

A photograph of a rock slab with several fossilized fern leaves. The leaves are light-colored and show a clear pinnate structure. The rock is dark and has some cracks. The text is overlaid on the central part of the rock.

**Planten uit het  
CARBOON en  
het PERM**

Hans Steur

Alle artikelen van Hans Steur over planten in het

## Carboon en Perm

- Carboonfossielen zoeken in de Piesberg	3
- <i>Crossotheca</i> en andere planten van de Piesberg	9
- Mooie vondsten in de Piesberg	15
- <i>Cordaites</i> en <i>Cordaianthus</i>	18
- <i>Calamites</i>	27
- <i>Annularia</i> en <i>Asterophyllites</i>	29
- Sporenaren van wolfsklauwbomen	31
- De wolfsklauwboom <i>Sigillaria</i>	37
- <i>Mariopteris</i> en <i>Karinopteris</i> , klimmende zaadvarens	46
- De groeiwijze van de kruidachtige paardenstaart <i>Sphenophyllum</i>	50
- O, Graissessac!	56
- De Stefanienflora van Graissessac (1)	60
- De Stefanienflora van Graissessac (2)	69
- De Perm-flora van Lodève	79

# Carboonfossielen zoeken in de Piesberg

H. Steur

Vaak zijn fossielen die je van iemand krijgt of die je door ruiling verwerft, het begin van een nieuw hoofdstuk. Zo bracht een op de beurs gekochte ammoniet ons naar het rijke gebied rond Loudun. Wij noemen zo'n fossiel een gidsfossiel en het ligt tijdens de zoekvakantie op een ereplaats achter de voorruit van de auto. Zo ontdekte ik ook de Piesberg. In ruil voor een pootafdruk uit Winterswijk verkreeg ik een zilverglanzend varentje uit de groeve N.N.W. van Osnabrück. Het aantrekkelijke van het fossiel was dat het zo mooi afsteekt tegen de donkere steen.

Voorjaar 1990 kwam ik er voor het eerst. Een groot deel van het gat in de berg wordt momenteel opgevuld met huisvuil en het heeft geen zin om, zoals ik deed, de wegwijzers Mlldeponie te volgen, behalve als men uitzicht over een enorme vuilstortplaats wil hebben. Via een inwoner van het plaatsje Pye, waarnaar de Piesberg is genoemd, vond ik de oude stortberg aan de N.W. zijde van de groeve. In de taluds van de wegen die de stortberg doorkruisen, vonden wij na enig zoeken stukken schalie, die na splijting prachtig gekleurde fossielen opleverden: vooral varenachtige bladvormen, *Annularia*'s (fig.1 en 2) en ook zaden van zaadvarens (fig.3). In het derde deel van dit verhaal zullen de vondsten meer systematisch behandeld worden. We vonden er ook een heel mooi stuk met zeer fijn verdeelde worteltjes van een paardestaart (fig.4). Verder omhoog lopend zagen we op de top van de berg zeer veel grote blokken met zg. *Stigmaria*'s. Dat zijn wortelstelsels van boomvormige wolfsklauwen. Veel te groot om mee te nemen, maar wel zeer geschikt om te fotograferen.

## Groeve bijna leeg

Enige tijd later hoorden we dat de ingang van de nog werkende groeve in Lechtingen is. In het Pinksterweekeinde hebben we toen de caravan bij Osnabrück neergezet en zijn we er gaan zoeken. Langs bergen gebroken zandsteen en allerlei machines lopend, komt men in de eigenlijke groeve terecht. Daar zijn wij links afgeslagen, verder naar beneden. In de wanden van de groeve zijn de steenkoollagen duidelijk te zien. Direct boven die lagen zitten de plantenfossielen. Zoeken kun je echter het best in de hopen losse stenen. Al wandelend en splijtend vind je tenslotte de rijkste plekken. Er is een enorme variatie in rijkdom: vaak is er niets te vinden, terwijl op sommige plekken het aantal prachtig glanzende fossielen overweldigend is. Ongeveer op het diepste punt van de groeve hebben wij het meest gevonden, maar de omstandigheden kunnen snel veran-

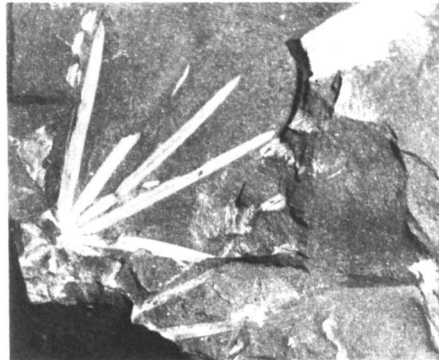


Fig.1. *Annularia sp.* (nat.gr.)

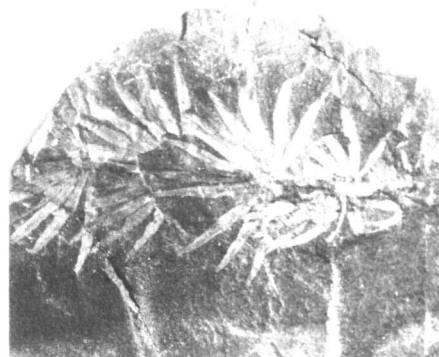


Fig.2. *Annularia radiata* (nat.gr.)

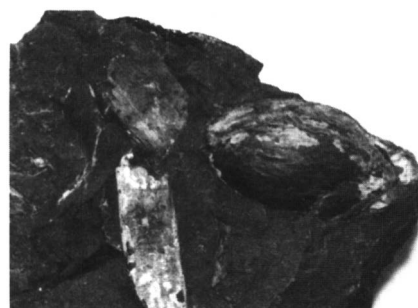


Fig.3. Zaad van zaadvaren (nat.gr.)

deren. Volgens een plaatselijke deskundige is het bijna afgelopen met de fossielrijkdom van de Piesberg. Men wint er kwartsietische zandsteen onder meer voor de wegenbouw en beschouwt de kool als afval. Nu komt men zo diep dat er bijna geen kolenlagen meer afgebouwd worden. Omdat de plantenresten vooral vlak boven, tus-

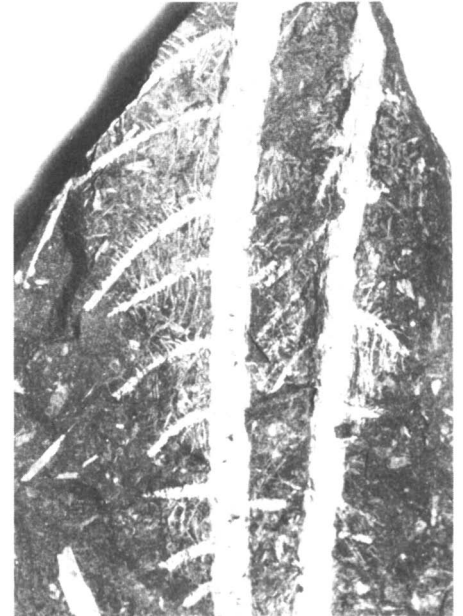


Fig.4. *Pinnularia capillacea* (0,7 x)

sen en onder de koollagen te vinden zijn, is het binnenkort voorbij met de plantenfossielen. Alleen het ook nu ontsloten Flöz Zweibänke zal nog enige tijd fossielen leveren. Het verdient aanbeveling de fossielen thuis verder vrij te prepareren. Bij een volgend bezoek vond ik op deze plek een 20 cm brede platgedrukte 'paardestaart'-boom met kransen van takken op de knopen. Het bleek mogelijk de stam over een lengte van 2 meter vrij te leggen. Een foto en een deel van het tegenstuk konden wij meenemen.

Een speurtocht naar fossielen uit jongere lagen leverde relatief weinig op. Deze lagen zijn allang niet meer ontsloten door de ontginning en de losse steen die er nog ligt is sterk verweerd. Dichtbij de windmolen op het hoogste punt vond ik een prachtige complete veer van *Neuropteris semireticulata*, met *Cyclopteris* en al (fig.5). Dit is een zeldzaamheid omdat deze bladvormen meestal alleen los gevonden worden. Het kostte wel menige zweetdruppel om de 33 kg steen in de rugzak naar de auto te krijgen. Al met al is de Piesberg voor ons een

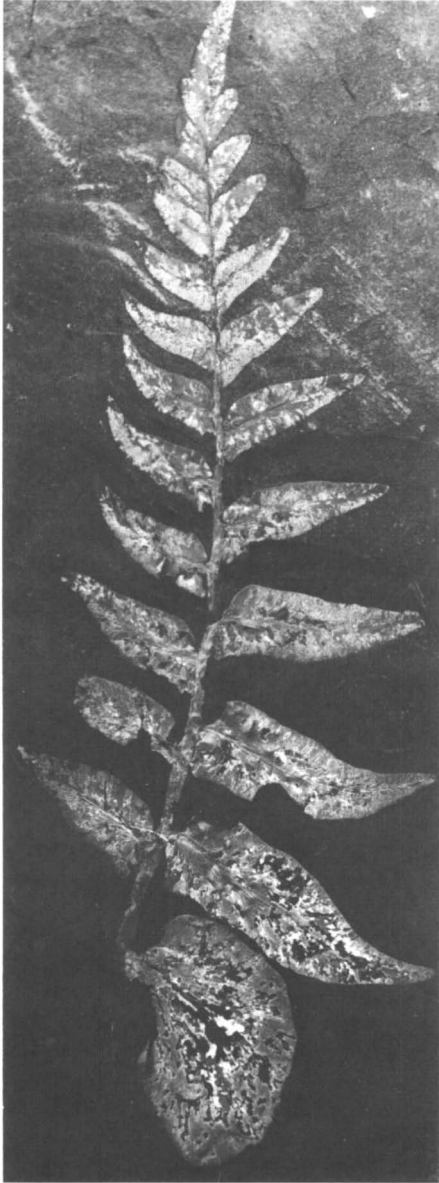


Fig.5. *Neuropteris semireticulata* (met *Cyclopteris*) (0,5 x)

goudmijn voor plantenfossielen gebleken. En ieder bezoek leverde wel iets spectaculairs op.

### Geologie en historie

De Piesberg ligt in een gebied waar tijdens het Boven-Krijt een magma-intrusie heeft plaatsgevonden. Tot ongeveer 5 km diepte is het vloeibare gesteente in de aardkorst omhoog gedrongen, voordat het stold. Het steenlichaam dat op deze wijze gevormd is, wordt het Massief van Bramsche genoemd. De intrusie had allerlei gevolgen. In de eerste plaats heeft zij waarschijnlijk invloed gehad op de vorming van de Piesberg zelf. Want hoewel in het Osnabrücker Bergland ook sprake is van plooiingen door de Variscische gebergtevorming, heeft onderzoek aangetoond dat de Piesberg meer als een omhooggeduwd stuk aardkorst beschouwd dient te worden. Er heeft hier, naast plooiing,

ook verticale breukvorming en opheffing plaatsgevonden. Een tweede gevolg is dat de steenkool veel sterker ingekoold is dan die van bijv. de Schafberg bij Ibbenbüren. De kool heeft in de Piesberg het anthraciet-stadium bereikt als gevolg van de hoge temperatuur veroorzaakt door de intrusie. Verder is de zandsteen van de Piesberg bijzonder hard geworden door diagenese. Deze steen wordt dan ook al sinds 1859 gewonnen en in de handel gebracht onder de naam Carboonkwartsiet. Het is echter eigenlijk kwartsietische zandsteen. Een derde gevolg van de intrusie was de vorming van nieuwe mineralen. Zo is het organische

materiaal van de planten vervangen door het mineraal Gumbeliet: het mooie glanzende of gekleurde laagje dat de fossielen bedekt. De in de Piesberg ontsloten lagen dateren uit het Boven-Carboon en wel uit het Westfalien D. Ze zijn daarmee iets jonger dan de lagen van de Schafberg, die uit het Westfalien C zijn. De afmetingen van het Carboonvoorkomen op de Piesberg zijn maar klein: 1200 m bij 1900 m. In fig.6 is een overzicht gegeven van de diverse kolenlagen (Flöze). In het schema staat bijv. bij Flöz Zweibänke: 53K 8B 15K. Dit betekent: 53 cm kolen, 8 cm onbruikbare steen (Bergemittel), 15 cm kolen. Flöz Zweibänke ligt op de grens van het Westfalien C en D. De kolenlagen zijn gedurende honderden jaren ontgonnen en de Piesberg-anthraciet was erg gewild vanwege de hoge verbrandingswaarde en de geringe rook- en roetvorming. Vanaf ca. 1870 moest men echter diepe schachten gaan graven waarbij problemen ontstonden met het toestromende water. Deze problemen heeft men nooit goed onder controle gekregen. In 1898 is de winning van steenkolen gestaakt. Bij de winning van de kwartsietische zandsteen komen nogal eens oude mijngangen te voorschijn, sommige bevolkt door vleermuizen. Eén zo'n gang is tot natuureservaat verklaard.

### De fossielen

Voor het determineren van de fossielen heb ik vooral gebruik gemaakt van het boek *Steinkohlenpflanzen* van Gothan en Remy (1957), waarin ook mooie tabellen staan, en van *Die Floren des Ertaltertums* van Remy en Remy (1977). Verder het Carboonhoofdstuk uit het prachtige werk *Geologie des Osnabrücker Berglandes*, geschreven door Josten et al. (1984). Zojuist verschenen is het zeer uitgebreide *Die Steinkohlenfloren Nordwestdeutschlands* van

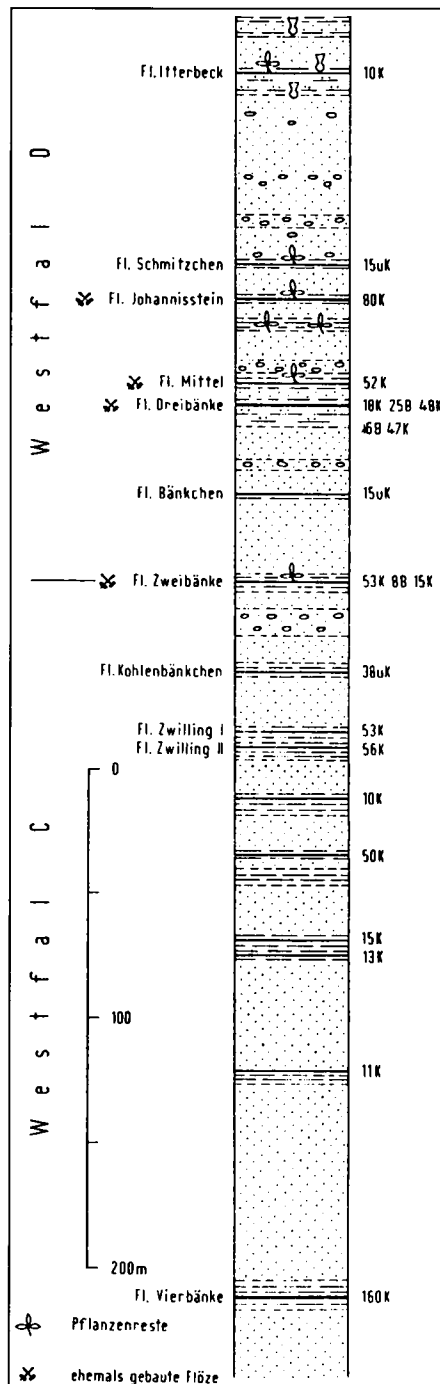


Fig.6. Profiel van de Piesberg (uit *Geologie des Osn. Bergl.*)

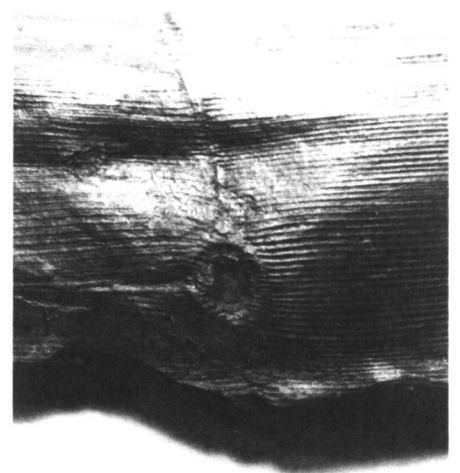


Fig.7. *Calamites rugosus* (0,5 x)



Fig.8. *Asterophyllites* sp. (nat.gr.)



Fig.9. *Palaeostachya germanica* (nat.gr.)

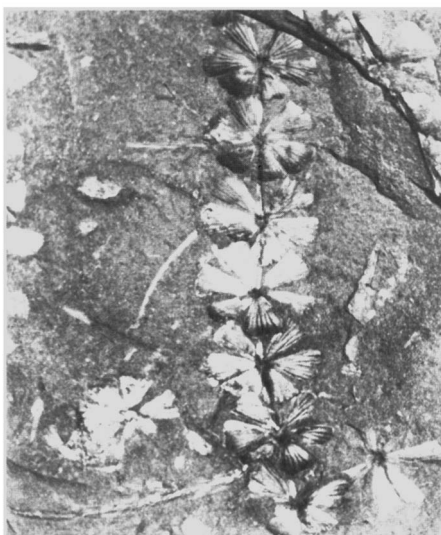


Fig.10. *Sphenophyllum* cf. *emarginatum* (nat.gr.). In zilver.

Josten (1991). Het is vaak heel moeilijk zekerheid te krijgen over de juistheid van een determinatie als je slechts een beperkte hoeveelheid literatuur tot je beschikking hebt. De variabiliteit in de kenmerken is vaak groot. Verder heeft het laagje Gumbeliet, dat de fossielen zo mooi doet afsteken, als nadeel dat de nervatuur van de blaadjes vaak slecht bewaard is gebleven, waardoor determinatie bemoeilijkt wordt. Daarom moet je je bij nogal wat Piesberg-fossielen beperken tot de geslachtsnaam. Het nu volgende overzicht maakt geen aanspraak op volledigheid. Het betreft voornamelijk fossielen die wij zelf gevonden hebben. Voor meer volledige lijsten wordt verwezen naar Josten et al. 1984.

### Paardestaartachtigen (Equisetophyta)

De fossiele stammen van de paardestaartbomen dragen de geslachtsnaam *Calamites*. Vrijwel altijd gaat het om de opvulling van de holle stam waarop alternerende ribben te zien zijn. Dit zijn de afdrucken van vaatbundels.

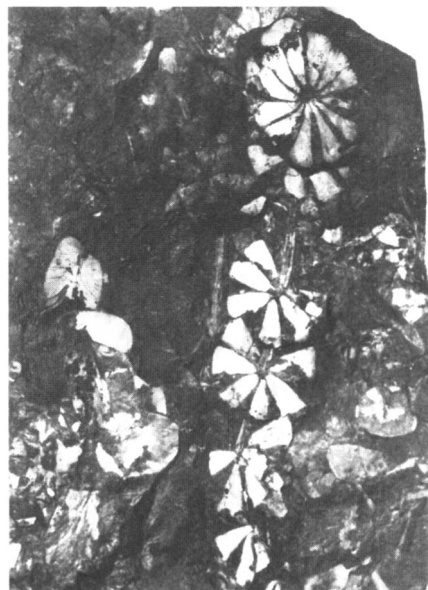


Fig.11. *Sphenophyllum* cf. *emarginatum* (nat.gr.). Wit.

