar anders dan bij de tweekleppigen zijn de kleppen van de brachiopoden tweezijdig symmetrisch en verschillen ze duidelijk van elkaar. Ze worden buikklep (ook wel steeklep) en rugklep (of armklep) genoemd (Afb. 4). Daardoor onderscheiden ze zich van de kleppen van de tweekleppigen die we tegenwoordig veel op het strand vinden: deze zijn elkaars spiegelbeeld (met oesters als uitzondering). De schelpen van brachiopoden vinden we hoogst zelden op het strand want ze leven momenteel vrijwel alleen in diep water en op een harde ondergrond.



AFBEELDING 2. | De groeve La Cimetière bij Boussu en Fagne in 1990, toen er nog gezocht kon worden. Foto's Antonio Pierik.

Twee groepen

De brachiopoden worden traditioneel ingedeeld in twee hoofdgroepen: de Inarticulata en de Articulata (zie Milson en Rigby, 2009 voor recente alternatieve indelingen). De eerste groep, waarbij de kleppen met spiertjes bij elkaar worden gehouden, is de oudste en deze was in het Onder-Cambrium al vertegenwoordigd. De Articulata, met een complex getand scharnier, kennen we vanaf het Midden-Cambrium en deze overheersten de Inarticulata al snel daarna in soortenrijkdom en diversiteit. Voor een overzicht van de soortenrijkdom van de brachiopoden, zie Winkler Prins (1989, 1990, 1991).



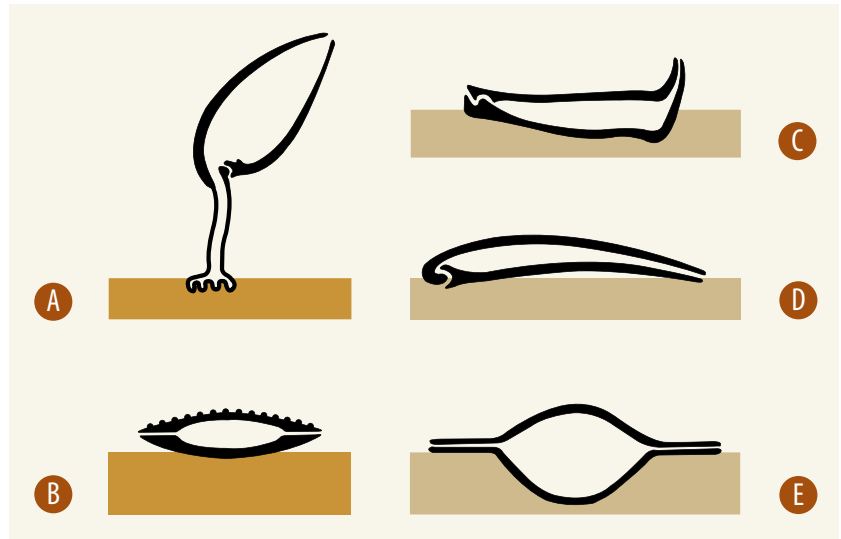
AFBEELDING 3. | *Costatrypa variabilis*, met kraag. Drie exemplaren uit de groeve La Cimetière te Boussu-en-Fagne. Hoogte met kraag 30-33 mm. Collectie en foto's: H.S.

Leefwijze

Brachiopoden behoren, net als de tweekleppigen, tot de dieren die minuscule voedseldeeltjes (zoals éencelligen en larven van ongewervelde dieren) uit het water opnemen. Daar is een waterstroom langs een vangmechanisme voor nodig. Baleinwalvissen, die ook een dergelijke voedingsstrategie gebruiken, bewegen door het water, nemen via het openen van de bek veel water op en persen dit door hun baleinen door het sluiten van de bek, waarbij het plankton achterblijft. Dit vergt veel energie. Tweekleppigen en brachiopoden laten het water een groot deel van het werk doen: zij zitten op één plaats, zetten de kleppen voor lange tijd open en maken gebruik van de beweging van het water en van een vangmechanisme met een door trilharen getransporteerde slijm laag. Brachiopoden beschikken over lofoforen als vangmechanisme. Elk dier heeft er één, met twee armen (vandaar de naam armpotigen, of Brachiopoda in het Latijn). Het water komt de schelp aan de zijanten binnen en wordt geleid over de armen met uitsteeksels die met heel fijne trilharen zijn bezet en verlaat het dier via een uitstroomopening in het midden. Het gevangen voedsel wordt naar de mondopening geleid. Bij veel brachiopoden rollen de armen lusvormig of spiraalvormig op wanneer de dieren groter worden. Dat was ook het geval bij *Costatrypa variabilis* (Afb. 1).



AFBEELDING 5. | De terebratulide *Terebratula costae*. Aanzicht van rugklep; aan de bovenzijde is de rand van de buikklep zichtbaar, met steelopening. Hoogte van de schelp 7,5 cm; Novoli, Lecce, Mioceen. Collectie S.W.B.; foto: H.S.



AFBEELDING 4. | Overlangse (A - D) en dwarse doorsnede (E) van de kleppen van brachiopoden op een harde (A,B) of zachte (C-E) ondergrond. A: een terebratulide met een steel en een voetje dat is verankerd met uitlopers in de harde ondergrond; de linker klep is de buikklep, de rechter de rugklep; B: een craniide die met de buikklep is gecementeerd op de harde ondergrond; C: *Leptaena*, een strophomenide, ingezakt in een zachte bodem, met opstaande randen aan de (onderliggende) buik- en (bovenliggende) rugklep; D: een strophomenide met de bolle buikklep boven, gelegen op een zachte ondergrond; E: *Costatrypa variabilis* liggend met de kraag (kr) op een zachte ondergrond.

Verankering

Om niet met de waterstroom te worden meegevoerd moeten de dieren stevig op hun plaats kunnen blijven. De meest bekende manier van verankering is met behulp van een steel, gevormd van collageen met wat spiertjes en met een vertakt voetje of soms een borsteltje als uiteinde. Bij gesteelde articulate brachiopoden vinden we in de buikklep, vlakbij het scharnier, een opening (foramen) waar de steel doorheen gaat (Afb. 4A, 5). Brachiopoden worden geboren als larven en zweven dan door het water. Dan groeit de steel uit en hechten ze zich op een vast substraat, zoals een rotsbodem of een koraalrif. Door het uitscheiden van kalkoplosmiddelen door de uiteinden van de voetjes worden kleine gaatjes geboord waarin uitsteeksels van de voetjes worden vastgekit (Afb. 4A). Dit proces is goed te volgen bij nu nog levende soorten. De karakteristieke gaatjespatronen zijn al bekend vanaf het Ordovicium en hebben als sporenfossiel zelfs eigen geslachtsnamen gekregen, zoals *Podichnus*.