Soorten:  
*Calamites cisti*  
*Calamites rugosus* (fig.7)

De bebladering van deze paardestaartachtigen staat bekend als *Annularia* en *Asterophyllites*. In beide gevallen staan de blaadjes in kransen, zoals bij Walstro. Bij *Annularia* liggen de blaadjes in een plat vlak en zijn de bladkransen rond tot ovaal. Bij *Asterophyllites* staan de blaadjes min of meer sterk omhoog gericht.

Soorten:

*Annularia radiata* (fig.2). De meest voorkomende soort. Blaadjes met de grootste breedte in het midden. Tot 1,5 cm lang. *Annularia* sp. (fig.1). Het betreft vormen met grote blaadjes (tot 4 cm), die door Josten (1991) als *A.stellata* zijn afgebeeld, maar die afwijken van de typische *A.stellata* zoals afgebeeld in Remy en Remy (1977) *Annularia sphenophylloides*. Talrijke kleine cirkelvormige kransen van min of meer wigvormige blaadjes. Bij goede conservering is een klein puntje aan de bovenrand van het blad zichtbaar.

*Asterophyllites equisetiformis* (fig.8). Blaadjes omhoog gebogen of opstaand.

De bloeiwijzen van Calamieten zijn sporenaren, bestaande uit een gelede as met daaraan afwisselend kransen steriele en fertiele blaadjes. De fertiele blaadjes dragen sporangiën. De soorten zijn alleen bij zeer goede conservering te determineren.

Soorten:

*Palaeostachya* sp.  
*Palaeostachya germanica* (fig.9)  
*Calamostachys* sp.

Wortels van *Calamites* komen voor als zeer fijne vertakkingen.

Soorten:

*Myriophyllites gracilis*  
*Pinnularia capillacaea* (fig.4). Bij de eerste soort zijn de vertakkingen fijner dan bij de tweede.

Omdat *Sphenophyllum* ook gelede stengels heeft, wordt deze vaak samen met de paardestaartachtigen tot de groep van de Articulaten gerekend. *Sphenophyllum*-soorten zijn kruidachtige plantjes met kransen van wigvormige tot vertakte blaadjes met de grootste breedte bovenaan.

Soorten:

*Sphenophyllum emarginatum* (fig.10 en 11). Met afgeronde tandjes aan het eind van het blaadje.  
*Sphenophyllum cuneifolium*. Met spitse tandjes.

Door het Gumbelietlaagje is in de meeste gevallen niet vast te stellen om welke soort het gaat.

### Wolfsklauwachtigen (Lepidophyta)

Er zijn meerdere types wolfsklauwbomen. In de Piesberg komen *Lepidodendron*, *Sigillaria* en *Lepidophloios* voor. *Lepidodendron* wordt gekarakteriseerd door ruitvormige, spiraalsgewijs staande bladlittekens, waarbij de verticale diagonaal van de ruit het langst is (fig.12). Bij *Lepidophloios* is de

horizontale diagonaal het langst. Zie fig.13. *Sigillaria* heeft meestal zeshoekige bladlittekens die in verticale rijen staan. Al deze vormen hadden lange lintvormige bladeren. Wij vonden opvallend weinig bastafdrukken van deze

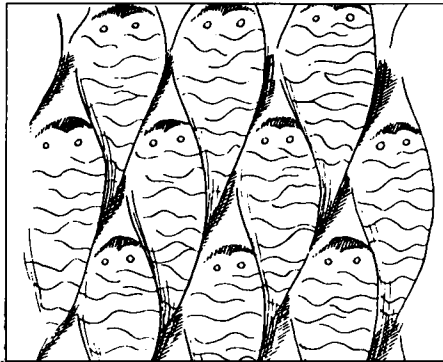


Fig.12. Bladlittekens van *Lepidodendron*

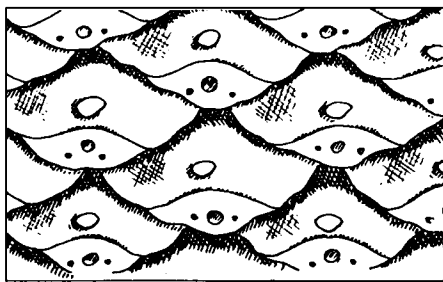


Fig.13. Bladlittekens van *Lepidophloios* (uit Die Floren des Erdaltertums)



Fig.14. *Lepidodendron lycopodioides* (nat.gr.)

bomen. Wel vonden we een zeer groot stuk met vertakkingen van *Lepidodendron* drontakken en verder veel takjes met schubvormige blaadjes.



Fig.15. *Sigillaria cumulata* (0,7 x)

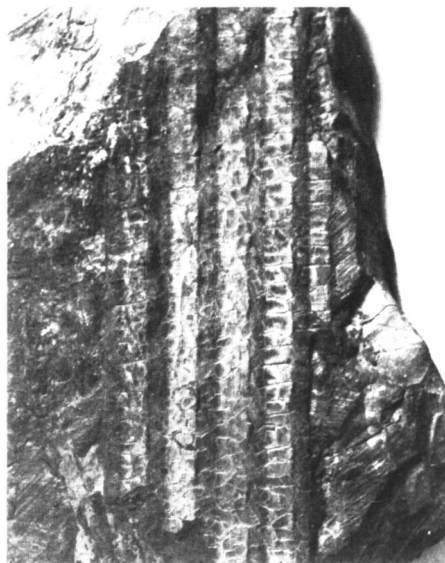


Fig.16. *Syringodendron* (0,7 x)

Soorten:

*Lepidodendron aculeatum*. Bast van de stam van *Lepidodendron*. *Lepidodendron ophiuroides*. Takken van *Lepidodendron*. *Lepidodendron lycopodioides* (fig.14). Eindtakjes met bladeren van *Lepidodendron*. *Lepidophloios* sp. *Sigillaria cumulata* (fig.15) *Syringodendron* (fig.16). Afdruk van de stam van *Sigillaria* waarvan de bast verdwenen is. *Cyperites bicarinatus*. Bebladering van *Lepidodendron* en *Sigillaria*. De bladeren van de verschillende genera zijn niet van elkaar te onderscheiden en worden tot eenzelfde vormgenus gerekend. *Sigillariastrobus*. Sporenaar van *Sigillaria*. *Lepidostrobus*. Sporenaar van *Lepidodendron*. Meestal moeilijk te onderscheiden van de vori-



Fig.17. Strobilus van *Lepidodendron* of *Sigillaria*, en *Asterophyllites* (0,7 x)



Fig.18. *Stigmaria ficoides* (0,7 x)

ge (zie fig.17). *Stigmaria ficoides* (fig.18). Wortelstelsels van wolfsklawen, meestal afkomstig uit de lagen onder de kolenlaag (Wortelbodem).

### Varenachtigen (Filicophyta)

De varenachtige bladvorm was dominant in het Carboon. Lang niet alle planten met varenachtige bladen waren evenwel echte varens. Integendeel: de meeste waren primitieve naaktzadigen, behorend tot de zg. zaadvarens. Het heeft lang geduurd

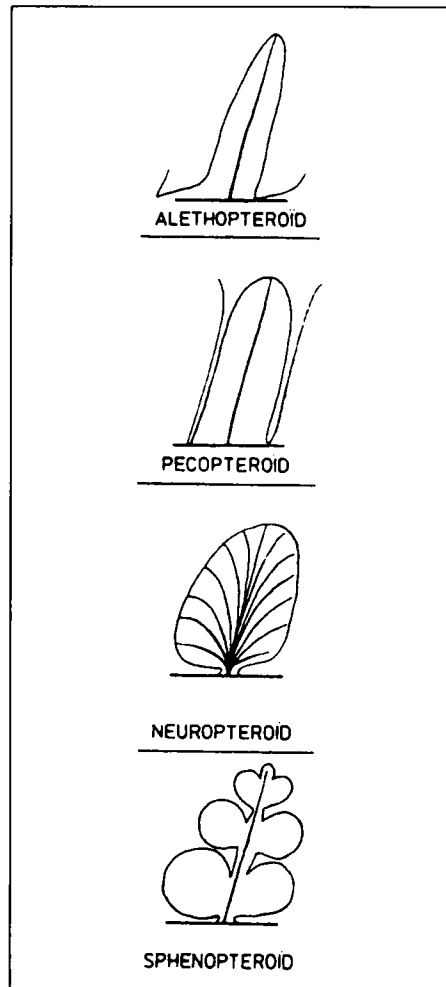


Fig.19. Grondvormen van varenachtige blaadjes (uit Boersma 1980)

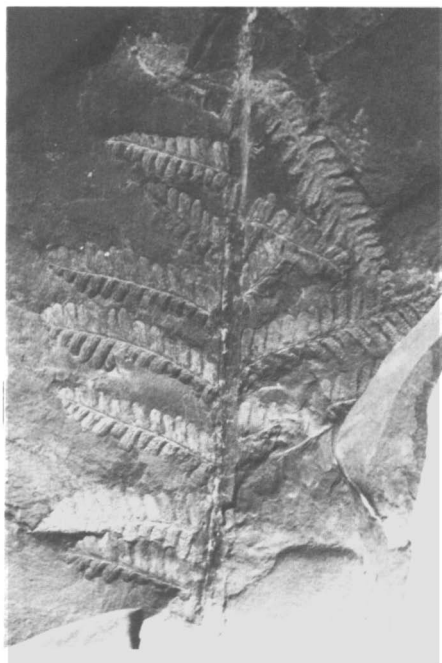


Fig.20. *Pecopteris* sp. (0,7 x)

voor men dit begon te begrijpen, vooral doordat assen met bladen en aan-gehechte zaden buitengewoon zeldzaam zijn. Zelfs nu is van vele bladvormen nog niet met zekerheid bekend of



Fig.21. *Cyclopteris* en *Eusphenopteris* sp. (nat.gr.)



Fig.22. *Mariopteris muricata* (0,6 x)

het echte varens of zaadvarens zijn. Een bijkomend probleem is dat vormen die zeer sterk op elkaar lijken toch tot verschillende natuurlijke groepen kunnen behoren. Zo zijn sommige soorten van het vormgenus *Sphenopteris* echte varens en terwijl andere zaadvarens zijn. Vindt u dus een varenblad met een zaad eraan, wees er dan zuinig op en laat het aan een deskundige zien!

Zie voor determinatie bijv. de tabellen in Steinkohlenpflanzen. De varenachtige bladvormen worden onderverdeeld in een aantal vormgenera, zoals *Neuropteris*, *Pecopteris*. Er zijn enkele hoofdgroepen te onderscheiden (zie

Boersma,1980): *Pecopteroid* (aanhechting over de hele breedte van het blad), *Sphenopteroid* (ingesneden of gelobde blaadjes), *Neuropteroid* (aanhechting van de blaadjes in één punt), *Alethopteroid* (aflopende blaadjes). Zie fig.19. Soorten: *Pecopteris* sp. (fig.20). Echte varens. De blaadjes zitten aan de as als de tanden van een kam. *Eusphenopteris nummularia*, *Eusphenopteris* sp. (fig.21), *Mariopteris muricata* (fig.22). Te herkennen aan een extra lob aan het onderste blaadje. Karakteristiek is verder de dubbele vorksgewijze vertakking van de hoofdas. *Neuropteris attenuata* (fig.23). Met zeer wijd staande, enigszins gegolfde nerven. *Neuropteris heterophylla*. Met kleine blaadjes. *Neuropteris ovata*. Blaadjes met brede voet. Niet algemeen. *Neuropteris scheuchzeri* (fig.24). Met grote behaarde blaadjes. *Neuropteris semireticulata* (fig.5). Grote blaadjes. Overgangsvorm naar de volgende soort. *Reticulopteris münste-*

*ri* (fig.25). Grote blaadjes met netvormige nervatuur. *Cyclopteris* sp. (fig. 21 en 5). Een groot rond blad dat aan de basis van een groot, samengesteld neuropteroid blad zit. *Aphlebia* sp. (fig.26). Extra blaadjes van afwijkende vorm aan vooral jonge stengels. Zaad (fig.3). Langwerpig, tot 4 cm groot. Waarschijnlijk *Trigonocarpus*, maar meestal niet met zekerheid te determineren.

### Cordaites

De naaste verwanten van deze uitgestorven groep zijn de coniferen, hoewel je dat aan de tot 90 cm lange Cordaitesbladeren niet zou zeggen. Cordaites en coniferen vertonen wel enige overeenkomst in de bouw van de bloeiwijzen. De Cordaites behoren dan ook

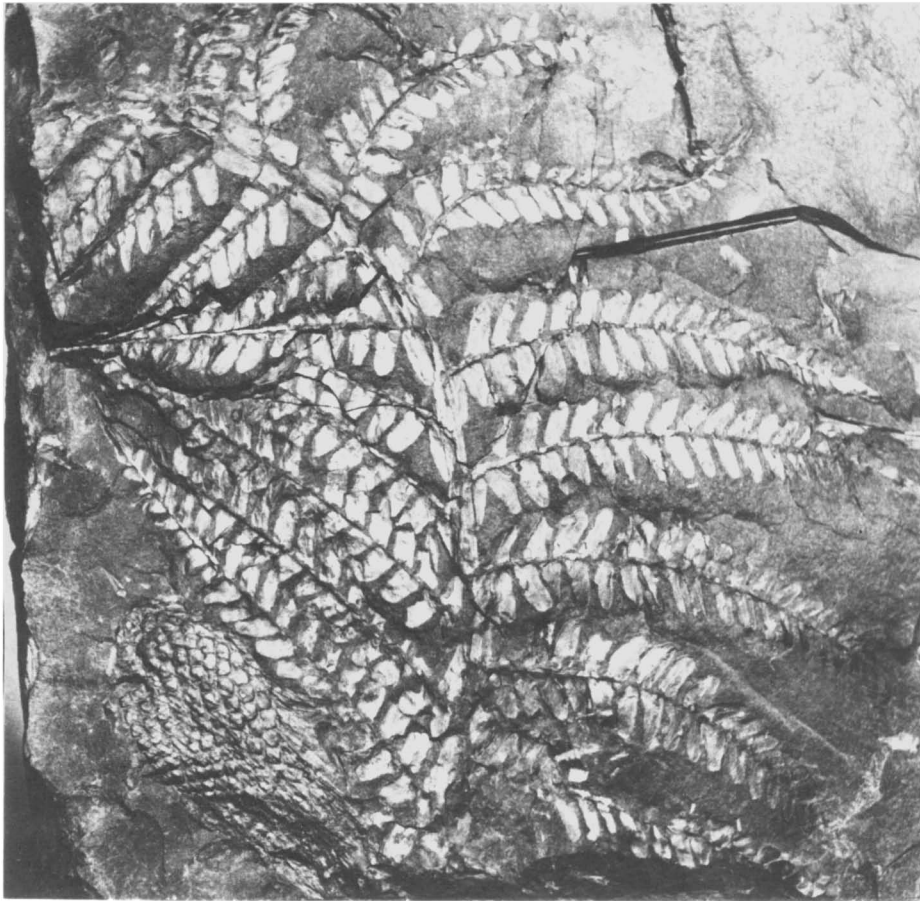


Fig.23. *Neuropteris attenuata* en *Lepidostrobos* (linksonder) (0,4 x)

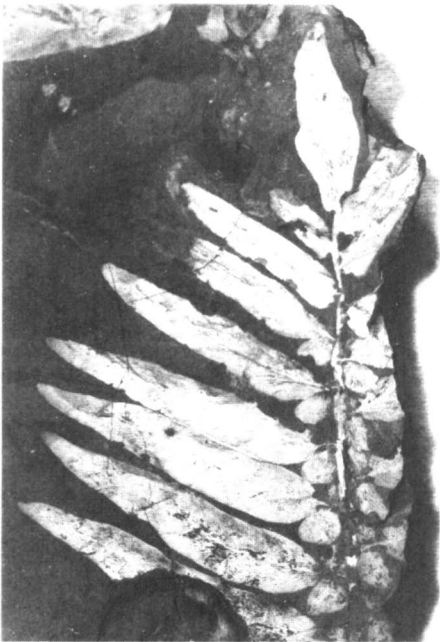


Fig.24. *Neuropteris scheuchzeri* (0,7 x)

tot de naaktzadigen. Soorten: *Cordaites principalis* (fig.27). De enige soort; meestal fragmenten van bladeren, bladpunt zeldzaam, vaak gefald. *Cordaianthus* sp. (fig.28). Dit is de bloeiwijze van Cordaites.

Gezien de lijsten in het boek Geologie des Osnabrücker Berglandes moet er nog meer te vinden zijn.



Fig.26. *Aphlebia* sp. (nat.gr.)

Dankwoord  
Graag wil ik mijn hartelijke dank uitspreken voor de hulp die Prof.Dr. J.H.F.Kerp van de afdeling Palaeobotanie van de Universiteit van Münster mij bij het schrijven van het artikel en het determineren van de stukken heeft gegeven.

**Adres van de auteur:**  
Laan van Avegoor 15  
6955 BD Ellecom



Fig.25. *Reticulopteris münsteri* (3 x). Let op de netvormige adering.

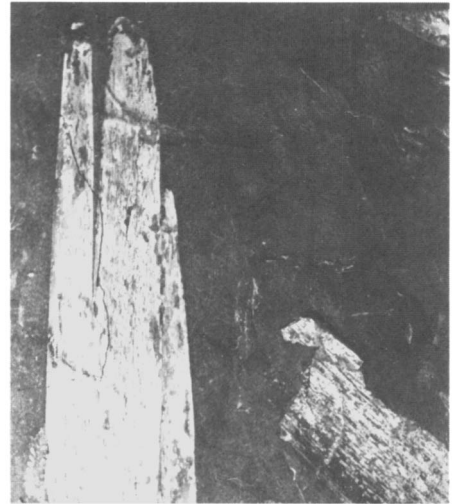


Fig.27. *Cordaites principalis* (0,3 x)

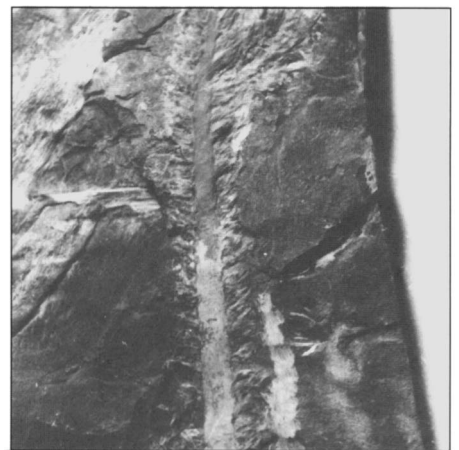


Fig.28. *Cordaianthus* (0,7 x)

#### Literatuur

- Gothan, W. en Remy, W., 1957. Steinkohlenpflanzen, Essen.
- Remy, W. en Remy R., 1977. Die Floren des Erdaltertums, Essen.
- Boersma, M., 1980. Problemen, mogelijkheden en doelstellingen van het Pre-tertiaire macropalaeobotanisch onderzoek (artikel in Grondboor en Hamer aug. 1980)
- Josten, K.H. et al., 1984. Geologie des Osnabrücker Berglandes, Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück.
- Josten, K.H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands, (Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 36), Krefeld.





# Crossotheca en andere planten van de Piesberg

Hans Steur

In Grondboor & Hamer 1992-2 beschreef ik de Piesberg bij Osnabrück als vindplaats van plantenfossielen uit het Boven-Carboon (Westfalen D). Een flink aantal planten passeerde in dat artikel de revue. Ook de geologie van de Piesberg en de geschiedenis van de kolenwinning werden beschreven. In het huidige artikel wil ik een aantal vondsten beschrijven die ik sindsdien gedaan heb.

Daarbij wordt speciale aandacht besteed aan de interessante vorm *Crossotheca*. Ook worden diverse planten gemeld die door Josten (1991) nog niet genoemd worden voor de Piesberg of een ruimer gebied. Hoewel het er in 1992 naar uitzag dat het met het vinden van fossielen gauw afgelopen zou zijn, is de groeve toch redelijk productief geble-

ven. Het accent is in de afgelopen jaren verlegd van de laag Zweibänke naar de laag Dreibänke, terwijl ook Flöz Mittel goed ontsloten werd. Momenteel lijken de vooruitzichten wederom ongunstig.

## *Crossotheca crepinii*

Van deze vorm worden zowel de varenachtige bladeren als de manne-

lijke voortplantingsorganen gevonden. De bladeren zijn van het *Sphenopteris*-type en als er geen fertiele delen bij zijn, worden deze ook wel als *Sphenopteris crepinii* aangeduid. De kleinste blaadjes zijn meestal eirond en aan de rand ingesneden (fig.1). Ze zijn echter heel variabel van vorm en kunnen ook lijnvormige slippen hebben (fig. 2).

Deze plant wordt meestal tot de zaadvarens gerekend. De voortplantingsorganen die gevonden worden, zijn dan de microsporangia, de stuifmeel producerende organen. Verschillende microsporangia zijn vergroeid tot één geheel, een zogenoemd synangium. Een synangium van *Crossotheca* bestaat uit een pijlvormig plateautje waaraan aan de onderzijde de microsporangia hangen. Zie fig. 2 en 3. In fig. 4 is een reconstructie gegeven. Brousmiche (1982) denkt dat *Crossotheca* een echte varen is. In dit geval heeft de plant slechts één soort sporen en bestaan de synangia niet uit microsporangia maar uit sporangia.

Het soort sporen dat in de (micro)sporangia van *Crossotheca* voorkomt is ook gevonden op ovulen (rijpe of onrijpe zaden) van zaadvarens. Dit pleit ervoor dat *Crossotheca* toch een zaadvaren is. Verrassingen blijven evenwel mogelijk. De bladeren en de vruchtbare delen zijn in verbinding met elkaar gevonden. Het is dus wel zeker dat ze bij elkaar horen. Meestal worden de fertiele delen gevonden in gezelschap van steriele bladeren. In het stuk van fig. 1 ontbreken de verbindingen tussen de steriele bladeren en de takken met synangia, maar aangenomen kan worden dat ze bij elkaar horen. Volgens Josten (1991) is het een zeldzame plant. Tijdens een excursie van de Europese Paleobotanische en Palynologische Conferentie in Heerlen in september 1994 werd hij met synangia in één laag boven Dreibänke echter in vrij grote aantallen aangetroffen. De ste-



Fig. 1. As met steriele en fertiele bladeren van *Crossotheca crepinii*. Hoogte fossiel 11 cm.



Fig. 2. Steriel blad en twee fertiele bladeren van *C. crepinii*. Hoogte 5 cm.



Fig. 3. Synangia van *C. crepinii*. Lengte van een synangium ca. 5 mm.

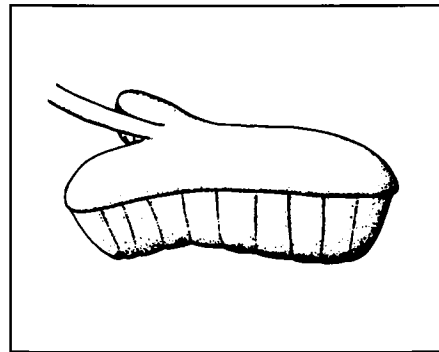


Fig. 4. Reconstructie van een synangium van *Crossotheca*. Naar Taylor & Taylor, 1993.

riële bladeren komen verspreid voor, maar zijn niet algemeen.

#### ***Pecopteris miltonii***

*Pecopteris* (die gekenmerkt wordt door breed aanzittende blaadjes) komt in de Piesberg niet bijzonder veel voor. Bovendien is deze plant meestal moeilijk op soort te determineren doordat de restanten te fragmentarisch zijn en bedekt zijn met een laagje gûmbeliet, waardoor de nervatuur in het algemeen niet duidelijk zichtbaar is. *Pecopteris miltonii* is echter tamelijk goed herkenbaar doordat de blaadjes meestal relatief langgerekt zijn en vaak een geschulpte of gegolfde rand hebben (fig. 5). Doorslaggevend is de viltige beharing op de bovenkant van de blaadjes (fig. 6). Daardoor is de nervatuur alleen aan de onderkant goed te zien. De zijnerfjes zijn één- of tweemaal vertakt. Deze plant was een echte varen, waarvan de sporangia waren samengegroeid tot stervormige sporendoosjes (synangia). Daarom wordt de soort ook *Asterotheca miltonii* genoemd

(astero = ster; theca = etui).

In de iets oudere lagen van het Ruhrgebied en Zuid-Limburg komt *P. miltonii* zeer veel voor. In de Piesberg was de soort volgens Josten (1991) tot dusver niet vastgesteld. We hebben hem gevonden boven Flöz Mittel en boven Flöz Dreibänke.

#### ***Neuropteris dussartii***

*Neuropteris*-soorten worden gekenmerkt door blaadjes die in de meeste gevallen in één punt aan de as vastzitten. *N. dussartii* heeft breed tongvormige blaadjes die dicht tegen elkaar aan staan en elkaar soms zelfs zijdelings wat overlappen (fig. 7). De middennerf van de blaadjes vervaagt op ongeveer tweederde van de bladlengte en de zijnerfjes zijn een- of tweemaal vertakt. De blaadjes van de in de Piesberg meest voorkomende zaadvaren, *N. attenuata*, staan verder van elkaar af en hebben wijder uiteenstaande nerven. Daardoor zijn de soorten gemakkelijk te onderscheiden. *N. dussartii* is in Noordwest-Europa alleen bekend van enkele plaatsen in

Noord-Frankrijk en van de Piesberg (plantenlaag boven Dreibänke). We vonden de soort ook boven Flöz Mittel.

#### ***Palmatopteris sp.***

De blaadjes van deze plant zijn van het *Sphenopteris*-type en lopen iets af langs de steel. Ze zijn vrij diep ingesneden tot gelobd en aan het eind stomp getand. Zie fig. 8. Josten (1991: 261) vermeldt onder de naam *?Palmatopteris sp.* een takje van 4 cm uit het Westfalen C van het Ruhrgebied, dat sprekend lijkt op dit fossiel. Hij schrijft dat het genus *Palmatopteris* gereviseerd moet worden alvorens goede determinatie mogelijk is. Voor de a.s. bewerker ligt onze vondst uit de plantenlaag van Dreibänke klaar.

#### ***Alethopteris decurrens***

De zaadvaren *Alethopteris* is gemakkelijk herkenbaar aan de langs de steel aflopende, langgerekt driehoekige blaadjes. In de Piesberg zijn *Alethopteris*-fossielen niet algemeen en de soort *A. decurrens* is volgens



Fig. 5. Veer van *Pecopteris miltonii*. Lengte 13 cm.



Fig. 6. Blaadjes van *P. miltonii* waarop de viltige beharing te zien is. Hoogte 3 cm.



Fig. 7. *Neuropteris dussartii*. Lengte van een veer 5 cm.

Josten (1991) in Duitsland, Nederland en Groot-Brittannië nog niet in het Westfalen D gevonden. In Noord-Frankrijk is hij in het onderste Westfalen D aangetroffen. De plant heeft fijne, tot 3 mm brede blaadjes die tamelijk ver uit elkaar staan. In het Westfalen B en C van Ibbenbüren is de soort zeer algemeen.

#### ***Sphenopteris coemansii***

Deze plant heeft blaadjes die verdeeld zijn in vingervormige slippen. Zie fig. 11 en 12. De omtrek van het blaadje als geheel is eivormig. De slippen zijn

Fig. 8. *Palmatopteris* sp. Hoogte fossiel 8 cm.



toegespitst en bevatten elk een nerf. De blaadjes zitten alternerend aan een steeltje, maar in de Piesberg vonden wij ze meestal los. De plant staat als zeldzaam te boek (Josten, 1991), maar losse blaadjes komen in de Piesberg nogal eens voor.

#### **Jonge (zaad)varens**

In fig. 13 en fig. 14 zijn twee jonge (zaad)varens afgebeeld. De veren zijn nog spiraalvormig opgerold. Determinatie is niet goed mogelijk. Wel is vast te stellen dat de plant van fig. 13 tot het genus *Neuropteris* behoort omdat de blaadjes in één punt aan de assen vastzitten. Merk op dat bij deze plant de blaadjes van de opgerolde pinnae tegen elkaar aan gedrukt zitten en zelf niet opgerold zijn. Opgerolde jonge varenachtige bladeren worden wel tot het vormgenus *Spiropteris* gerekend.

#### ***Sphenophyllum kidstonii***

Bij *Sphenophyllum*-soorten staan de blaadjes, zoals bij alle paardenstaartachtigen, in kransen aan de stengel. Bij *S. kidstonii* bestaat een krans uit 6 blaadjes (soms meer), die diep ingesneden zijn en daardoor eindigen in 4 of meer vaak uiteenwijkende tanden. Zie fig. 15 en 16. Soms zijn de blaadjes tot aan de basis ingesneden waardoor het lijkt of er meer blaadjes per krans aanwezig zijn. In fig. 17 is een karakteristieke bladvorm getekend. De stengels zijn 1-4 mm breed en ze zijn in de lengte gegroefd. De bloeiwijze bestaat uit tetrasporangia: vier sporangia die rondom een



Fig. 9. As met bladeren van *Alethopteris decurrens*. Hoogte as 19 cm.

centraal schijfje zitten. De doorsnede van het geheel is gemiddeld 1,1 mm. De tetrasporangia - die wij overigens niet hebben aangetroffen - zaten op korte steeltjes in de oksels van blaadjes (fig. 17). Ze vielen gemakkelijk af want ze worden bijna altijd los in het gesteente aangetroffen. In tegenstelling tot de meeste *Sphenophyllum*-soorten werden geen duidelijke bloeiaren gevormd. De sporangia zaten aan stengels die zich niet van steriele stengels onderscheidden. De plant wordt door Josten (1991) niet vermeld. In de Piesberg is hij niet echt zeldzaam.

#### Diafragma van *Calamites* sp.

De stammen van de paardenstaartachtige *Calamites* waren hol en hadden op de 'knopen' een vlies zoals een bamboestengel dat heeft. Zo'n knoop met vlies wordt wel diafragma genoemd.

Vrij vaak worden diafragma's gevonden van dunne takken en ook van dickere takken komen ze nogal eens voor. Het bijzondere van het diafragma dat afgebeeld is in fig. 18 is, dat ook de oorspronkelijke structuur in de vorm van radiaire lijnen nog goed te zien is. Het vlies geeft de doorsnede van de holte in de stam weer, de dikte



Fig. 10. Detail van het tegenstuk van het fossiel in fig. 9. Hoogte fossiel 3 cm.

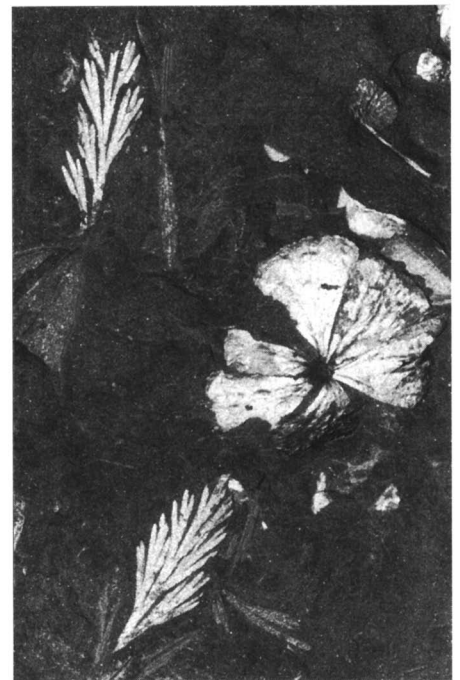


Fig. 11. Twee blaadjes van *Sphenopteris coemansii*. Lengte blaadje 1,2 cm. Verder een bladkrans van *Sphenophyllum* sp.

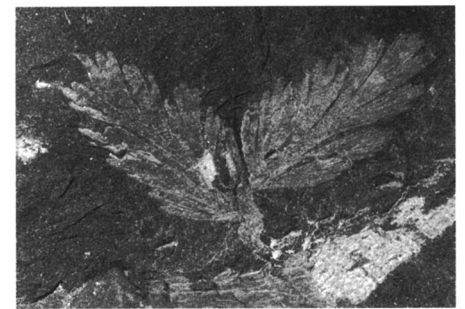


Fig. 12. Twee blaadjes van *S. coemansii* aan een as. Lengte blaadje 1,2 cm.

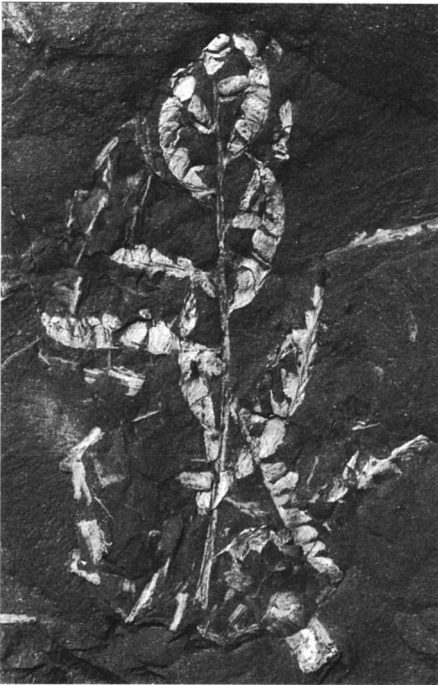


Fig. 13. Jonge zaadvaren, waarschijnlijk *Neuropteris sp.* Hoogte 7 cm.



Fig. 14. Jonge (zaad)varen. Hoogte 8 cm.

van de ring komt overeen met de dikte van het houtweefsel van de *Calamites*. Even hoopte ik dat dit een fossiel was van een groeitop. Zo'n groeitop van *Calamites* was namelijk vrij stomp (zie de reconstructie in fig. 19). Zou deze van boven af platgedrukt zijn, dan zouden er concentrische ringen te zien moeten zijn en dat is niet het geval. Als u er een heeft of vindt, bericht mij dat dan even.

#### Dankwoord

Graag wil ik prof. dr. H. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Universiteit van Münster danken voor zijn hulp bij het determineren van de fossielen en voor zijn commentaar op het ontwerp van dit artikel.

*Alle fossielen zijn uit de collectie van de auteur.*

*De foto's zijn van de auteur.*

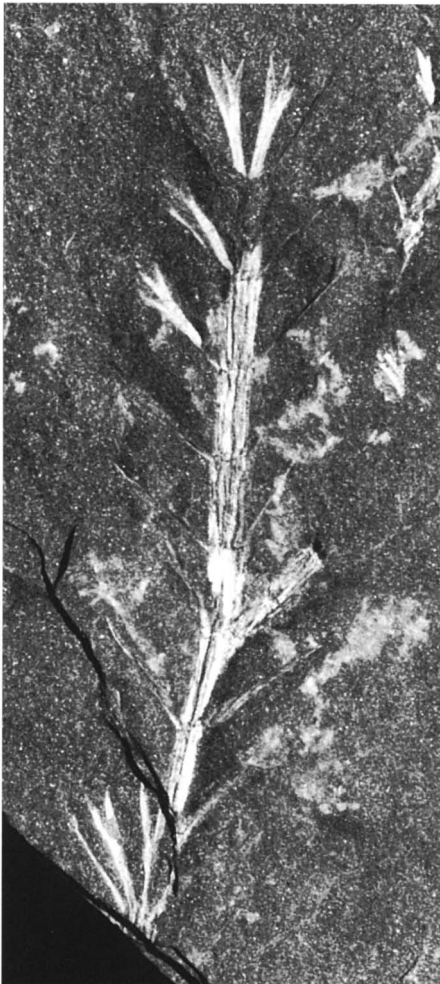


Fig. 15. *Sphenophyllum kidstonii*. Hoogte fossiel 4 cm.



Fig. 16. As met zijtak en bladeren van *S. kidstonii*. Hoogte fossiel 8 cm.

## Abstract

In addition to his article on the fossil plants of the Westphalian D of the Piesberg-quarry near Osnabrück in Germany (Grondboor & Hamer 1992-2) the author describes some plants he has since collected.

These are: *Crossotheca crepinii*, a somewhat rare plant with interesting (micro)sporangia, *Pecopteris miltonii*, first report from the Piesberg, *Neuropteris dussartii*, only known from the Piesberg and some places in France, *Palmatopteris sp.*, *Alethopteris decurrens*, rare in the Westphalian D, *Sphenopteris coemansii*, mostly separate leaves, *Sphenophyllum kidstonii*, not mentioned by Josten (1991), but not rare in the Piesberg-quarry, two young ferns and a well-preserved diaphragm of *Calamites sp.*

## Adres van de auteur

H. Steur  
Laan van Avegoor 15  
6955 BD Ellecom

## Literatuur

Brousmiche C., 1982. Sur la synonymie de *Crossotheca boulayi* et *Crossotheca bourozi* avec l'espèce-type du genre *Crossotheca crepinii*. Une nouvelle interprétation de la fructification. *Géobios*, 15 (5): 679-703, Lyon.

Danzé J., 1956. Contribution à l'étude des *Sphenopteris*. Les fougères Sphénoptéridiennes du bassin houiller du Nord de la France. Et. géol. Atlas Topogr. souterr., 1 (2), Lille.

Hemingway W., 1931. Researches on Coal-Measure Plants. Sphenophylls from the Yorkshire and Derbyshire Coalfield. *Ann. of Bot.*, vol.45: 39-47.

Josten K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.* 36, Krefeld.

Josten K.-H., K. Köwing & A. Rabitz, 1984. Oberkarbon. In: Klassen H.: *Geologie des Osnabrücker Berglandes*, 7 - 77. Osnabrück.

Remy W. en Remy R., 1977. *Die Floren des Erdaltertums*, Essen.

Steur H., 1992. Carboonfossielen zoeken in de Piesberg. *Grondboor & Hamer*, nr. 2, 25-30.

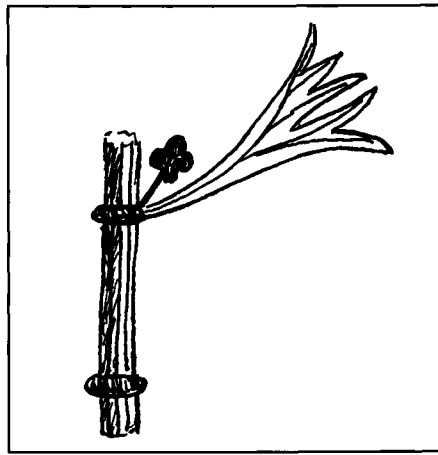


Fig. 17. Typische bladvorm van *S. kidstonii*. In de oksel een tetra-sporangium. Naar Hemingway, 1931.