Brachiopoden worden vrijwel altijd afgebeeld als gesteelde exemplaren. Voor de nu nog levende soorten is dat terecht. Ook de fossiele brachiopoden uit Jura, Krijt en Tertiair waren vrijwel altijd gesteeld, zoals we kunnen concluderen uit de aanwezigheid van een steelopening. Toch doet het gesteelde model de diergroep als geheel onrecht, vooral als het om het Paleozoïcum gaat. Het hechten van een steel vereist een harde ondergrond. Maar op de meeste plaatsen is de zeebodem zacht en modderig of zanderig. Vanaf het Cambrium tot nu toe zijn maar heel weinig gesteelde soorten bekend die zich in zacht substraat weten te redden. De inarticulate Lingulida, die tot de oudste brachiopoden worden gerekend, kunnen dat wél. Zij hebben een sterk gespierde, contractiele steel die onderin een buisvormige gang is vastgehecht. Wanneer er gevaar dreigt kan het dier zich hierin terugtrekken. Nog een enkele andere soort is in staat om zich in zandige bodems te verankeren, bijvoorbeeld door zich met een borstelvormig uiteinde aan hun voet in het zand te verankeren. Terwijl de zachte modderige bodems met kalkslib of klei sinds lang worden overheerst door de tweekleppigen, waren in het Paleozoïcum deze bodems het onbetwiste domein van de brachiopoden. En daar heersten in die tijd de steelloze soorten.

Costatrypa variabilis, die de aanleiding vormde voor het schrijven van dit stuk vanwege zijn bijzondere kraag, hoort tot de vele soorten uit die tijd die hun hele

leven, of het grootste deel daarvan doorbrachten zonder steel. Die werd niet aangelegd of al snel na het larvale stadium afgeschaft waarna het steelgat dichtgroeide. Hoe vonden deze dieren een vaste plek? Er blijken verschillende oplossingen te zijn gevonden. We zullen hiervan een aantal laten passeren en komen dan terug op de vorm en waarschijnlijke levenswijze van onze *Costatrypa* en de groep waartoe deze behoort: de orde Atrypida.

Varianten van verankering

Sommige soorten steelloze brachiopoden, zoals de inarticulate Craniida, hebben evenals het overgrote deel van de gesteelde soorten veelal een harde ondergrond nodig. Ook zij vertegenwoordigen een heel oude groep die al bekend is uit het Cambrium, maar leven net als de Lingulida ook nu nog, waardoor we hun levenswijze goed kennen (Afb. 4B, 6). In Nederland worden ze fossiel gevonden in het Limburgse Boven-Krijt. Veel van deze soorten hechten zich, na een zwerftocht als larve, op een harde ondergrond. Daarbij wordt hun buikklep vastgemetseld met een soort kalkcement op bijvoorbeeld een rots, een koraal of een zee-egel.

Bij de articulate brachiopoden vinden we met name bij één groep, de Strophomenida, verschillende andere oplossingen voor een steelloos bestaan. Daardoor waren deze dieren in staat te leven op zachte, modderige bodems. Ze hechten zich als larve nog wel met een (meestal korte) steel aan de ondergrond, maar als ze wat groter werden, kozen ze al snel voor een leven zonder steel. Dit zien we bijvoorbeeld bij de *Leptaena*-achtigen, een groep soorten die goed bekend is bij kenners van het Siluur van Gotland of het Onder-Devoon van de Eifel en de Ardennen. Bij deze dieren hebben beide kleppen een opstaande rand die varieerde in hoogte. Hoe flexibel de dieren in feite waren, is geanalyseerd door de Zweed

Ole Hoel (2005). Hij concludeerde dat in ondiep water met flinke stroming en sedimentatie de steel vaak tijdens het volwassen leven bleef bestaan. Op wat rustiger plaatsen konden de dieren zich vastcementerend op de ondergrond, waarna de steel degenereerde en de steelopening dichtgroeide. Op nog rustiger en diepere plekken met kalkslib en kleiige modder lagen de dieren vaak los op het sediment. Ze bleven op hun plaats door hun stevige en dus vrij zware buikklep weg te laten zakken in de modder. De opstaande rand, die soms flink uitgroeide, zorgde er voor dat de in- en uitstroom van het water ongehinderd kon plaatsvinden en er geen sediment in de lichaamsholte kon binnenstromen (Afb. 4C, 7).

Andere strophomeniden die in een modderige omgeving hebben geleefd, bezaten vrij grote en lichte kleppen, waarbij de buikklep licht convex en de rugklep licht concaaf was. Ze lagen waarschijnlijk met de bolle kant naar boven, wat de meeste stabiliteit gaf in stromend water (Afb. 4D, 8). Deze dieren konden kennelijk voorkomen dat ze in de modder wegzakten door hun grote oppervlak en bleven op hun plaats omdat ze door hun platheid weinig weerstand boden aan het water. Veel brachiopodenfamilies stierven uit aan het eind van het Devoon. Maar de strophomeniden, waaronder veel bewoners van zachte bodems, wisten zich heel goed te handhaven in het Carboon en Perm en behoorden zelfs tot de weinige overlevenden van het grote uitsterven aan het eind van het Perm, toen 90 procent van de brachiopodenfamilies verdween. Een belangrijke groep vormen de Productacea, waaronder de vrij be-



AFBEELDING 6. | Buitenzijde en binnenzijde van de rugklep van een craniïde. De groep dankt zijn naam (cranium = schedel) aan de spierafdrukken ("ogen") en het aanhechtpunt van de lofofoor ("neus") van de rugklep. Boven-Krijt, Denemarken. Hoogte kleppen: 13 mm. Collectie S.W.B.; foto: H.S.



AFBEELDING 7. | Rugklep (l) en buikklep (r) van *Leptaena depressa*. Siluur, Muldeformatie, bij Djupvik, Gotland. Hoogte van de buikklep: 26 mm. Collecties H.S. en S.W.B.; foto: H.S.

kende soort *Horridonia horribilis* uit het begin van het Trias. Deze ontleent zijn merkwaardige naam aan de lange holle stekels die van de zware buikklep in de zachte bodem staken, een verankering vergelijkbaar met de huizen-op-palen die men vroeger op de zachte modderige bodem in Amsterdam bouwde. De strophomeniden vormden dus een omvangrijke groep met een groot aantal specialisten met een steelloze leefwijze. Ze leefden vanaf het Ordovicium tot in de Jura.

Costatrypa variabilis

Wat valt er over onze gekraagde *Costatrypa variabilis* te concluderen? Zoals eerder vermeld behoorde dit dier tot een heel andere groep, namelijk de orde van de Atrypida. Dit was een grote en in Siluur en Devoon zeer succesvolle groep van brachiopoden die vooral leefde in vrij ondiepe maar warme tropische zeeën rond de evenaar. Ze zijn bekend vanaf het Ordovicium tot het einde van het Devoon. *C. variabilis* leefde in het Frasnien, in het Boven-Devoon, van ongeveer 376 tot 370 miljoen jaar geleden. Zijn leefgebied waren de bijzonder uitgestrekte tropische kustzeeën op de zuidflank van het continent Laurussia, bestaande uit het huidige Noord-Amerika en West- en Noord-Europa en om die reden ook wel Euramerika genoemd (Afb. 9). In die ondiepe zeeën die deel uitmaakten van de Rheïsche Oceaan ontwikkelden zich in het Devoon de grootste rifcomplexen ooit, met een omvang van enkele miljoenen vierkante kilometers. Ter vergelijking: het Groot Barrière Rif langs de Australische kust heeft 'maar' een omvang van 350.000 vierkante kilometer! Ten zuiden van Laurussia kwam het grote continent Gondwana langzaam maar zeker aanzetten. De oceaan tussen beide continenten werd daarbij langzaam dichtgedrukt, wat zijn hoogtepunt vond in het Carboon, toen Gondwana versmolt met Laurussia. De ontsluitingen waar nu fossielen van *C. variabilis* worden gevonden liggen in gebieden die in het Boven-Devoon lagen op het continentale plat aan de zuidflank van Laurussia. Onze exemplaren van *C. variabilis* komen uit het Synclinoorium van Dinant, een sedimentatiebekken dat in het Carboon licht werd geplooid. Behalve in de Ardennen wordt de soort gevonden in de Eifel en in het Poolse Heilig Kruis gebergte.