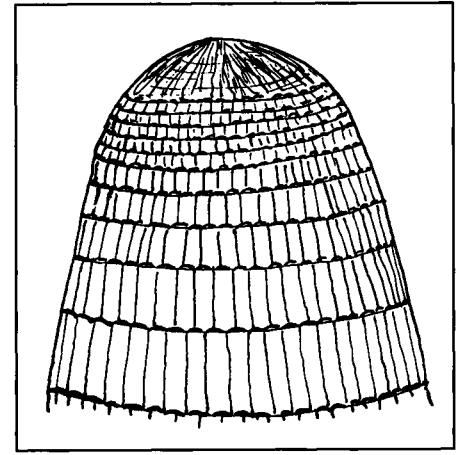


Fig. 19. Reconstructie van (de holte in) een groeitop van *Calamites*. Tek. H. Steur.

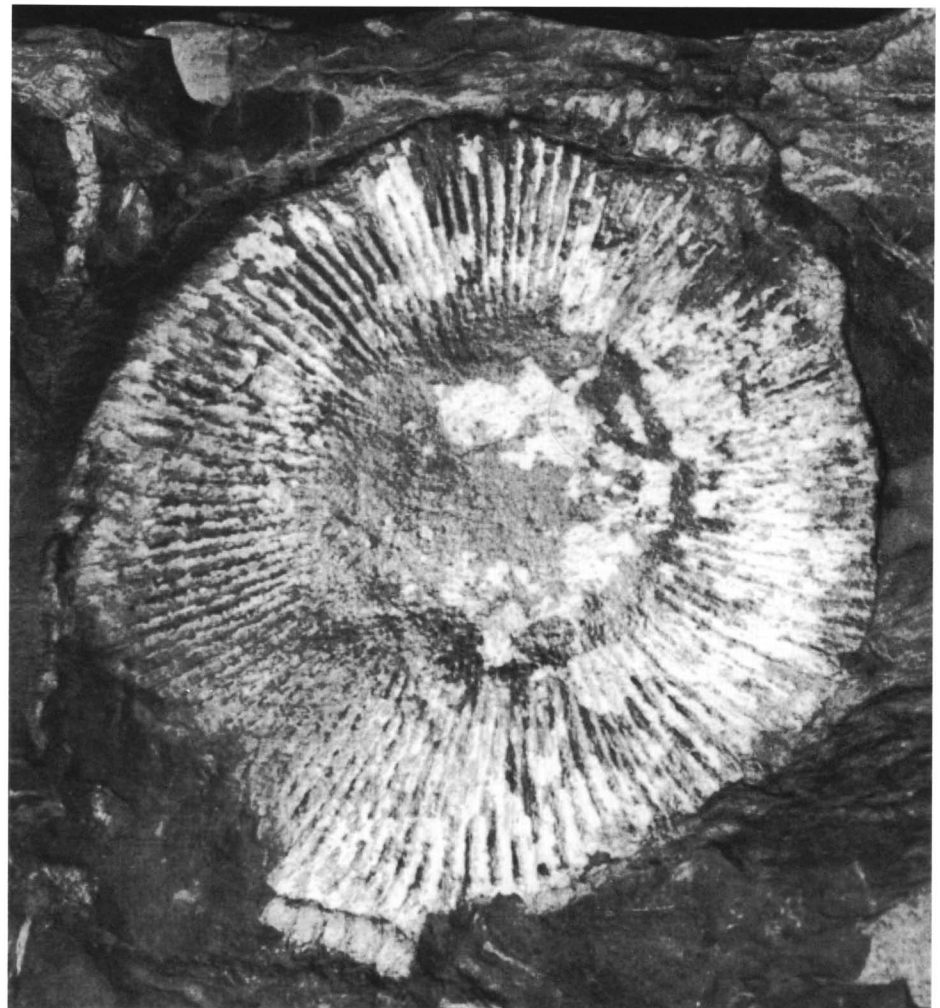


Fig. 18. Diafragma van *Calamites sp.* Doorsnede 5 cm.

Stewart W.N. & G.W. Rothwell G.W., 1993. *Paleobotany and the evolution of plants*. University Press, Cambridge.

Taylor T.N. & E.L. Taylor, 1993. *The biology and evolution of fossil plants*. Prentice Hall, New Jersey.



AFBEELDING 1. | *Deel van een blad met klimhaken van de liaanachtige zaadvaren *Mariopteris muricata*. Hoogte van de foto 8 cm.*

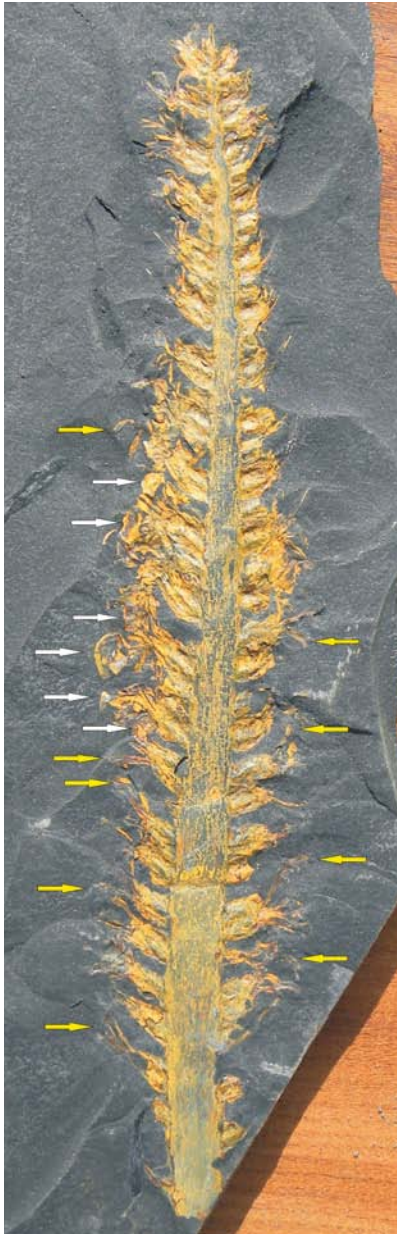
# Mooie vondsten in de Piesberg

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

De Piesberg bij Osnabrück is een begrip bij verzamelaars. Nog altijd levert deze boven-carbonische vindplaats mooie fossielen op. Steeds is er sprake van, dat het afgelopen is met de exploitatie, maar deze blijft maar doorgaan. Rond 1900 is de winning van steenkolen gestopt, omdat men het water in de mijngangen niet meer de baas kon. Nu is het de steenslag die men wint en zijn de kolen een afvalproduct geworden. Een bezoek is nog altijd kansrijk, hoewel niet altijd succesvol; je moet wel wat geluk hebben. En dat hadden we...

Op zaterdag 21 maart 2011 gingen we met de afdeling Utrecht van de NGV op pad naar de Piesberg. Er was toestemming verkregen en het was prachtig weer: gunstige omstandigheden dus. Verzamelplaats was het parkeerterrein

van het *Museum Industriekultur*, vlak bij de groeve. We brachten eerst een bezoek aan dit museum dat gevestigd is in het oude *Haseschacht*-gebouw uit 1871. Het is prachtig aangepast aan zijn nieuwe functie en het is een plezier om te dwalen



AFBEELDING 2. | *Cordaianthus*, (vrouwelijke) bloei-aar van *Cordaites*. De steeltjes waarin zaadjes hebben gehangen, zijn met gele pijltjes aangegeven. De witte pijltjes wijzen onrijpe zaadjes aan. Lengte van de aar: 19 cm. Foto: Hans Kerp.

over de ijzeren loopbruggen en galerijen die het gebouw vullen. Verder wordt de geschiedenis van de groeve er heel mooi in beeld gebracht. Echt een aanrader als begin van de excursie.

Vervolgens terug naar de auto's en een paar kilometer gereden naar de bekende parkeerplaats aan de Grubenweg. Daarna volgens de instructie de asfaltweg omhoog lopen, kort voor het einde de zijweg naar links nemen en dan aan het einde van het hek het

paadje naar rechts nemen. Dan loop je gemakkelijk de groeve in. Dus niet meer het bospad inslaan, zoals we dat vroeger altijd deden.

Daar sta je dan; met uitzicht op een immense kuil. Waar zullen we gaan zoeken? Een goede stelregel is altijd; ga naar de zwarte plekken in de groeve, want daar zijn de kolenlagen ontsloten. Een andere regel is: ga naar plekken toe waar anderen aan het zoeken zijn. Ergens heel ver weg, op het diepste punt, was een figuurtje van een fossielenzoeker te zien en daar was het waar ook wij uiteindelijk terecht kwamen.

Het bleek dat daar de steenkolenlaag Zweibänke, de oudste laag van het Westfalen D, ontsloten was. De Duitse verzamelaar, die daar al een flinke tijd bezig was, had al een schat aan mooie fossielen gevonden. Persoonlijk was ik helemaal verrukt van een groot stuk met talrijke wolfsklauwtakjes, *Lepidodendron lycopodioides*, dat hij bij zijn vondsten had liggen. En terwijl ik stond te kijken, vond hij ook een degenkrabje, *Euproops* sp. Het was zijn derde al deze dag, zei hij. En thuis had hij er al zo'n 65. Maar je moet er wel oog voor hebben, want om eerlijk te zijn, heb ik hem niet goed kunnen zien.

Er was geen ruimte voor ons om ook direct in die laag te gaan zoeken, dus hielden we ons bezig met het splijten van de vele stukken, die er omheen lagen. Dat leverde diverse mooie vondsten op. Drie daarvan wil ik hier graag laten zien.

### *Cordaianthus* (bloei-aar van *Cordaites*)

Al vrij snel kwam mijn zoon Tom met een prachtige bloei-aar van de naaktzadige boom *Cordaites* aanlopen. Ik moet zeggen dat ik nog nooit zo'n mooi exemplaar heb gezien. Heel duidelijk in geel afgetekend tegen de donkergrijze steen (Afb. 2). Dat is ook het voordeel van de fossielen van de Piesberg: ze zijn meestal gekleurd, waardoor het al gauw museumstukken worden.

*Cordaites* was een geslacht van bomen met lange, lintvormige bladeren, meestal groeiend op wat drogere plekken in het steenkolenmoeras. Er kwamen echter ook mangrovevormen voor. De aren waren eenslachtig, mannelijk of vrouwelijk, maar het is niet bekend of aan één boom slechts aren van hetzelfde geslacht, of van beide geslachten zaten. Ik vroeg mij af of dit een vrouwelijke of een mannelijke aar was en legde die vraag voor aan Prof. Hans Kerp te Münster. Van hem kreeg ik de bewerkte foto van afbeelding 2 terug met de mededeling dat het zeker om een vrouwelijke aar ging. Dat is te zien aan de uitstekende steeltjes (met gele pijltjes aangegeven) waaraan zaadjes hebben gehangen. Met witte pijltjes heeft hij aangegeven waar zich waarschijnlijk nog onrijpe zaadjes bevinden.

Ik maak van de gelegenheid gebruik om het meest complete *Cordaites*-blad te laten zien, dat ik ken (Afb. 3). Het is een aantal jaren geleden gevonden in de Piesberg door André Mommers uit Zaandam tijdens een excursie van de club Amathysta uit Zaandam. Het blad meet 48 cm! Fragmenten van *Cordaites*-bladeren zijn heel algemeen, maar hele bladeren zijn bijzonder zeldzaam. Als verzamelaar ben je al blij als je een bladvoet of een bladpunt vindt.

### *Lepidodendron lycopodioides*

Toen wij aan het inpakken waren om weg te gaan, kwam de Duitse verzamelaar naar me toe met de vraag of ik het grote stuk met de wolfsklauwtakjes wilde



AFBEELDING 3. | Compleet blad van *Cordaites*. Lengte van het blad: 48 cm. Coll. André Mommers, foto: Xander Kaspers.





AFBEELDING 4. | *Lepidodendron lycopodioides*: twijgen van de wolfsklauwboom *Lepidodendron*. Links een stuk van een dikke tak. Breedte van de foto 45 cm.

hebben (Afb. 4). Het was waarschijnlijk te veel van het goede voor hem. Ik moet erg verheugd gekeken hebben, hoewel ik besepte dat ik nog een lange tocht met een zware rugzak en deze acht kilo wegende baby in mijn armen voor de boeg had. Maar het was de moeite waard: wolfsklauwtwijgjes zijn zeer algemeen, maar zoveel bij elkaar en zo mooi getekend, is wel bijzonder. Boomvormige wolfsklauwen zijn, zoals bekend, uitgestorven. Vermeldenswaard is dat de boom als geheel de genusnaam *Lepidodendron* draagt, maar dat deze naam ook gebruikt wordt voor de onderdelen zoals de bast, de takken en de twijgen. Zo worden de twijgen van afbeelding 4 *Lepidodendron lycopodioides* genoemd.

### *Mariopteris muricata* met klimhaken

Het laatste stuk dat ik wil laten zien, is een deel van een blad van de zaadvaren *Mariopteris muricata* (Afb. 4). Het woord zaadvaren is eigenlijk een *contradictio in terminis*, een tegenstrijdigheid in de woorden. Een varen is namelijk een sporenpplant en vormt dus per definitie geen zaden. Zaadvarens zijn primitieve naaktzadige planten, meestal in de vorm van bomen met grote bladeren. Het geslacht *Mariopteris* vormt daarop een uitzondering; deze zaadvarens namen de vorm van lianen aan (Afb. 1). Ze hadden dunne, flexibele stammen, die zich om andere gewassen slingerden zoals de kamperfoelie dat nu doet. De klimfunctie werd nog versterkt door zogenaamde “klimhaken”: verlengde asjes, die enigszins gebogen waren. Waarschijnlijk haakten die zich vast in andere gewassen, waardoor de klimplant nog stabiel werd. Interessant is dat Darwin in zijn boek over klimplanten vijf typen onderscheidde: 1. haakklimmers; 2. dakklimmers (die zich vasthechten); 3. slingerplanten; 4. bladklimmers (zoals de clematis); en 5. rankende planten. Daarvan komt het eerste type precies overeen met de *Mariopteris*.

Hoewel *Mariopteris*-fossielen zeker niet zeldzaam zijn, vind je toch maar vrij zelden een stukje blad met een klimhaak. Vaak zijn de klimhaken afgebroken of zitten ze in het gesteente. Daarom is het fossiel van afbeelding 1 zo bijzonder. Hier zijn meerdere klimhaken duidelijk zichtbaar, waardoor je een goede indruk krijgt hoe het uiteinde van zo'n blad eruit gezien heeft.

### Conservering

De fossielen, die we op deze plek gevonden hebben, zijn prachtig geel (en soms anders) gekleurd als gevolg van het laagje Gumbeliet dat er op zit. Mijn ervaring is dat deze kleur heel lang goed blijft, als het fossiel maar droog bewaard wordt. Op den duur verbleekt hij echter. Vergelijkbare fossielen, die ik dertig jaar geleden heb verzameld, blijken nu zodanig ontkleurd te zijn, dat ze hun esthetische waarde hebben verloren. Ik heb wat geëxperimenteerd met het conserveren van deze geel-

gekleurde planten en daarna heb ik het grote stuk van afbeelding 4 bestreken met zeer sterk verdunde melkachtige houtlijm van Bison. De verhouding was daarbij ongeveer 1 deel houtlijm op 20 delen water. Ik probeerde het effect eerst uit op een fossiel dat verder geen waarde heeft. Toch viel het resultaat me wat tegen: een deel van de helderheid is verloren gegaan. Daarom heb ik besloten de andere stukken te laten zoals ze zijn, of alleen de achter- en zijkanten ter versterking te bestrijken met verdunde Velpo. Als u gaat conserveren, maak dan in elk geval van te voren foto's van het oorspronkelijke fossiel. Als een soort levensverzekering.

### Dankwoord

Ik dank Prof. Dr. Hans Kerp van de Forschungsstelle für Paläobotanik van de Wilhelms Universität te Münster hartelijk voor afbeelding 2 en voor zijn commentaar op het concept van dit artikel. Ik dank André Mommers en Xander Kaspers voor hun aandeel in afbeelding 3.

Noot van de redactie: Dit is het vijftigste artikel van Hans Steur in Grondboor & Hamer. Daarmee is Hans – als schrijver in ons tijdschrift – een van de meest actieve NGV-leden ooit!

# Cordaites en Cordaianthus

Hans Steur

In de plantenvoerende lagen van het Boven-Carboon en het Onder-Perm komen Cordaites-bladeren tamelijk veel voor. Plaatselijk zelfs in grote aantallen. Een compleet blad is een zeldzaamheid: meestal vind je een fragment. En als je het puntige of afgeronde uiteinde vindt, ben je al heel gelukkig. Cordaites was een naakzadige plant. In de Piesberg bij Osnabrück komen in een bepaald deel van de plantenlaag boven Zweibänke veel bloeiwijzen van Cordaites voor. Deze worden Cordaianthus genoemd. De vondst van zo'n bloeiaar waarin de "zaden" op steeltjes uit de "katjes" staken, was voor mij aanleiding tot het schrijven van dit stukje. Hierin komen ook de andere Cordaites-fossielen aan de orde: de holteopvullingen van de stam, Artisia, getaten, en het hout.

In het begin van de vorige eeuw namen aan dat de bladeren afkomstig waren van een palm. Het was Unger die in 1850 de genusnaam Cordaites introduceerde, naar de geoloog en paleobotanicus Corda. Deze naam wordt nu niet alleen voor de bladeren gebruikt, maar ook voor de gehele plant.

Het is wel zeker dat het genus Cordaites zowel planten met een boomvor-

mige als met een struikvormige habitus omvatte. In het laagland was de Cordaites in het algemeen boomvormig met een stam van zo'n 10 m, soms wel 20 of 30 m. In moerassen groeiden Cordaiten die struikvormig waren, of boomvormig met luchtwortels. Er zijn ook onderzoeken die aantonen dat Cordaiten een mangrovebos in een brak- of zoutwaterzone konden vormen.

Een grote verscheidenheid aan typen dus, die echter niet weerspiegeld wordt in de fossielen van de bladeren en het hout. Cordaites is daarom zeker geen natuurlijk genus maar een vormgenus.

## Bladeren

De bladeren die in Nederland en de omringende landen gevonden worden, zijn meestal lintvormig en groot



Fig. 1. Bladtop van *Cordaites principalis*. Lengte 17 cm. Westfalien D, Piesberg. Coll. HS.

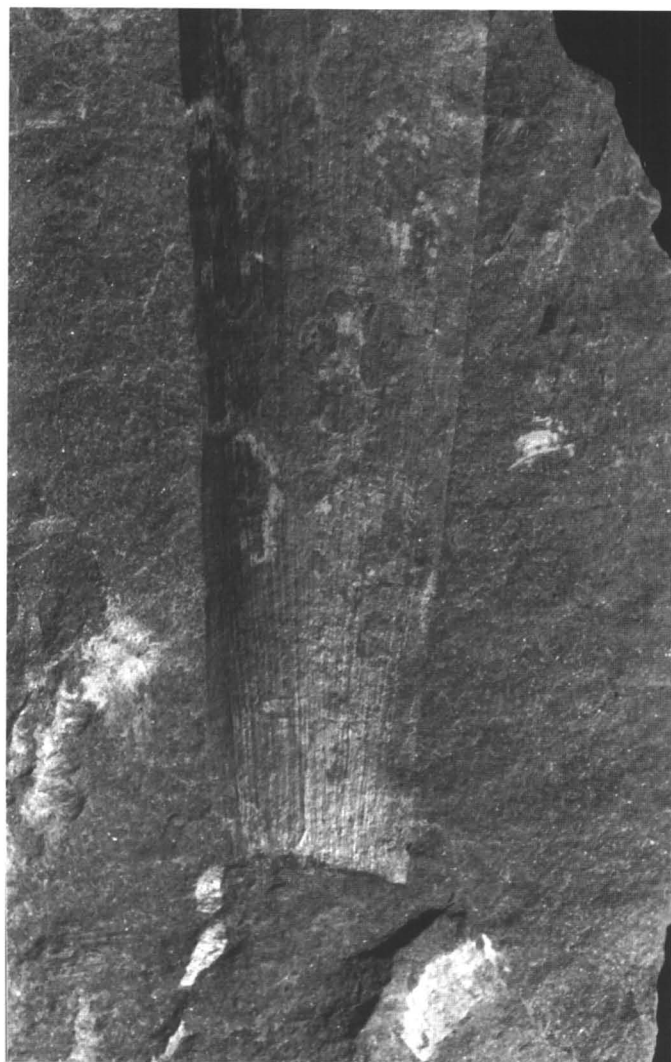


Fig. 2. Bladvoet van *Cordaites principalis*. Lengte 12 cm. Stefanien, Graissessac. Coll. HS.