AFBEELDING 8. | De strophomenide *Xyphostrophia umbraculum*. M-Devoon, Givetien, Jebel Makrib, Marokko. Hoogte schelp: 49 mm. Collectie S.W.B.; foto: H.S.



AFBEELDING 9. | Reconstructie van de ligging van de continenten vlak na de overgang van Frasnien naar Famenien in het Boven-Devoon (367 miljoen jaar geleden). De huidige vindplaats Boussu-en-Fagne, Ardennen (oranje ster) lag in die tijd op het continentale plat van vEuramerika/Laurussia (hier aangegeven als North America met Baltica). De vindplaats vormde toen de bodem van een ondiepe zee in de tropische zone ten zuiden van de evenaar. Met dank aan Palaeios en A. White.

Hoewel alle door H.S. gevonden exemplaren beschikken over een kraag, zijn er in dezelfde groeve maar ook elders niet-gekraagde exemplaren van *C. variabilis* aangetroffen (Afb. 10). Dat verklaart het feit dat Godefroid bij zijn eerste beschrijving van de soort in 1970 nergens de kraag noemde of afbeeldde. Pas in het artikel van Godefroid & Hauser (2003) wordt een kraag getoond. Mottequin (2008) laat ook foto's van gekraagde exemplaren zien. Hoewel het mogelijk is dat een kraag afbreekt (Afb. 1), bijvoorbeeld bij het verspoelen van een klep, wijst het voorkomen van ongekraagde exemplaren er op dat die kraag pas werd gevormd als er behoefte aan was, als een speciale aanpassing aan bijzondere omstandigheden. Het ligt voor de hand dat het daarbij gaat om een aanpassing aan een zeer slappe bodem waar brachiopoden zonder kraag gemakkelijk in kunnen wegzakken. De matrix waarin deze fossielen zijn gevonden, wijst inderdaad op een modderig milieu. Een kraag zorgt voor oppervlakte-vergroting en daarmee voor een stabielere ligging van de schelpen, een effect dat vergelijkbaar is met dat van een sneeuwschoen (Afb. 4E). Daardoor waren de dieren waarschijnlijk in staat te leven op bodems die ontoegankelijk waren voor ongekraagde exemplaren.

Het bezit van een kraag was zeer bijzonder bij de brachiopoden, maar was niet uniek voor *C. variabilis*: ook bij de sterk verwante soorten *Costatrypa fossae* (Godefroid 1998) en *Costatrypa varicostata* (Racki en Balinski, 1998), die deels leefden in dezelfde periode, kwam dit wel voor.

Het einde van de Atrypida

De fossiele vondsten wijzen er verder op dat *Costatrypa variabilis* een echte overlevingskunstenaar was in roerige tijden. Zoals eerder vermeld zijn de Atrypida uitgestorven in het Boven-Devoon. Dit vond plaats bij één van de grootste ecologische rampen die zich op aarde hebben voorgedaan: de Kellwasser-crisis die een periode van meer dan 5 miljoen jaar besloeg in het Frasnien en eindigde op de grens van Frasnien en Famennien (ongeveer 370 miljoen jaar geleden). Deze crisis had een omvang die vergelijkbaar was met de ecologische crisis tijdens de Krijt/Tertiair overgang. Anders dan bij de grote Krijt/Tertiair-crisis zijn er geen aanduidingen gevonden dat een inslag van een meteoriet betrokken was bij de Kellwasser-gebeurtenissen. Het uitsterven begon toen de zeespiegel steeg en het zeewater in de ondiepe tropische gebieden flink kouder werd en arm aan zuurstof. In deze periode kwam het grote supercontinent Gondwana steeds dichterbij, waardoor mogelijk warme zeestromen rond de evenaar werden veranderd. Uit recent onderzoek in België is duidelijk geworden dat op het land op veel plaatsen het plantendek verdween door ondermeer grote bosbranden en erosie, waardoor de enorme koraalriffen in de kustzeeën werden overbelast met sedimenten (Kaiho *et al.*, 2013; Hillbun *et al.*, 2015). Naar schatting stierf 70% van de mariene diersoorten uit, waaronder veel brachiopoden. In de groeve Boussu-en-Fagne zijn de gevolgen nog duidelijk te zien in de bovenste lagen van het Frasnien die zijn afgezet in de tweede fase van de Kellwasser-crisis: de groene en zwarte schalies uit die tijd tonen aan dat er veel met organische stoffen verrijkte modder werd afgezet onder zuurstof-arme omstandigheden. Voorafgaand aan de heftigste fase van de Kellwasser-crisis waren er nog maar een paar soorten van de Atrypida te vinden in het bekken van Dinant. De meeste stierven al snel daarna ook uit. Uiteindelijk wordt alleen *Costatrypa variabilis* nog aangetroffen (Mottequin, 2008). De fossiele vondsten wijzen er dus op dat deze soort, met zijn kraag de echte specialist van modderige bodems, de laatste overlevende van de Atrypida was!

Dankwoord

Wij danken Prof. Dr. Antonio Pierik (University of Kaiserslautern) voor het opdiepen van de foto's van Afbeelding 1 en het fossiel van Afbeelding 10.



AFBEELDING 10. | *Costatrypa variabilis*. Exemplaren zonder kraag; Frasnien, Boussu en Fagne. Hoogte schelp 22 mm. Collectie Antonio Pierik, foto H.S.

Dr. Bernard Mottequin van het Royal Belgian Institute of Natural Sciences te Brussel danken wij voor het bevestigen van de determinatie van onze gekraagde fossielen van *C. variabilis*.

LITERATUUR

- Godefroid, J., 1970. *Caractéristiques de quelques Artypida du Dévonien belge. Annales de la Société Géologique de Belgique* 93, 87-126.
- Godefroid, J., 1998. *Le genre Costatrypa COPPER, 1973 (Brachiopoda, Atrypida) dans le Frasnien du sud de la Belgique. Bull. - Inst. R. Sci. Nat. Belg., Sci. Terre* 68: 97-114.
- Godefroid, J. & J. Hauser, 2003. *The Frasnian Pentamerida and Atrypida (Brachiopoda) from the Reichle quarry (Eifel, Germany). Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 73, 53-68.
- Godefroid, J. & S. Helsen, 1998. *The last Frasnian Atrypida (brachiopoda) in Southern Belgium. Acta Palaeontologica Polonica* 43, 241-272.
- Hillbun, K. & T. Playton, 2015. *Upper Kellwasser carbon isotope excursion pre-dates the FF boundary in the Upper Devonian Lennard Shelf carbonate system, Canning Basin, Western Australia. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 438, 180-190.
- Hoel, O.A., 2005. *Diversity and life habits of Silurian strophomenid brachiopods of Gotland. 47 pp, University of Uppsala.*
- Kaiho, K., S. Yatsu, M. Oba, P. Gorjan, J.-G. Casier & M. Ikeda, 2013. *A forest fire and soil erosion event during the late Devonian mass extinction. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 392, 272-280.
- Milson, C., & S. Rigby, 2009. *Fossils at a glance. Wiley-Blackwell. 172 p.*
- Moore, R. C., 1965. *Treatise on invertebrate paleontology, Part H 1,2. University of Kansas Press.*
- Mottequin, B., 2008. *Late middle to late Frasnian Atrypida, Pentamerida and Terebratulida (Brachiopoda) from the Namur-Dinant basin (Belgium). Geobios* 41, 493-513.
- Racki, G. & A. Balinski, 1998. *Late Frasnian Atrypida (Brachiopoda) from Poland and the Frasnian-Famennian biotic crisis. Acta Palaeontologica Polonica* 43, 273-304.
- Winkler Prins, C. F. *Brachiopoden, delen I-V, in Gea 1989-3, 1989-4, 1990-2, 1990-4 en 1991-2.*

Reisverslag Kinnekulle-Siljan

H. Steur

Zo'n 10 jaar geleden bezochten we de Zweedse eilanden Öland en Gotland. Diep onder de indruk van de schoonheid van de natuur en de auto zwaar beladen met fossielen, keerden we naar huis terug. Omdat we gehoord hadden dat er op Öland en Gotland niet meer gehakt en gegraven mag worden én omdat we toch wel graag nieuwe gebieden bezoeken, zijn we vorig jaar naar twee andere fossielenparadijzen gegaan: het gebied rond de berg Kinnekulle en het Siljangebied.

Hieronder volgt een verslag van onze ervaringen bij het verzamelen van fossielen. Voor kaartjes zij verwezen naar de genoemde literatuur.

Ter voorbereiding zijn we naar Enschede gereisd waar Wim en Annyta Vlasveld een lezing hielden over de geologie en de vondstmogelijkheden van beide gebieden. Verder beschikten we over een artikel in *Gea* van december 1975 van G. Zuidema over de berg Kinnekulle, over 2 artikelen in *Spirifer* van de Belgische Palaeontologische Vereniging van Dr. J. F. Geys over het Siljangebied en over een excursiegids uit 1960 waarin beide gebieden worden behandeld. De hierin beschreven vindplaatsen bleken ruim voldoende mogelijkheden op te leveren om ons 4 weken te laten verzamelen.

Kinnekulle

Via Frederikshavn-Göteborg bereikten we in 3 dagen rustig reizen ons eerste gebied, Kinnekulle, gelegen aan het reusachtige Vänermeer, dat in grootte het derde van Europa is. Vanaf Göteborg is het gebied in een paar uur via de E3 te bereiken. De berg Kinnekulle is vrij laag (zo'n 300 m). Dat hij nog niet weggeërodeerd is, is te danken aan een harde laag diabaas, die de erosie vertraagd heeft. De berg bevat lagen die, zonder onderbreking en zonder

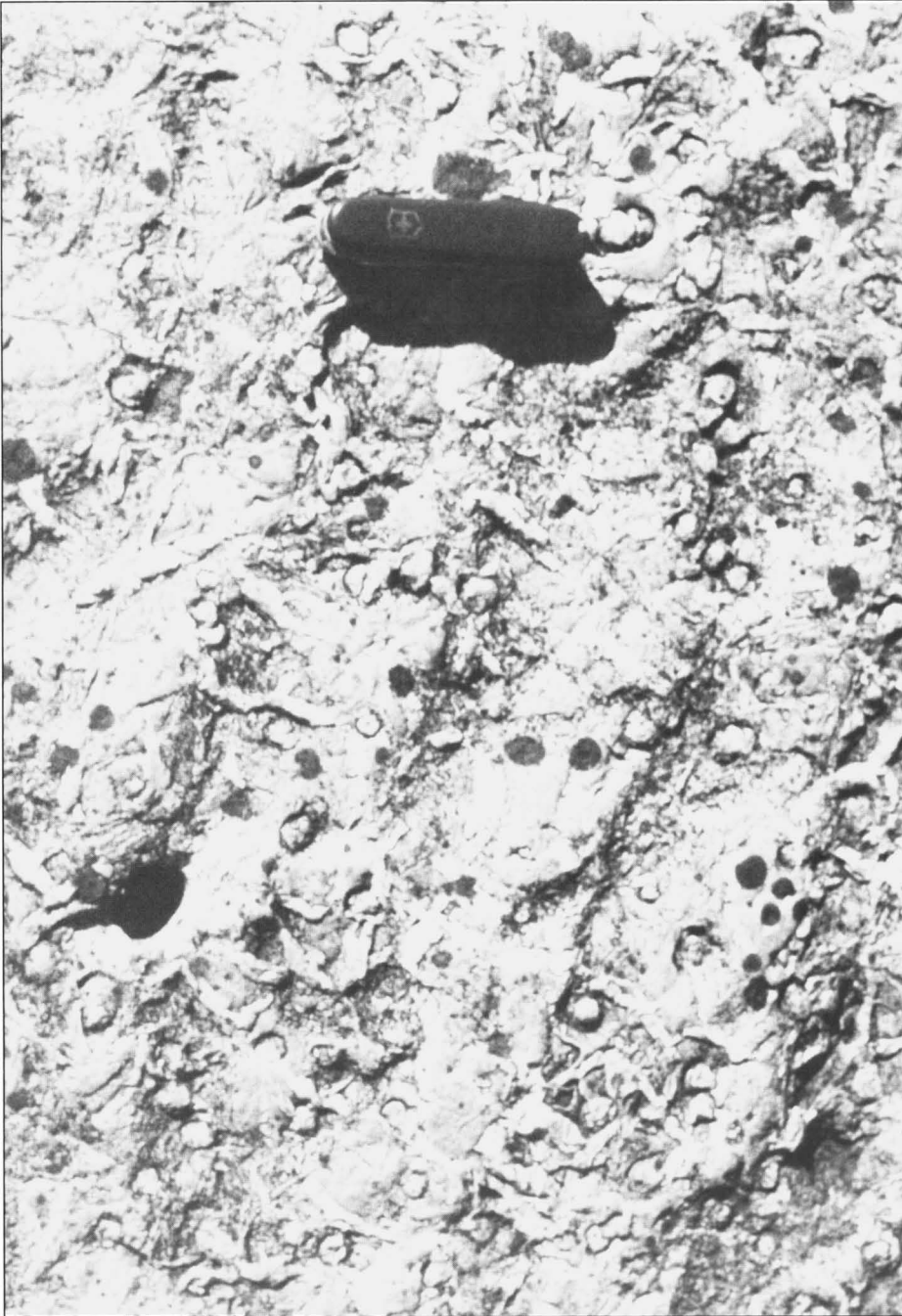
verstoring, vanaf het Onder-Cambrium tot en met het Onder-Siluur zijn afgezet. Niet alle lagen komen overigens aan de oppervlakte. Vrijwel overal zijn de lagen horizontaal en in oudere groeves zijn ze prachtig door verwerking blootgelegd.