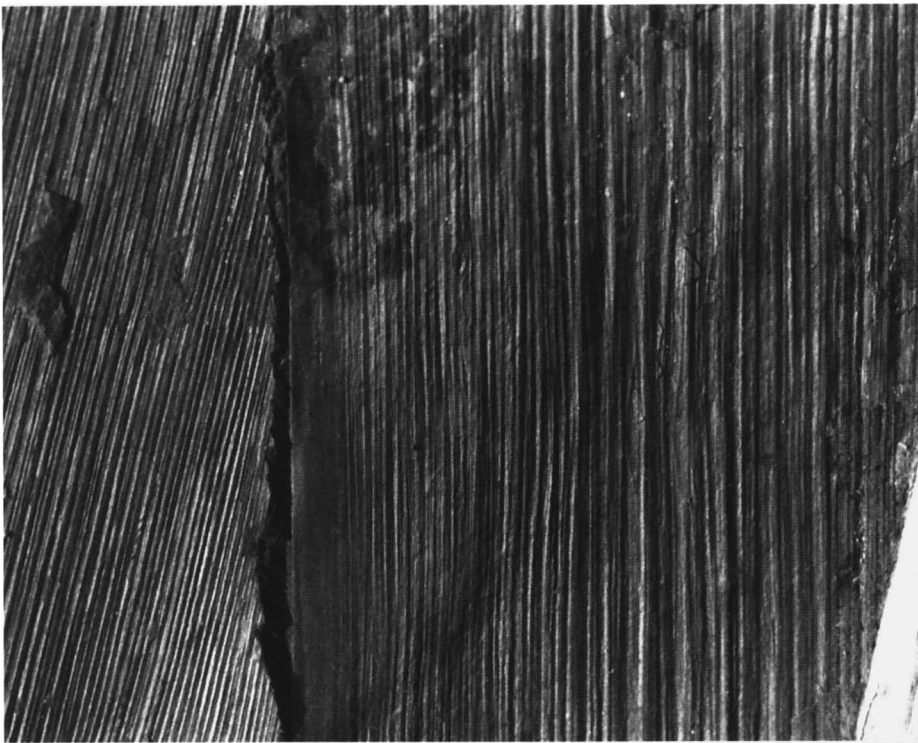


Fig. 3. Nerven en 'valse nerven' van *Cordaites principalis*. Breedte bladfragment: 5 cm. Piesberg. Coll. HS.

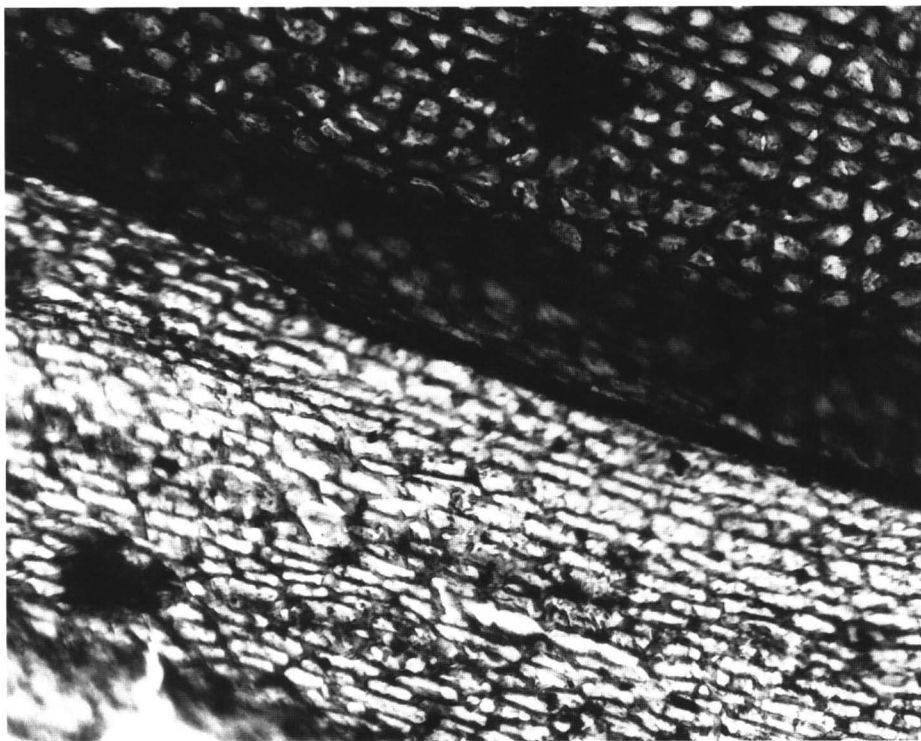


Fig. 4. Cuticula van *Cordaites* sp. van Montceau-les-Mines. Boven de dikke bovenkant van het blad, onder de dunnere onderkant. Foto H. Kerp.

(fig. 1 en 2). De lengte ligt in het algemeen tussen 20 en 70 cm en de breedte varieert tussen 3 en 7 cm. In het blad lopen fijne evenwijdige nerven die zich in het onderste deel van het blad soms vorkvormig vertakken. Tussen deze nerven lopen bij de soort

die verreweg het meest voorkomt, *Cordaites principalis*, nog 2 tot 5 zg. valse nerven (fig. 3). Uit microscopisch onderzoek aan zeer goed bewaard gebleven bladeren uit Frankrijk en de Verenigde Staten bleek dat deze valse nerven uit steunweefsel bestonden,

maar dat ze geen houtvaten bevatten. Ze fungeerden als extra "steunbalken" in het blad. De huidmondjes zaten, zoals bij de meeste planten, voornamelijk aan de onderzijde van het blad (fig. 4). Uit cuticulapreparaten blijkt dat *C. principalis* in feite een verzameling van soorten is.

De bladrand is gaaf en het uiteinde van het blad is toegespitst tot afgerond. Vrij vaak zijn de bladtoppen bij *C. principalis* ingescheurd, waarschijnlijk na het afvallen van het blad. In het Westfalen C van Duitsland is de soort *C. borassifolius* enkele malen gevonden. Deze soort heeft tussen twee gewone nerven slechts één valse nerf. In Engeland is deze soort wat vaker aangetroffen. De soort *C. palmaeformis*, die in het geheel geen valse nerven heeft, is nog zeldzamer. Bij deze soort zijn alle nerven even dik en liggen even ver uit elkaar. In vrijwel alle gevallen behoort een Cordaites-blad in onze omgeving dus tot de verzamelseizoen *C. principalis*.

Bij zeer goede conservering zijn tussen de nerven nog dwarsimpeltjes te zien. Deze worden veroorzaakt door de opperhuidstructuur.

In Frankrijk komen nog andere typen Cordaites-bladeren voor. In Montceau-les-Mines vonden we relatief brede bladeren met een gave ronde top (fig. 5). We namen een fragment waar met een breedte van 12 cm. In Graissessac hebben we een "waaier" van smalle en betrekkelijk kleine Cordaites-bladeren gevonden (fig. 6).

Tamelijk zeldzaam zijn fossielen van takken waarop de dwarsstaande littekens van afgevallen bladeren te zien zijn (fig. 7). Deze vorm, genaamd Cordaicladius, geeft aan dat de bladeren in onregelmatige spiralen ingeplant waren.

### Bloeiwijzen

De bloeiwijzen hebben de vorm van een (samengestelde) aar (fig. 8). Aan de primaire as, die tot 30 cm lang kan zijn, zitten in twee rijen kleine aartjes tegenover elkaar in de oksels van schutblaadjes (bracteeën). Aan één aar zitten of mannelijke of vrouwelijke bloemen: de bloeiwijze is dus eenslachtig. Of de Cordaites-boom alleen maar mannelijke of vrouwelijke bloeiwijzen droeg (tweehuizig was) is niet bekend.

Zowel de mannelijke als de vrouwelijke bloeiaren worden voor het meren-



Fig. 5. *Cordaites* sp., Stefanien, Montceau-les-Mines. Lengte van het blad: 15 cm. Coll. HS.



Fig. 6. Bladeren van *Cordaites* sp. Stefanien, Graissessac. Lengte van het langste blad: 16 cm. Coll. HS.

deel tot het genus *Cordaianthus* gerekend (ook wel *Cordaitanthus* genoemd) en in veel gevallen is niet vast te stellen van welk geslacht de aar is. Vaak is zelfs niet te zien dat de verdikkingen in de oksels van de schutblaadjes aartjes zijn (fig. 9).

Dankzij de vondst van perfect bewaard gebleven verkiezelde aartjes in Frankrijk is de structuur al sinds de vorige eeuw tot in details bekend. In fig. 10 is een mannelijk aartje gereproduceerd; in fig. 11 is een reconstructie van twee vrouwelijke aartjes getekend.

De aartjes (katjes) bestaan uit een relatief dikke as waarop spiraalsgewijs schubvormige blaadjes staan ingeplant. Bij de mannelijke bloemen zitten in het bovenste deel van het aartje aan de top van de blaadjes de microsporangia. Deze gingen bij rijpheid in de lengte open en lieten het stuifmeel los. Men neemt aan dat dit stuifmeel door de wind verspreid werd. (Er zijn aanwijzingen dat in het Carboon bij andere planten bestuiving door insecten al voorkwam). Doordat de pollenzakjes maar weinig buiten de aartjes uitstaken, is hiervan in het fossiel

meestal niets te zien.

Bovenin de vrouwelijke aartjes ontwikkelden zich aan het uiteinde van de blaadjes verdikkingen die uitgroeiden tot zg. zaadknoppen (fig. 12). Een zaadknop (ook wel ovulum genoemd) is gedefinieerd als een megasporangium (dat dus een eicel bevat) met een beschermend omhulsel (integument geheten). Is een zaadknop bevrucht en is er een embryo gevormd, dan is het een zaad geworden. Een probleem is dat bijna nooit is vast te stellen of een fossiele zaadknop bevrucht is of niet. Daarom worden de termen

zaadknop en zaad door elkaar gebruikt voor zover het Cordaites betreft.

De blaadjes waarop de zaadknoppen stonden, groeiden bij de Carbonische Cordaites-soorten uit tot steeltjes, zodat de zaadknoppen ver uit het aartje staken.

Het pollen is bekend. Het is meestal van het Florinites-type en de doorsnee van een korrel ligt rond de 50 µm (fig. 13).

Algemeen wordt aangenomen dat de bevruchting plaatsvond door middel van vrij zwemmende spermatozoiden omdat men bij Cordaites nooit een pollenbuis heeft gevonden. Bovendien heeft het pollen een *trilete* merk, zoals ook bij sporen meestal voorkomt.

Bij de Permische Cordaites steken de ovulen overigens niet buiten de aartjes uit, doordat ze niet meer op verlengde blaadjes staan.

### Zaden

De zaden (zaadknoppen) die aan Cordaites worden toegeschreven, zijn alle platysperm, d.w.z. afgeplat. Dit in tegenstelling tot de zaden van zaadva-

rens die allemaal radiaal-symmetrisch zijn. Ze worden ondergebracht in verschillende genera, b.v.

Cordaicarpus: hartvormig met een afgeronde punt.

Cardiocarpus: hartvormig met een afgeplatte punt (fig. 14).

Samaropsis: hartvormig, maar gevleugeld.

De ooplengte van de zaden loopt van enkele millimeters tot ongeveer 1,5

centimeter.

Ook uit de veelvormigheid van de zaden blijkt dat het geslacht Cordaites een vergaarbak van soorten is.

### Artisia

Zoals de in de lengte gestreepte fossielen van Calamites holteopvullingen van paardestaartstammen zijn, zo is Artisia de holteopvulling van een Cordaites-stam. In het vrij brede merg van een Cordaites-stam (tot 10 cm) zaten horizontale diafragma's (zoals bij

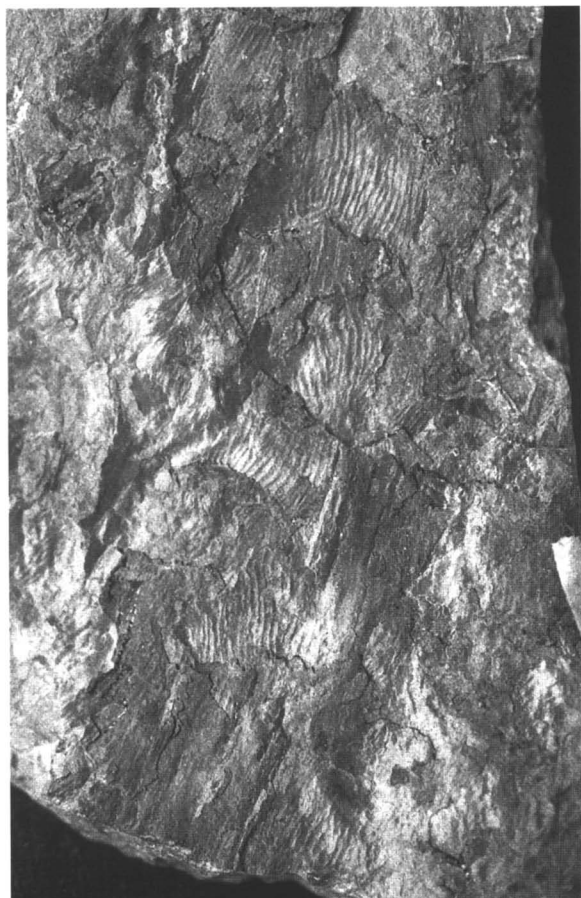


Fig. 7. Cordaicladus: takje met bladlittekens. Stefanien, Reisbach. Lengte 10 cm. Coll. RU Utrecht. Foto H.A. Eijsendoorn, Vakgroep Paleob. en Palyn., Utrecht.

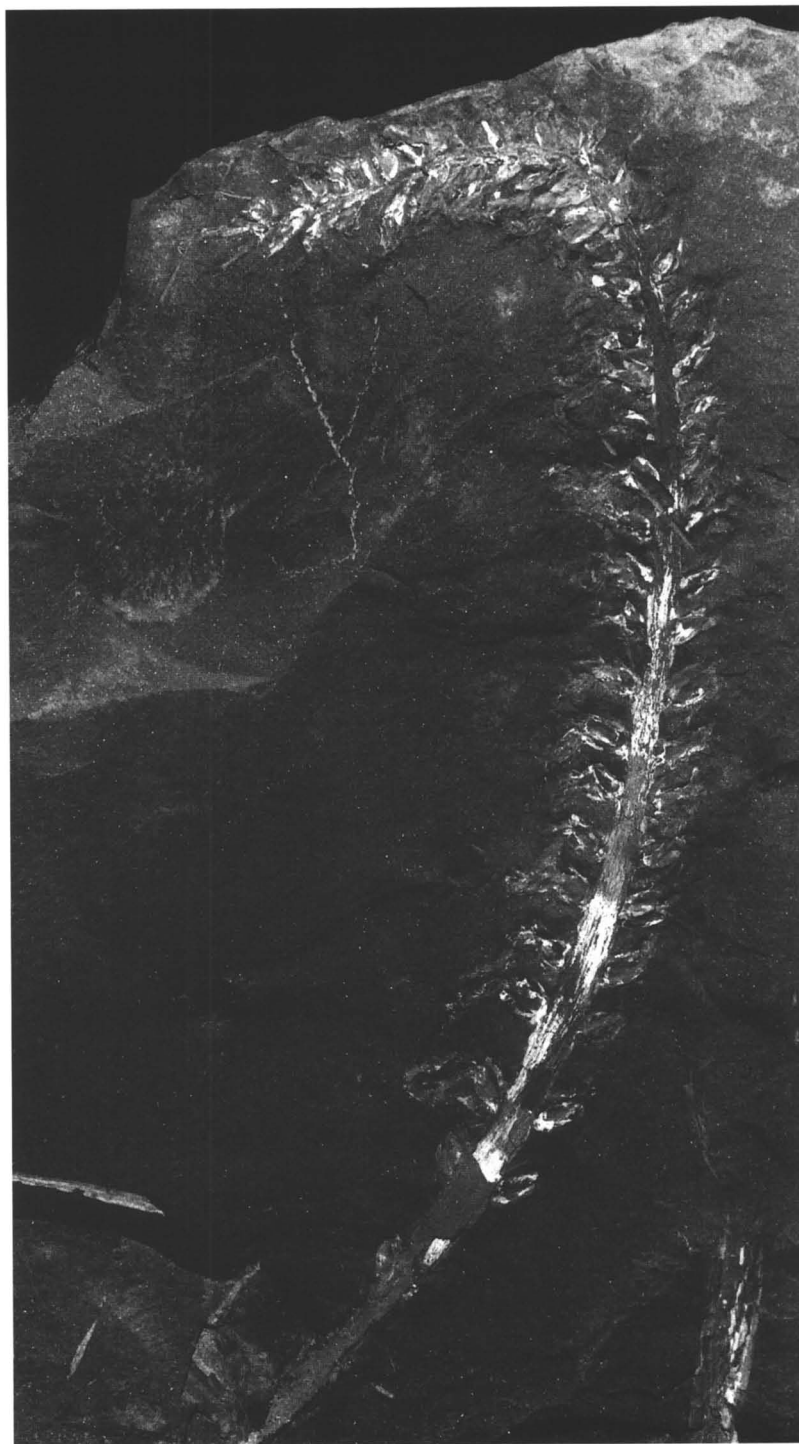


Fig. 8. Cordaianthus sp.: vrouwelijke bloeiaar. Lengte 18 cm. Piesberg. Coll. HS.



Fig. 9. *Cordaianthus* sp.: mannelijke of vrouwelijke bloeiaar. Lengte van het fragment: 8 cm. Piesberg. Coll. HS.

bamboe, maar veel dichter bij elkaar). Zie fig. 15. Tijdens de lengtegroei van de stam ontstonden er holten tussen de diafragma's. Na het afsterven van een boom verteerde het resterende merg snel, waarna de holte opgevuld werd met sediment. Dit versteende en

de stam verkoelde. Artisia-fossielen worden vaak met een laag kool erom gevonden. De overdwarse ribbels en groeven geven aan waar de diafragma's hebben

gezet (fig. 16). De wijze waarop het fossiel aan zijn naam is gekomen, is curieus. In het begin van de 19de eeuw noemde de paleobotanicus Artis de holteopvulling van de Cordaites-stam *Sternbergia*, ter ere van zijn vriend Sternberg. Tegelijk beschreef Sternberg hetzelfde fossiel onder de naam *Artisia*, naar Artis. Omdat later bleek dat *Sternbergia* al bestond als naam van een recente plant, bleef de naam *Artisia* over.