Gekampeerd hebben we op de mooie camping aan het Vänermeer bij Hallerikis. Je wordt er iedere avond verleid om weer een foto van de zonsondergang te nemen. De voornaamste vindplaats in het gebied is de grote, niet meer in bedrijf zijnde, groeve bij Råbäck (Roobek). Daar is nog steeds veel te vinden, hoewel niet meer zoveel als G. Zuidema in 1975 schrijft. Er mag niet in het vaste gesteente gehakt worden, zo staat te lezen op het bordje dat vorig jaar geplaatst is. En volgens hetzelfde bordje mag er ook geen gesteente uit de groeve gedragen worden. Op het 'Touristbyra', boven op de berg, vertelde men echter dat dit slaat op grote hoeveelheden en grote stukken steen (armen wijd uitgebreid). Zonder gewetensbezwaar hebben we dus gehakt in de vele losliggende stenen en hebben we onze rugzakken gevuld. In de groeve is de onderste helft van het Ordovicium ontsloten, nl. de onderste en bovenste rode orthocerenkalk en daartussen de onderste grijze orthocerenkalk. Al deze lagen zijn fossielrijk. Vooral de trilobieten zijn er

goed vertegenwoordigd. En dan niet alleen koppen en staarten, maar ook complete. Doordat de groeve al een paar jaar niet meer wordt gebruikt, liggen ze niet meer voor het oprapen, maar er zijn nog steeds stukken steen te vinden waarin hele trilobieten zitten. Die moeten dan thuis verder uitgeprepareerd worden. Wij vonden enkele complete *Asaphus*-exemplaren, veel opgerolde en enkele gestrekte exemplaren van *Nileus armadillo*, pygidia van *Megistaspis gigas* (lang niet zo mooi als op Öland), een complete *Megistaspis extenuata* (beschadigd), fragmenten van *Niobe sp.* en nog enkele kleine soorten. De *Asaphus*-fossielen vonden we vooral bovenin de groeve aan de N.O.- en O.-zijde in rode kalk en zwarte leisteen, de *Megistaspis* in de roodpaarse orthocerenkalk in het N.O. en de *Nileus* vooral in de grijze orthocerensteen aan de Z.- en Z.O.-zijde tamelijk hoog in de groeve. Ook onderin vonden we diverse trilobieten. Verdere vondsten zijn kleinere *Orthoceras*-soorten, slakjes, enkele kleine opgerolde nautilusachtigen, bryozoën en een doodenkele graptoliet. Al met al was het leuk zoeken, met uitzicht op de vissers in het volgelopen onderste deel van de groeve en op het Vänermeer.



De grote groeve te Råbäck



Ondercambrische wormsporen bij het haventje van Råbäck.

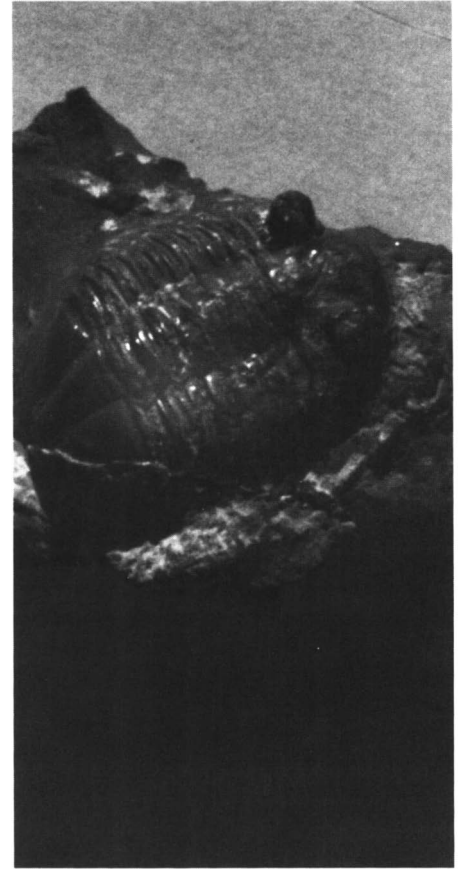


Nileus armadillo, Råbäck. Meerdere exemplaren waren op deze wijze 'gebroken'.

Osterplana en Trolmen

De beste vindplaats voor Cephalopoden (vnl. Endoceras) was het natuur-

gebied bij Osterplana (nr.14 op het bezienswaardighedenkaartje dat bij het VVV verkrijgbaar is). In dat gebied zie je al spoedig aan je rechterhand een oude groeve waarin duizenden 'staven' in de rode kalk zitten. Met wat geluk en inspanning zijn hier wel goede exemplaren uit te halen. Wij hebben er een Endoceras van 57 cm in drie stukken geborgen. Ook de cystoïdenkalk is hier aanwezig: een laag die vol zit met 'kristalappeltjes'. Het betreft hier de cystoïde *Sphaeronites* sp., die gevuld is met calciëtkristallen. Het is overigens zeer de moeite waard het natuurgebied verder door te wandelen: er staan prachtige planten zoals een soort langbladereprijs. Op het verste punt van de wandeling ziet men een oude groeve



Asaphus sp. Råbäck, 5 cm.



De graptoliet *Rastrites* sp., Högkullen, Onder-Siluur.



Onderordovicische lagen in Kinnekulle.

liggen met prachtig uitgeweerde horizontale lagen. Kristalappeltjes zijn veel mooier te vinden aan de westkant van de weg vlak ten N. van Västerplana (bij het bordje 'Västerplana'). Ze hebben daar duidelijk poriën en soms zijn de plaatjes te zien evenals de lichaamsopeningen. We hebben hier een stuk van 12 kg appeltjes geborgen.

Voor het Cambrium kun je het beste naar de oude groeve van Trolmen gaan. Daar loopt een half overwoekerd wandelpad doorheen, dat naar de oude groewewand leidt. Onderin de wand is 'stinkstone' vol met Agnostuskoppen en -staarten te vinden. Er komen stukken voor van zeer goede kwaliteit, sommige zelfs met witte schaal,

maar daar moet flink naar gezocht worden. Kijk vooral onderaan bij de waterlijn. Wat hoger zitten de vervellingen van *Olenus gibbosus* en van *Sphaerophthalmus*, een heel klein trilobietje waarvan het cranidium op 3 speldekopjes naast elkaar lijkt. Nog hoger vind je de resten van *Peltura*. Bij de ingang staan wilde kersen, die evenmin te versmaden zijn.