#### Het hout

Fossiel hout afkomstig van Cordaites-bomen wordt Cordaixylon genoemd. Deze naam wordt voornamelijk gebruikt als van Cordaitestakken of -stammen de gehele doorsnede is geconserveerd: merg, primair hout, secundair hout en ev. de bast.

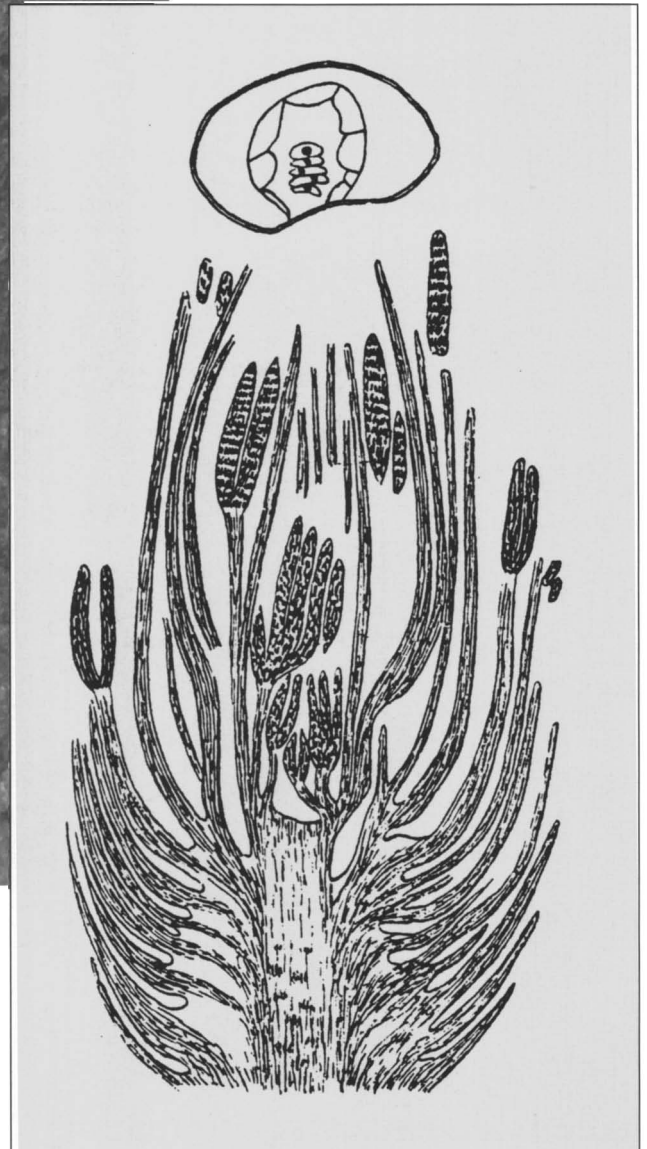
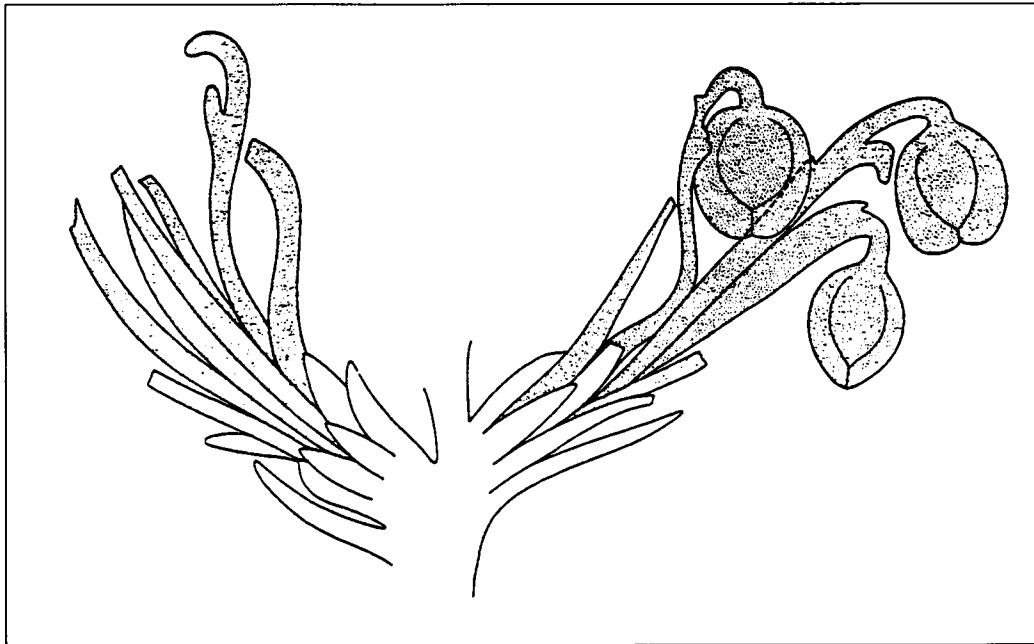


Fig. 10. Doorsnede van mannelijk aartje (naar Renault, 1879). Boven: een pollenkorrel (50µm) (naar Florin, 1936).



gen (voorlopers van de naaktzadigen) gezocht worden, volgens anderen in een bepaalde groep van zaadvarens.

Wat de micro-evolutie betreft heeft Florin (1951) een duidelijke lijn geconstateerd in de ontwikkeling van de vrouwelijke bloeiaren. In het Vroeg-Westfalien zitten de zaadknoppen aan vertakte, lang-uitgegroeide blaadjes in een aartje. Aan één drager kunnen meerdere zaadknoppen zitten. Bij Cordaiten in het Laat-Westfalien en het Vroeg-Stefanien zijn de zaadknoppendragers nog steeds lang, maar onvertakt.

Fig. 11. Reconstructie van vrouwelijke aartjes met gesteelde ovulen (naar Florin, 1951).

Vaker worden stukken secundair hout gevonden, waarvan men aanneemt dat het van Cordaites afkomstig is. Dit hout noemt men Dadoxylon. Het heeft op lengtedoorsnede een araucaroïde stippeling, d.w.z. dat de houtvaten zijn verbonden door min of meer honinggraatvormig liggende doorboringen (hofstippels; fig. 17). Het probleem is echter dat veel gymnospermenhout zo'n stippeling heeft en dat een preciese determinatie daardoor niet mogelijk is. Dadoxylon uit het Carboon kan van Cordaiten of van Coniferen zijn. De oudste Coniferen zijn bekend uit het Midden-Westfalien en in het Stefanien zijn ze nog relatief zeldzaam.

Er zijn nog enkele andere houtsoorten waarvan men aanneemt of weet dat ze van Cordaites afkomstig zijn. Het wortelhout van Cordaites bevat geen centrale holte en wordt Amyelon genoemd (fig. 18).

### Evolutie

Van welke groep planten de Cordaiten afstammen is onbekend. Tot voor kort werd o.m. op grond van het werk van R. Florin (1951) aangenomen dat de Coniferen afstamden van de Cordaiten. Nieuwer onderzoek maakt het echter waarschijnlijk dat dit niet het geval is, maar dat de beide groepen wel een gemeenschappelijke voorouder hebben. Volgens sommigen moet deze onder de Archaeopteris-acht-

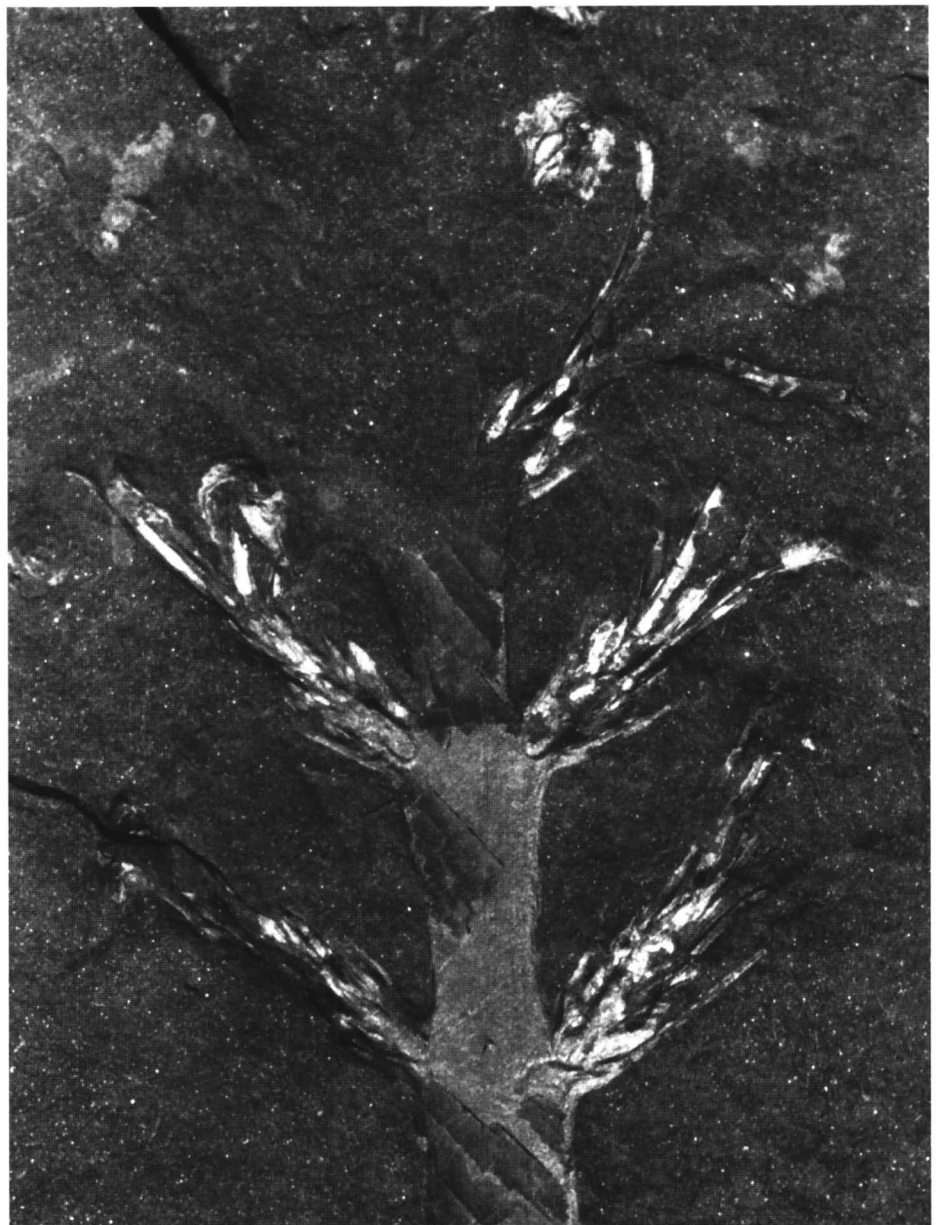


Fig. 12. Deel van vrouwelijke bloeiaar van *Cordaites* sp. met gesteelde ovulen. Lengte van het fragment 10 cm. Piesberg. Coll. HS.

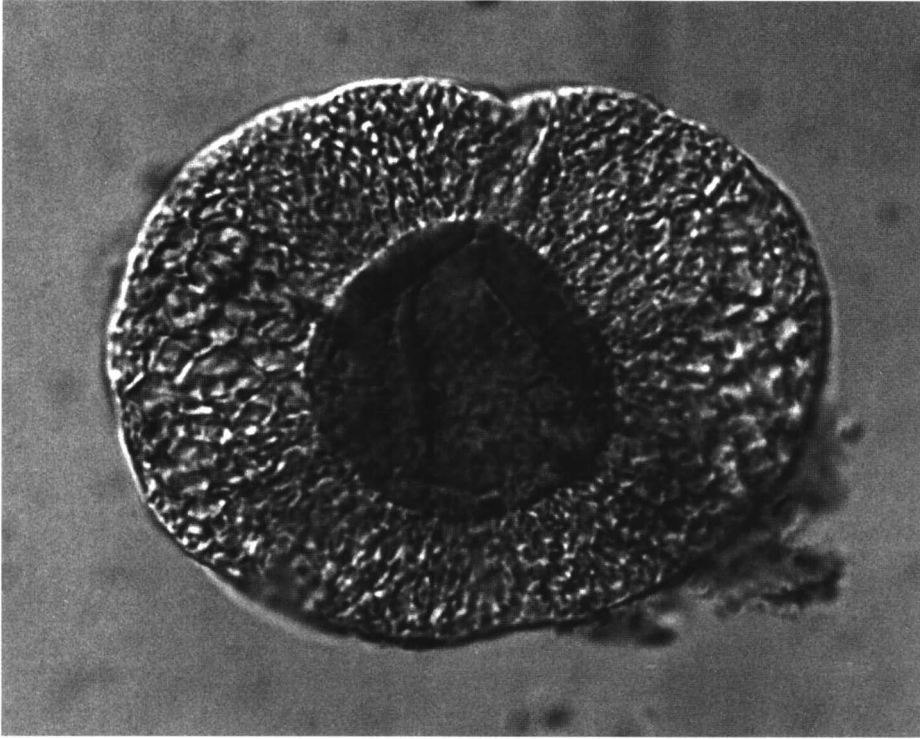


Fig. 13. Stuifmeelkorrel van *Cordaites* (ongeveer 50  $\mu$ m). Foto: H. Kerp.

Fig. 14. *Cardiocarpus* sp. Zaad. 8 mm. Piesberg. Coll. HS.

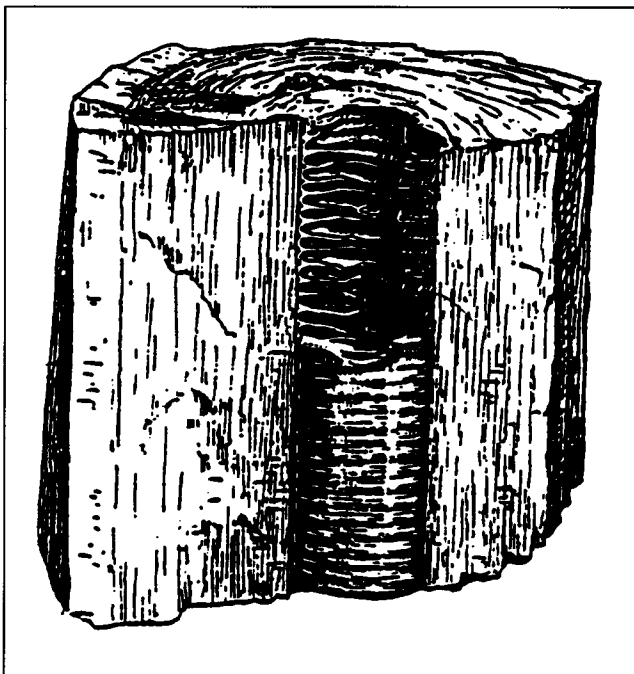
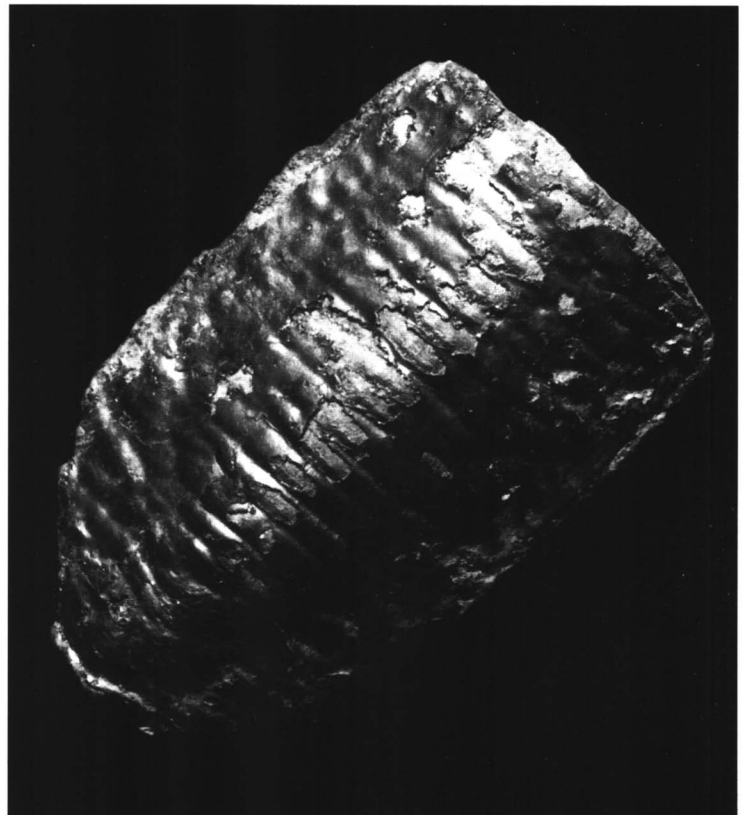


Fig. 15. Reconstructie van de stam van een *Cordaites*-boom (naar Seward, 1917)

Fig. 16. Artisia: holteopvulling van een *Cordaites*-stam. Lengte 5 cm. Westfalen A/B, Zuid-Limburg. Coll. V. Viveen.





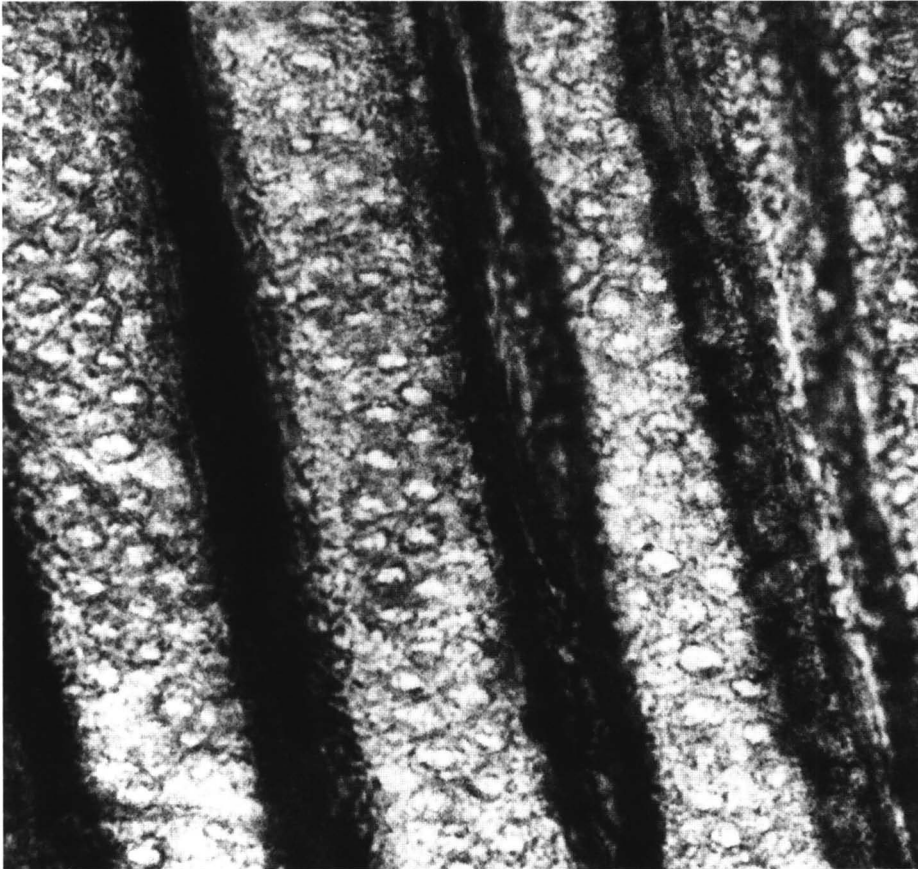


Fig. 17. Microfoto van *Cordaites*-hout. Let op de hofstippels. Coalball, Engeland. Foto H.A. Elsendoorn, Vakgroep Paleob. en Palyn., Utrecht.