Cambrische lagen zijn er ook in een oude groeve bij Brattefors, in de buurt van Kinne-Kleva. Hier is een autoracebaan in de groeve aangelegd, zodat men niet direct van een oase van rust kan spreken. In een niet gebruikt deel van de groeve vonden we *Peltura*, maar de vondsten waren minder goed

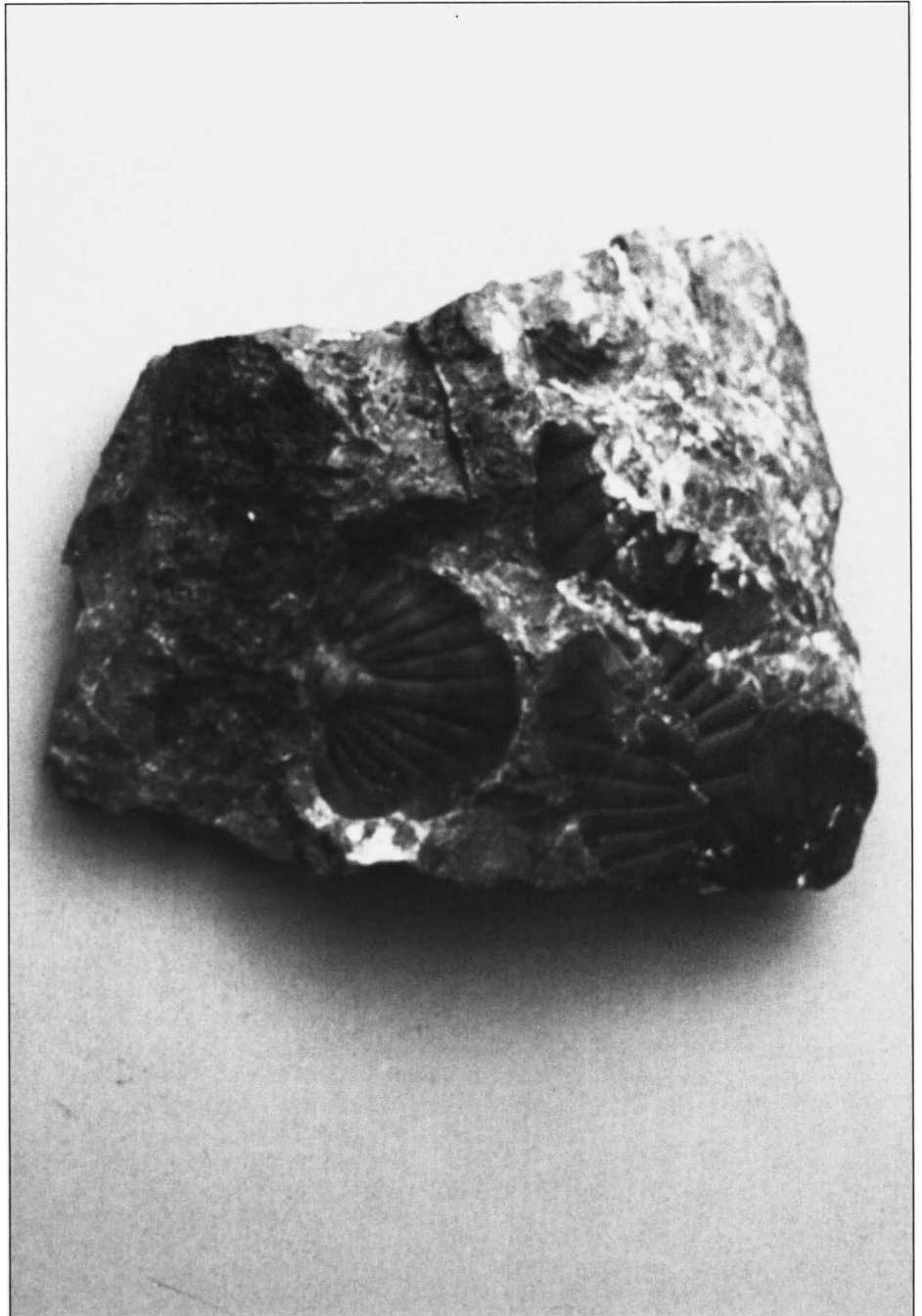
dan in Trolmen. Het Onder-Siluur is ontsloten vlak onder de harde toplaag van de berg, iets voorbij het Touristbyra Högkullen. Een tekst op een bordje geeft aan waar de laag ontsloten is. Ter plekke vonden we niet veel, maar een 50 m terug (naar het N.) hebben we toch aardig wat graptolieten verzameld. Het betrof vnl. *Monograptus sp.*, verder enkele exemplaren van een spiraalvormige *Rastrites sp.* en een enkele *Retiolites sp.*, herkenbaar aan zijn wafeltjespatroon. De conservering is niet optimaal, maar toch zijn er redelijke exemplaren te vinden. Oudere graptolieten (Onder-Ordovicium) vonden we nog in de beek langs de niet-geasfalteerde weg tussen Hällekis en Trolmen, ter hoogte van de grote groeve. Ook deze waren van magere kwaliteit. Het betrof vooral *Didymograptus* en een enkele *Phyllograptus*. Overigens is het gebied ook in andere opzichten bijzonder interessant: er zijn veel bezienswaardige kerken, flora en fauna zijn erg mooi, er zijn bij Kinne-Kleva rotsschilderingen uit de ijzertijd te zien (op de grond!) en men kan watersporten naar hartelust. Op het VVV op de berg is een grote topografische kaart tegen redelijke prijs te verkrijgen.

Siljan

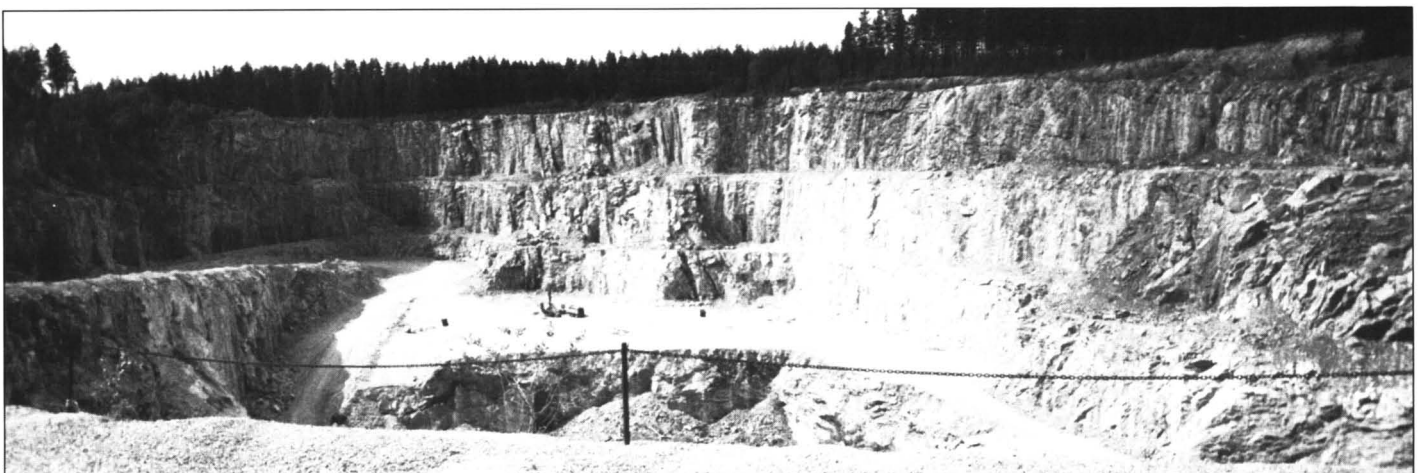
Na 10 dagen zijn we verhuisd naar het 300 km noordelijker gelegen Siljangebied. Rättvik aan het Siljanmeer is hier de voornaamste plaats. Het Siljangebied is het restant van een meteorietkrater met een doorsnede van ongeveer 30 km. Het is cirkelvormig en omgeven door meren. Aan de buitenkant van de cirkel liggen de Paleozoïsche ontsluitingen, waarvan de jongste lagen Onder-Silurisch zijn (afgezien van de Kwartaire afzettingen). De meteorietinslag heeft naar schatting zo'n 360 miljoen jaar geleden plaatsgevonden. In het midden van de krater, bij Hättjärn, is z.g. schokkegelgraniet te vinden, wat bewijst dat er inderdaad een meteoriet is ingeslagen. Als je in de groeves de chaotisch verlopende lagen ziet, dan twijfel je daar ook niet meer aan. Wat een tegenstelling tot de lagen van Kinnekulle! Kamperen kun je op een drukke camping in Rättvik, op een rustige camping bij Furudal in het n. van het gebied, of, zoals wij deden, op de zeer rustige, mooie, kleine camping iets ten N. van Boda. Deze kampeerplaats ligt centraal en vlakbij twee belangrijke vindplaatsen. De ontsluitingen die voor fossielenzoekers van belang zijn, liggen aan de Z.O.-kant van de ring. Ook hier is de natuur buitengewoon mooi: veel bloemen en planten, prachtige meren, ruige, ongerepte bosgebieden en moerassen. Een heerlijk wandelgebied. Elke plaats

heeft zijn eigen verzameling oude houten huizen, die soms 300 jaar oud zijn. Het Siljangebied staat ook bekend om zijn muziek: vrijwel iedereen schijnt er viool te kunnen spelen. De muziekfeesten spelen zich echter in juni af. Wij waren daarvoor in augustus in elk geval te laat.

De ontsloten lagen zijn, voor zover ze fossielhoudend zijn, uit het Ordovicium. Ze zijn in het algemeen iets jonger dan die bij Kinnekulle. Wij hebben voornamelijk gezocht in de Bodakalksteen, die Boven-Ordovicisch is. Onze voornaamste bron was de groeve Unskarsheden, gelegen ten Z.O. van het dorpje Ostbjörka. (Op het VVV te Rättvik is een topografische kaart van Siljansleden te krijgen. Dat is een rondwandeling. Blad 1 is het nuttigst. Op het VVV zijn ook 2 geologische brochures verkrijgbaar). De steen in de groeve Unskarsheden is bijzonder rijk aan fossielen, vooral overblijfselen van trilobieten. Complete trilobieten zijn er niet of nauwelijks te vinden, wel veel cranidia en pygidia van voornamelijk *Illaenus* en *Eobronteus*, beide tot aanmerkelijke grootte. Opvallend is het voorkomen van pseudo-conglomeraten van trilobietresten. Er zijn lagen waarin *Illaenus*koppen en -staarten als haringen in een ton zitten. We hebben in de groeve een laag gezien van 1,5 m dik, die lijkt te bestaan uit tennisballen. Bovenin de groeve vonden we enkele grote blokken van zulke 'coquina limestone' waaruit we enkele fikse stukken konden slaan. Deze kunnen thuis zodanig bewerkt worden dat er voornamelijk gave koppen en staarten te zien zijn. Echte museumstukken! Ook van de prachtige *Eobronteus*-pygidia zijn samenspoelingen te vinden. Het is wel moeilijk om gave exemplaren van zulke pygidia te vinden. Verder komen nog diverse andere trilobieten voor. Een raadselachtige vondst is afgebeeld. Is dit een cranidium van een



Pygidia van Eobronteus. Unskarsheden. Een pygidium is 5,5 cm.



De groeve te Unskarsheden (Siljan), Bodakalk.

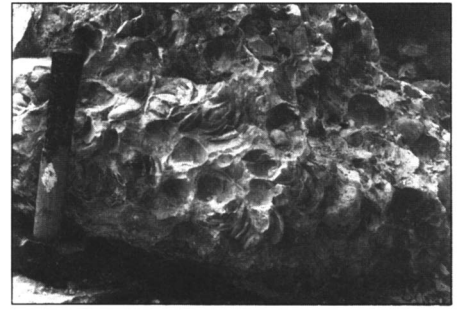


Bovenordovicische lagen in het Siljangebiet.

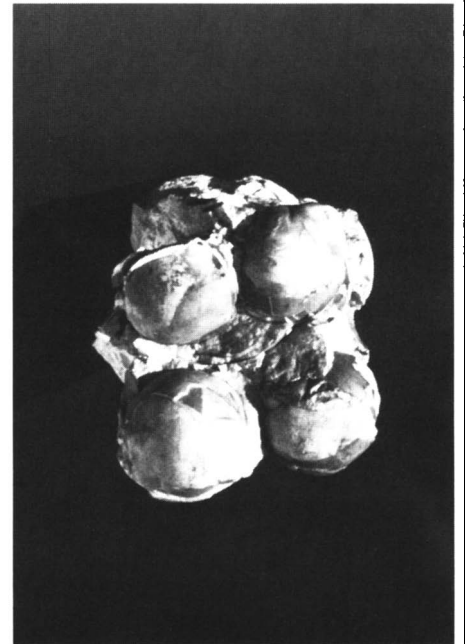
reuzetriboliet? Of is het iets heel anders? Bodakalksteen is ook te vinden in de nog werkende groeve van Jutjärn. Hier komen heel fossielrijke brokken voor, die soms teerhoudend zijn. Door deze brokken kleiner te maken, kan men mooie fossielen vinden, zoals het grappige, doodskopachtige cranidium van *Sphaerexochus*. Andere voorkomende trilobieten zijn *Holotrachelus sp* en *Amphilichas sp.*, de laatste met gestippelde schaal. Daarnaast kun je de tweekleppige *Ambonychina corrugata* en een aantal brachiopoden en slakken vinden.



Raadselachtig stuk, Unskarsheden, 15 cm.



Samenspoeling van Illaenuskoppen- en staarten, Unskarsheden.



Conglomeraat van Illaenuscranidea, 5 à 6 cm per kop.