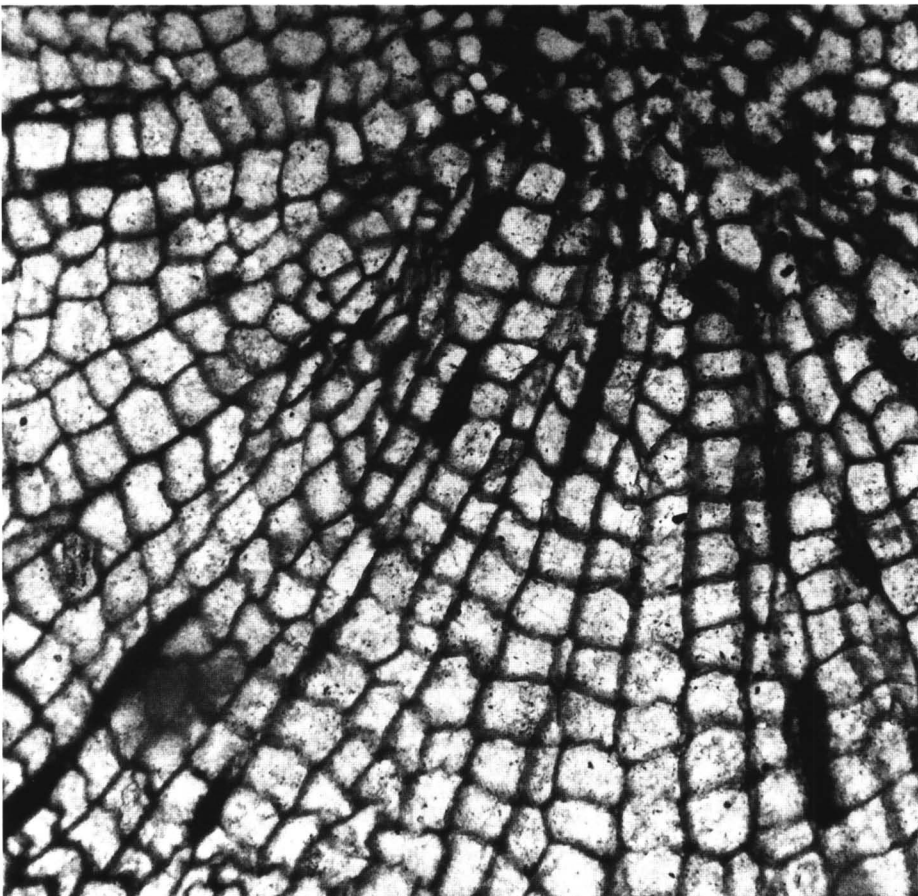


Fig. 18. Microfoto van *Amyelon*, wortelhout van *Cordaites*. Coalball, Engeland. Foto H.A. Elsendoorn, Vakgroep Paleob. en Palyn., Utrecht.

Ze dragen elk één ovulum. In het Laat-Stefanien en het Vroeg-Perm zijn de zaadknoppendragers zeer kort geworden en ze dragen elk één ovulum.

#### Tenslotte

De Cordaiten kunnen tot de hoogst ontwikkelde planten van het Boven-Carboon gerekend worden. Ze hadden een zeer afwijkende bladstructuur. Van de bouw van de eenslachtige bloeiaren zijn dankzij bijzondere fossielen veel details bekend. De onderverdeling van de Cordaiten is problematisch. Alles wijst erop dat er zeer verschillende planten onder vallen, maar natuurlijke geslachten en soorten zijn (nog) niet te onderscheiden. In zijn betrekkelijk korte bloeitijd, Boven-Carboon en Onder-Perm, heeft de *Cordaites* toch duidelijk zijn sporen achtergelaten.

#### Dankwoord

Graag wil ik Prof. Dr. J.H.F. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Universiteit van Münster hartelijk danken voor zijn commentaar en voor het maken van de foto's van fig. 4 en 13. Dr. J.v.d.Burgh van de Vakgroep Paleobotanie en Palynologie van de RU te Utrecht dank ik voor de medewerking voor het maken van de foto's in fig. 7, 17 en 18.

#### Summary

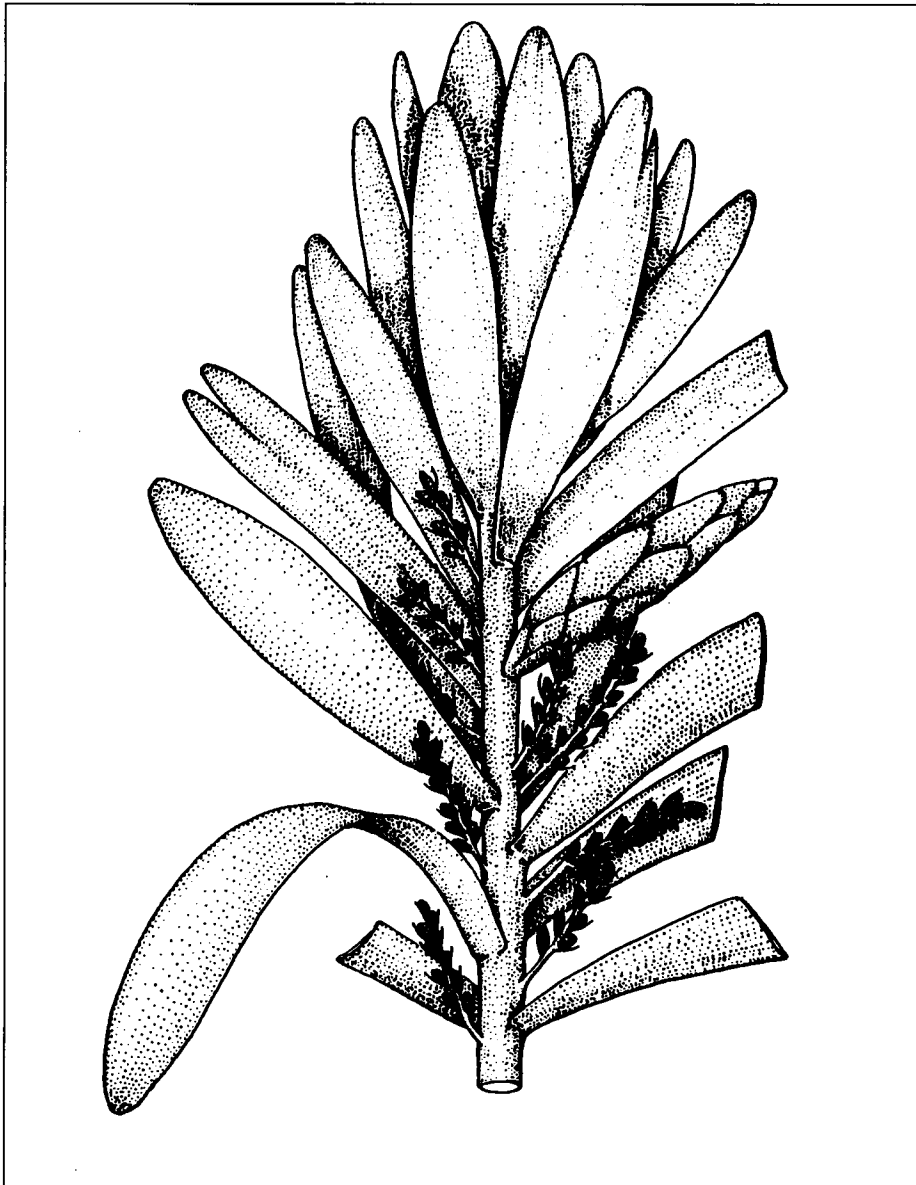
The author gives a description of *Cordaites* which is one of the most developed plants of the Upper-Carboniferous and Lower-Permian. The structure of the leaves is very special. Due to quite a number of remarkable fossil finds many details of the monosporangiate fructifications have become known. The genus of *Cordaites* is an artificial one. It seems to comprise very different plants, but is not (yet) possible to distinguish natural genera or species.

Adres van de auteur:  
Laan van Avegoor 15  
6955 BD Ellecom

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

#### Literatuur

- Cridland A.A., 1964. *Amyelon* in American Coal-balls. *Palaeontology*, Vol.7, Part 2, 186-209.
- Crookall R., 1970. Fossil plants of the Carboniferous Rocks of Great Britain, Part



6: Cordaitales. Palaeontology, vol.4, 793-840, London.

Florin R., 1951. Evolution in Cordaites and Conifers. Acta Horti Bergiani 15: 285-388.

Florin R., 1951. On female reproductive organs in the Cordaitinae. Acta Horti Bergiani 15: 111-134.

Geys J.F., 1994. Geschiedenis van het leven, deel 5b: Carboon: Vertebraten, Planten. BVP, Antwerpen

Josten K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

Raymond A. en Phillips T.L., 1983. Evidence for an Upper Carboniferous mangrove community. Tasks for Vegetation Science, Volume 8, W.Junk Publishers, Den Haag, pp. 19-31.

Remy W. en Remy R., 1977. Die Floren des Ertaitertums. Glückauf, Essen.

Rothwell G.W., 1982. *Cordaianthus duquesnensis*, anatomically preserved ovulate cones from the Upper Pennsylvanian of Ohio. Am. J. Bot. 69 (2): 239-247.

Taylor T.N. en Taylor E.L., 1993. The biology and evolution of fossil plants. Prentice Hall, New Jersey.

Reconstructies uit:

Florin, R., 1936. On the structure of the pollen-grains in the Cordaitales. Svensk Bot. Tidskrift 30, 626-651.

Grand'Eury, C.F., 1877. Mémoire sur la flore Carbonifère du département de la Loire en du centre de la France. Mém. Acad. Sci. Inst. Nat. de France 24 (1), 1-624.

Renault, B., 1879. Structure comparée de quelques tiges de la flore Carbonifère. Nouv. Arch. du Mus. Ser. 2, 2, 213-348. Seward, A.C., 1917. Fossil Plants. Volume III. Cambridge.

Fig. 19. Reconstructie van een *Cordaites*-tak met bladeren en bloeiaren (naar Grand'Eury, 1877).



## Sponzentelling van Sylt II

Ulrich von Hacht en Freek Rhebergen

**In Grondboor & Hamer (nr. 4/5, 1994) verscheen een eerste verslag van een telling van Sylter sponzen uit de kaolienzanden van Braderup/ Sylt. Zij bevinden zich op dit ogenblik in Sylter verzamelingen. Meer dan 16.000 exemplaren werden geteld, waarvan circa 14.000 sponzen op grond van genetisch bepaalde uiterlijke kenmerken konden worden gedetermineerd. Om het beeld af te ronden hebben wij in de winter van 1994/1995 nog eens ca. 8.000 sponzen van Sylt, die zich in Hamburg bevinden, geïnventariseerd.**

### Een unieke collectie

De bedoelde sponzen maken deel uit van de collecties van het Geologisch-Palaeontologisch Instituut van de Universiteit Hamburg, en van het "Archiv für Geschiebekunde" alsmede van de privécollectie van Von Hacht. Het materiaal van alle drie collecties is door

Von Hacht verzameld tussen 1975 en 1985 en hoofdzakelijk afkomstig uit groeve nr. 3 in Braderup/Sylt. De collecties zijn nu als één geheel ondergebracht in het "Archiv für Geschiebekunde" van de Universiteit Hamburg en vormen daardoor de grootste sponzencollectie van het Europese

vasteland.

Omdat de grindgroeves op Sylt zijn uitgeput kunnen er geen fossielen meer worden verzameld. Men dient er van uit te gaan, dat de collectie geen uitbreiding meer zal ondergaan. De getelde 8.000 sponzen uit het Boven-Ordovicium en Siluur omvatten een

noemde heliotroop. *Turritella-agaat* is een jaspis met insluiting van schelpjes. *Plasma* is een groene jaspis waarvan sommigen de kleurvorming aan ijzer toeschrijven en anderen aan chloriet.

*Nunkircher jaspis*, een vrij kleurloze soort, blijkt bijzonder goed een blauwe kleurstof op te nemen. Daarna wordt het dan omgedoopt tot "Deutscher Lapis" of "Swiss Lapis". De namen *zebra-jaspis*, *ogenjaspis*, *bloemenjaspis* en dergelijke spreken voor zich zelf. *Mokaïet* of *porcelainjaspis* ligt al op de grens naar opaal. Het is ondoorzichtig en kleurloos tot pasteleurig.

Tenslotte: de *silex* en/of *vuursteen*, waarover alleen al hele boekwerken zijn geschreven. Zij worden gevormd uit biogene kwarts in kalklagen, dikwijls met fossiele insluitingen en soms als metamorfose van fossielen.

### Amorfe kwarts

De vuursteen heeft ons vanuit de jaspissoorten al aan of over de grens van kristallijn en amorf materiaal gebracht. Vooral de biogene kwartssoorten hebben de neiging om structuurloos als een gel neer te slaan, waarna ze geleidelijk uitdrogen zonder dat het kristallisatieproces inzet.

Een grote groep van deze verharde kwartsgels wordt met de naam opaal aangeduid. Hierbij is de kwarts nog gebonden aan resterende watermoleculen, die als het ware netwerken van kleine bolletjes vormen. Bij doorschijnend materiaal geeft de reflectie op de verschillende lagen van deze bolletjes een reeks van kleurverschillen. Daar waar dit het mooist gebeurt, spreekt men van *edelopaal*, een zeer geliefde edelsteen. Er bestaat overigens ook veel gewone opaal.

Bij verzamelaars en op mineralenbeurzen wordt er veelal de naam "opaliet" aan gegeven. Verwant is *hyaliet*, een glasachtige amorfe, bolletjes vormende kwartssoort uit o.m. Tsjechië en Slowakije. In de heetwaterbronnen kan een hoge kwartsconcentratie soms neerslaan en dan spreekt men van *geyseriet*.

Ergens moet een einde komen aan dit verhaal. Ik wil dat doen door een verschijningsvorm van kwarts te memoreren die bij vrijwel alle verzamelaars enthousiasme oproept, namelijk versteend hout.

In de geologisch lange tijden is hout dat luchtdicht was begraven, cel voor cel vervangen door een uitkristalliserende silica-oplossing die langzaam de grond doorsijpelde. Het is één van

de vele boeiende verschijningsvormen van ons mineraal kwarts.

### Verantwoording

Vele gegevens zijn ontleend aan tijdschriftartikelen uit onder andere *Lapis*, *Aufschluss*, *Mineralogical Record* en *Lapidary Journal*. Voorts zijn de edelsteenhandboeken van Bolman en Webster geraadpleegd. Een belangrijke steun bij de oorspronkelijke tekst en de bijbehorende tekeningen was het uit 1971 daterende "Bergkristall, Form und Schönheit alpiner Quartzte" van Rudolf Rykart. Dit reeds lang uitverkochte boek is opgevolgd door zijn "Quarzmonographie" van 1989. Voor de steun en stimulans om dit oorspronkelijk als een lezing ontworpen verhaal te publiceren dank ik de heer C. Laban, voorts ben ik de heer A. Walkeuter erkentelijk voor het vervaardigen van de tekeningen, de heer E. Oele voor de vele suggesties en waardevolle begeleiding en de heer J. van Delft voor het maken van de kleurenfoto's. De gefotografeerde mineralen zijn uit eigen collectie.

Adres van de auteur  
F.B. van Dam  
De Del 2  
6891 AP Rozendaal



# Calamites

H. Steur

**Iedereen die zich wel eens met steenkoolplanten heeft beziggehouden, kent ze: de gelede, overlangs geribde stammetjes met de geslachtsnaam Calamites (fig.1). Ze staan bekend als stengels of stammen van paardestaarten. Ze hebben overeenkomsten met de paardestaarten van het nog bestaande geslacht Equisetum, die ook holle, gelede stengels hebben. In tegenstelling tot de recente vertegenwoordigers van deze groep hadden de Calamiten een secundaire diktegroei. Ook in hun bebladering en fructificaties wijken ze af.**



Fig.1. *Calamites suckowi*, Stefaniën, Graissessac (Fr.). Lengte van het stuk: 20 cm.

### Holteopvullingen

Inderdaad zijn de Calamiten fossielen van paardestaartachtigen (Articulatae = gelede planten), maar dan toch vaak op een andere manier dan men denkt. In verreweg de meeste gevallen is een Calamites-fossiel geen weergave van de eigenlijke stam maar een afgietsel van de centrale holte van de stam.

Bij Calamitesbomen was het onderste deel van de stengel gevuld met een zacht weefsel van dunwandige cellen. Het hogere deel was hol. Bij de knopen waren de stengels onderbroken door zogenaamde diafragma's. De eigenlijke stam is een cilinder van houtweefsel, met daaromheen de bast.

Na het afsterven van de boom raakte de centrale holte gevuld met sediment. In veel gevallen verhardde deze kern zich, terwijl het hout en de bast langzaam verteerden of verkoolden. Het resultaat na verdere verstening was een afgietsel van de centrale holte al dan niet omgeven door een koollaag.

Aan de binnenzijde van de houtcilinder liepen van knoop naar knoop bundels houtvaten (xyleem), waardoorheen water van de wortels omhoog getransporteerd werd. Doordat deze bundels enigszins uitstaken in de centrale holte, zijn ze als groeven op het afgietsel van de holte te zien. Bij de knopen alterneerden de bundels waardoor een zigzagpatroon ont-

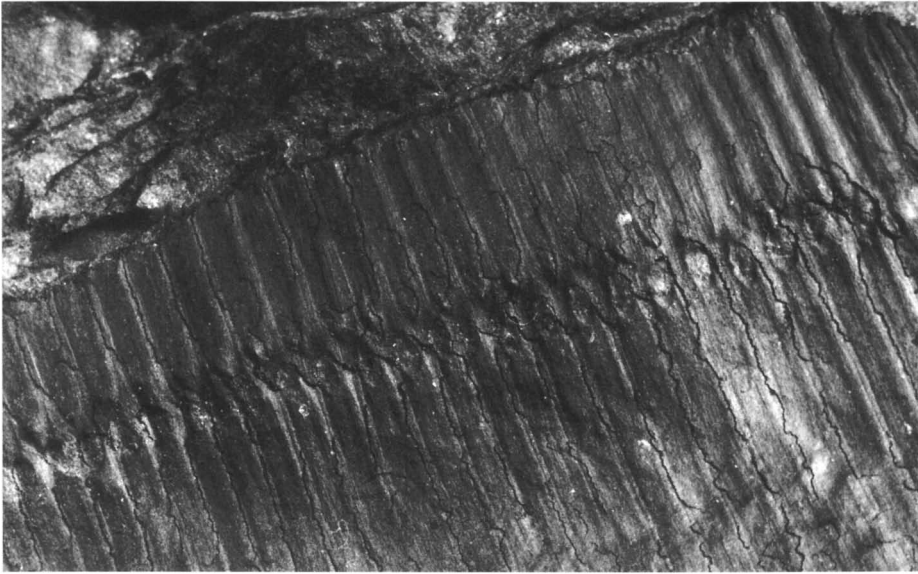


Fig. 2. *Calamites suckowi*, detail van fig. 1, Stefaniën, Graissessac (Fr.)

stond.