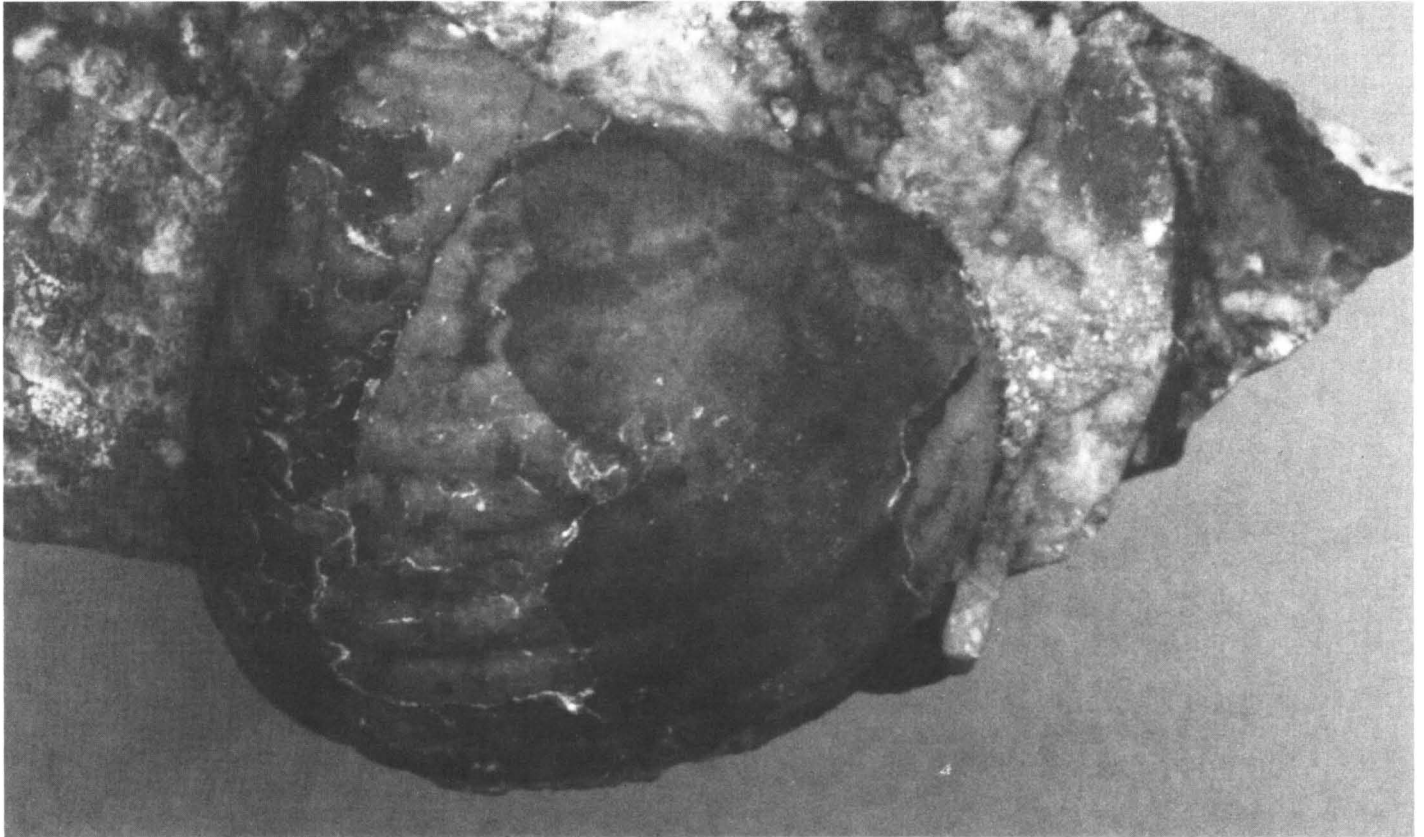
Sphaerexochus sp., cranidium, Unskarsheden, 2,5 cm.

Amtjärn

Eén kilometer ten N. van de camping bij Boda is de grote, niet meer werkende groeve Osmundsberg, waarbij een wél werkende fabriek staat. Buiten werktijd kan men in de groeve leuke vondsten doen in crinoïdenkalk. Veel stengels, kleine kelkjes zonder armen, en het is niet onmogelijk dat we een kelk met armen gevonden hebben (zie figuur). Ook de eerder genoemde fossielrijke Bodakalksteen komt hier voor,



Pygidium van Metapilekia sp?, 4,5 cm, Unskarsheden.



Tweekleppige Ambonychina corrugata, Unskarsheden, 4 cm.

maar niet overvloedig. In de oude groeve bij Västana hadden we geen succes, maar anderen hebben hier wel de goede kalksteen gevonden. In de groeve van Amtjärn, die meer naar het zuiden ligt en die we na lang zoeken vonden (er staat een bordje bij), zijn prachtige verticale lagen met lange zeeleliestengels te zien. Jammer genoeg werden die door een fossielenzoeker afgebroken maar er is nog genoeg te zien. Onderaan de wand zijn kelkjes, cystoiden en vele raadselachtige fossielen te vinden. Als men bij het binnenkomen van de (overwoekerde) groeve linksaf slaat, dan ziet men links achteraan schalie liggen waarin graptolieten en kopstukken van de trilobiet *Tretaspis* voorkomen. Het beste kan men omhoog klauteren en verse steen bekijken. We hadden na 3 weken zoveel verzameld (220 kg zoals thuis bleek) dat we de laatste week niet meer intensief hebben durven zoeken. Al met al een zeer succesvolle vakantie. Voor het determineren van de fossielen en voor een beschrijving van de fossielinhoud van de lagen zijn zeer goed te gebruiken het boek van Kurt Hucke en de *Staringia's* 1, 2 en 5 van de NGV (zie literatuurlijst). En werd er door veel mensen naar fossielen gezocht? Nee. We zijn in 4 weken tijd tweemaal 2 Nederlanders tegengekomen, die naar fossielen keken en verder niemand. Het eerste paar ontmoeten we in de groeve van Amtjärn, het tweede paar bestond uit de Vlasvelden met wie wij nog een dag op excursie



Zeeleliekelk met armen, Osmundsberg.

zijn geweest.

Adres van de auteur:
Laan van Avegoor 15
6955 BD Ellecom (Gld)

Literatuur

Thorslund, J. and Jaanusson, V., 1960. The Cambrian, Ordovician and Silurian in Västergötland, Närke, Dalarna and Jämtland, Central Sweden, Guide to excursions Nos A 23 and C 18.

Hucke, K., 1967. Einführung in die Geschiebeforschung. NGV.

Neben, W. en Krueger, H.H., 1971, 1973, 1979. *Staringia* nrs 1, 2 en 5: Fossilien Ordovizischer Geschiebe, Fossilien Ordovizischer und Silurischer Geschiebe, Fossilien Kambri-scher, Ordovizischer und Silurischer Geschiebe. NGV.

Zuidema, G., 1975. De berg Kinnekulle, Gea nr. 4, blz. 81-85.

Geys, Dr.J.F., 1977. Ordovicische riffen in Dalarna, Zweden, Gea nr. 10, blz. 29-33.

Geys, Dr.J.F., 1990. Ordovicium in Dalarna, Zweden, *Spirifer* nr.5, blz.33-36 en nr 6, blz. 41-45. Deze artikelen zijn een bewerking van het artikel van Dr. Geys uit 1977.