Onder gunstige omstandigheden kon natuurlijk ook de stam zelf fossiliseren. Daarvoor was nodig dat de afgestorven plant geheel van de lucht was afgesloten zodat het rottingsproces vertraagd werd. Het zo ontstane fossiel toont dan het hout of de bast van de stam. Dergelijke fossielen zijn heel moeilijk te herkennen, doordat de oppervlakte meestal glad is en duidelijke kenmerken ontbreken. Ze worden dan ook vaak over het hoofd gezien.

Gelede stammen met overlangse groeven zijn vrijwel altijd opvullingen van de centrale holte. Vaak zitten er vlak bij de knoop kleine, ronde of ovale littekens (fig. 2). Deze zg. infranodale littekens zijn de resten van kanalen die door het vaatweefsel gelopen hebben. Ze zitten aan de onderkant van de knoop zodat men aan de hand van deze littekens kan zien wat boven en



Fig. 3. *Calamites cisti*, steenkern met litteken van zijtak, Westfalen-D, Piesberg (Dld.). Breedte van de stam: 9 cm.



Fig. 4. *Calamites sp.*, steenkern van rhizoom met zijtak, Westfalen-A, Schaesberg. Lengte van het rhizoom: 19 cm.

wat onder is. Overigens komen niet bij alle soorten infranodale littekens voor. Bij zeer goede conservering zijn vlak boven de knoop nog puntvormige littekens te zien (fig. 2). Zij geven de plaats van vaatbundeltjes naar blaadjes aan.

Soms zitten er bij een knoop een of meer grote littekens. Dit zijn de plaatsen waar een zijtak aangehecht heeft gezeten. Deze littekens zijn zowel op de holteopvulling als aan het oppervlak van een stam te zien. Soms vertonen deze littekens min of meer radiaal geplaatste ribben (fig. 3).

### Rhizoom met zijtak

Aanleiding tot het schrijven van dit stukje was het vinden van de steenkern van een calamitesstam met zijtak

(fig. 4) op de oude stortberg van de mijn Laura bij Schaesberg. De steenkern van de zijtak is duidelijk vastgehecht aan de hoofdstam. Dat het om een holteopvulling gaat is te zien aan lengtegroeven en aan de infranodale littekens welke laatste overigens zwak zijn afgetekend. Het is ook te zien aan het feit dat de zijtak versmald is aangehecht. In de reconstructie van een deel van de *Calamites*plant in fig. 5 is te zien dat de centrale holte van een zijtak zeer smal begint en zich daarna snel verwijdt tot een constante doorsnede. De werkelijke stam en de zijtak hebben dus een veel grotere omvang gehad, dan men op het eerste gezicht zou denken.

Verticale stammen met aangehechte zijtakken zijn als fossiel erg zeldzaam, terwijl rhizomen (ondergrondse stengels) met daaruit komende verticale stengels wat algemener zijn. De fossi-

lisatiekans van ondergrondse delen van de planten was natuurlijk veel groter. Ook het in fig. 4 afgebeelde stuk is een rhizoom.

Adres van de auteur:  
Laan van Avegoor 15  
6955 BD Ellecom

### Literatuur

Taylor T.N. and Taylor E.L., 1993. The biology and evolution of fossil plants. Prentice Hall, New Jersey.

Remy W. und Remy R., 1977. Die Floren des Ertaltertums. Glückauf, Essen.

Gothan W. und Remy W., 1957. Steinkohlenpflanzen. Glückauf, Essen.

Josten K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

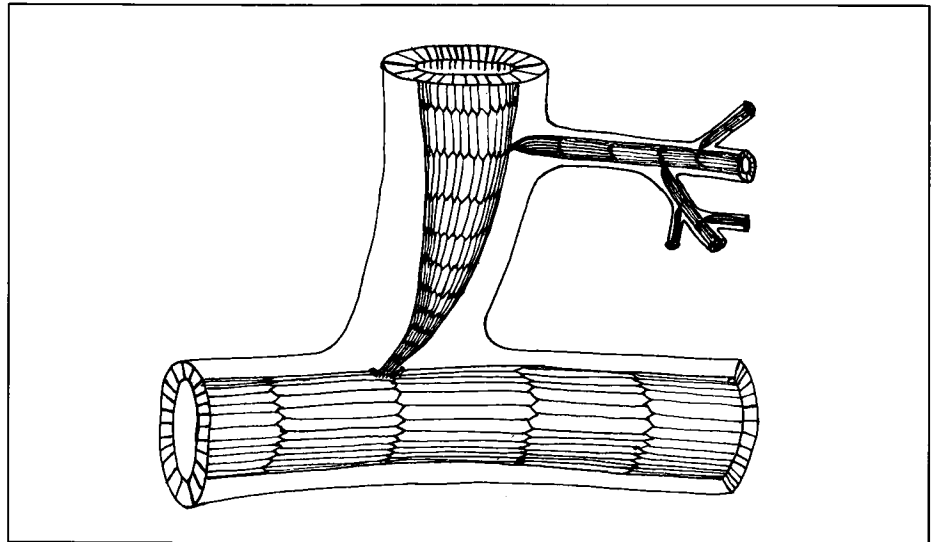


Fig.5. Schematische reconstructie van het onderste deel van een *Calamites*-plant (naar Taylor & Taylor 1993)



# Annularia en Asterophyllites

H. Steur

De tot 20 meter hoge paardestaartbomen uit het Boven-Carboon en het Onder-Perm bezaten een opvallend fijn loof. Het bestond uit kransen van smalle, ongedeelde, éénnervige blaadjes waarvan de lengte afhankelijk van de soort en de plaats aan de boom kon variëren van enkele millimeters tot 8 cm. Er worden twee bebladeringstypen onderscheiden: **Annularia** en **Asterophyllites**.

Dit zijn zogenaamde vormgenera. Een vormgenus is een geslacht waarin fossielen worden ondergebracht die er ongeveer hetzelfde uitzien, maar die niet echt verwant hoeven te zijn. Omdat men meestal niet weet bij welke stammen *Annularia* en *Asterophyllites* horen, gebruikt men deze vormgenera. Zo'n vormgenus is te beschouwen als een voorlopige oplossing in afwachting van meer helderheid.

**Annularia** en **Asterophyllites** zijn veel voorkomende fossielen in het Boven-Carboon. Het is niet altijd gemakkelijk en soms zelfs onmogelijk om ze uit elkaar te houden. In dit stukje wordt getracht het onderscheid duidelijk te maken.

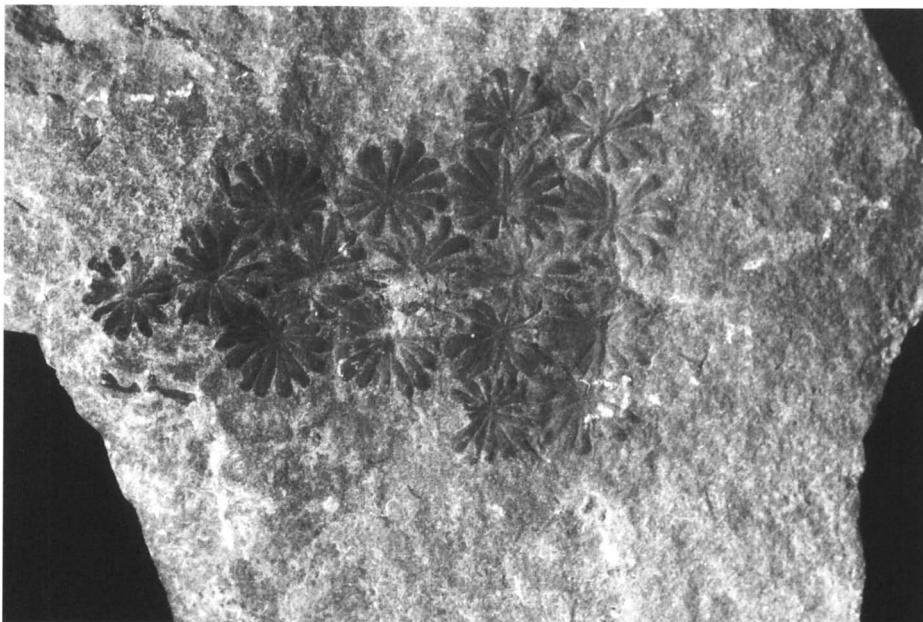


Fig.1. *Annularia sphenophylloides*, Boven-Carboon, Graissessac (Fr.). Doorsnede van één bladkran: 1 cm. Opname met gepolariseerd licht.

### Annularia

Bij *Annularia* bevat een kran 5 tot 32 lancetvormige, zwak spatelvormige tot soms zelfs wigvormige blaadjes. Deze liggen in het algemeen stervormig uitgespreid op het sedimentatievlak en de kransen overlappen elkaar meestal niet of weinig (fig.1). De blaadjes van een kran kunnen enigszins verschillen in lengte, waardoor de omtrek van een bladkran soms elliptisch is (fig.2). In andere gevallen is die omtrek cirkelvormig. Aan de voet zijn de blaadjes enigszins met elkaar vergroeid, maar dit is meestal moeilijk waar te nemen. Wel is soms in de stengel een ring van enkele millimeters (een diafragma) te zien waaraan de blaadjes vastzitten (fig.2).

### Asterophyllites

*Asterophyllites* heeft bladkransen van 4 tot 40 lijnvormige (soms iets brede-



Fig.2. *Annularia cf. stellata*, Boven-Carboon, Piesberg (Dld.). Breedte bladkrans: 9 cm

re) naaldachtige, stijve blaadjes. Ze zijn meestal iets omhooggebogen en de kransen zijn bij het fossiliseren zijdelings samengedrukt (fig.3). De kransen overlappen elkaar meestal maar de mate van overlapping is verschillend. De blaadjes zijn in geringe mate met elkaar vergroeid maar dat is nauwelijks waar te nemen. Op de aanhechtingsplaats is geen gesloten ring te zien, wel vaak een halve. De grootte en de vorm van de blaadjes hangt sterk af van de plaats aan de plant. Aan de laatste vertakkingen zijn de blaadjes veel kleiner dan aan takken dicht bij de stam. Soms zijn de Asterophyllitesblaadjes tamelijk recht of liggen ze toch stervormig uitgespreid (bijv. fig.4). In zo'n geval is het verschil met *Annularia* gering. *Annularia*blaadjes vertonen echter nooit een consequente kromming in opgaande richting zoals bij de plant in fig.4.

#### Bijzonderheden

Er is veel discussie geweest over de oorzaak van het feit dat de bladkransen van *Annularia* altijd zo mooi vlak

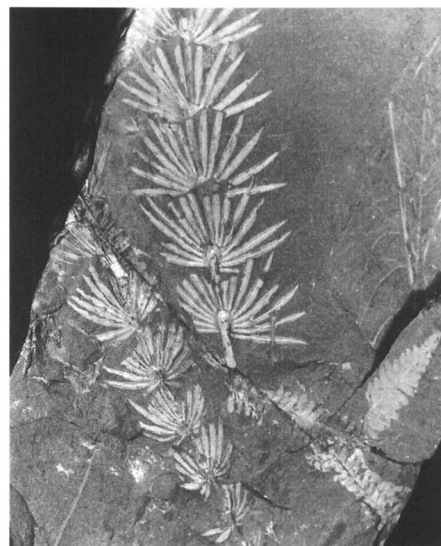


Fig.3. *Asterophyllites equisetiformis*, Boven-Carboon, Piesberg (Dld.). Lengte van de bovenste tak: 11 cm.

uitgespreid bewaard zijn gebleven. Men vroeg zich af of dat kwam door het fossilisatieproces of door de wijze waarop de bladkransen aan de stengel zaten. Nadat men in coalballs,

waarin planten zonder vervorming verstande zijn, stengels met scheefzittende knopen heeft gevonden, neemt men aan dat de bladkransen van *Annularia* in een vlak lagen dat scheef op de stengel stond. Of dat het misschien wel samenviel met het vlak van de stengels. Bij *Annularia sphenophylloides* (fig.1) lijkt dit tamelijk evident. Deze stand van de bladeren kan van voordeel geweest zijn bij het opvangen van zonlicht. Enkele *Annularia*blaadjes die men in coalballs heeft gevonden, hadden een naar beneden omgeslagen rand. *Asterophyllites*blaadjes in coalballs hadden op doorsnede een 3- tot 5-hoekige vorm, wat de stijfheid van de blaadjes verklaard. Met de onderstaande boeken (behalve dat van Taylor en Taylor) is het bij goede conservering in veel gevallen mogelijk de soortnaam van een *Annularia*- of *Asterophyllites*fossiel te bepalen.

Adres van de auteur:  
Laan van Avegoor 15  
6955 BD Ellecom

#### Literatuur

- Taylor T.N. and Taylor E.L., 1993. The biology and evolution of fossil plants. Prentice Hall, New Jersey.
- Remy W. und Remy R., 1977. Die Floren des Ertaltertums. Glückauf, Essen.
- Gothan W. und Remy W., 1957. Steinkohlenpflanzen. Glückauf, Essen.
- Josten K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

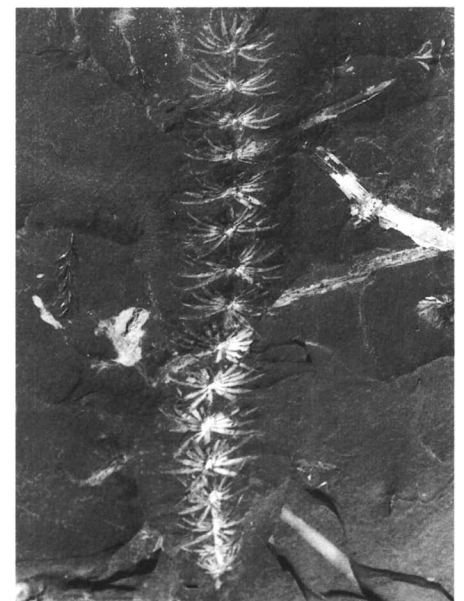


Fig.4. *Asterophyllites equisetiformis*, Boven-Carboon, Piesberg (Dld.). Lengte van het takje: 11 cm

#### Samenvatting

*Annularia* en *Asterophyllites* hebben beide smalle, ongedeelde, éénnervige blaadjes in kransen aan de stengel.

Verschillen:

Annularia	Asterophyllites
bladeren meestal in stervormige kransen uitgespreid	bladeren meestal omhooggebogen en niet in één vlak liggend, bladkransen daardoor zijdelings samengedrukt
blaadjes niet stijf	stijve blaadjes
in de stengel is soms een ring te zien in het centrum van een bladkrans	geen ring (wel vaak een halve)

# Sporenaren van wolfsklauwbomen

Hans Steur

H. Steur, Laan van Avegoor 15, 6955 BD Ellecom.

**Geregeld kom je ze tegen in de lagen met plantenfossielen van het Carboon: sporenaren van wolfsklauw- en paardenstaartbomen. In plaats van sporenaren kun je ook spreken van bloeiwijzen, kegels of strobili (enkelvoud: strobilus). Voor amateurs zijn ze vaak niet op soort te determineren, maar met het genus wil het nog wel eens lukken. In dit artikel worden enkele wetenswaardigheden over de sporenaren van wolfsklauwbomen beschreven.**

Het onderscheid tussen de bloeiwijzen van de paardenstaartbomen en die van de wolfsklauwbomen is meestal gemakkelijk te zien. De aren van de paardenstaartbomen zijn, net als de stengels, geled: de schubvormige blaadjes in de aar en de dragers van de sporangia staan in kransen aan de as en de as zelf is door knopen in geleidingen verdeeld.

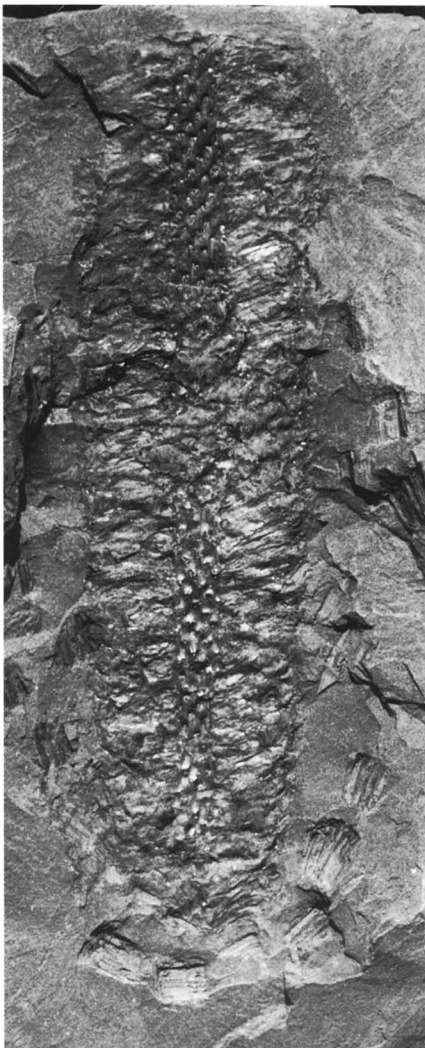
Bij de aren van de wolfsklauwachtigen

zijn geen geleidingen aanwezig en staan de 'blaadjes' dicht op elkaar in spiralen, of in rijen in de lengterichting van de as.

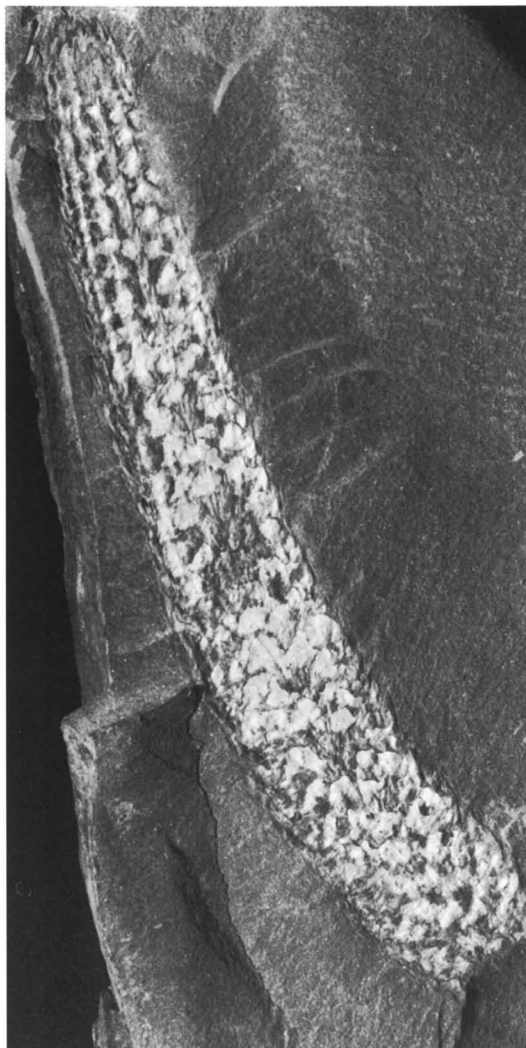
De wolfsklauwbomen behoren tot de genera *Lepidodendron*, *Lepidophloios* en *Sigillaria*. De eerste twee zijn nauw verwant en hebben als bloeiwijze *Lepidostrobus*. De sporenaar van *Sigillaria* heet *Sigillariostrobus*.

## De sporenaren

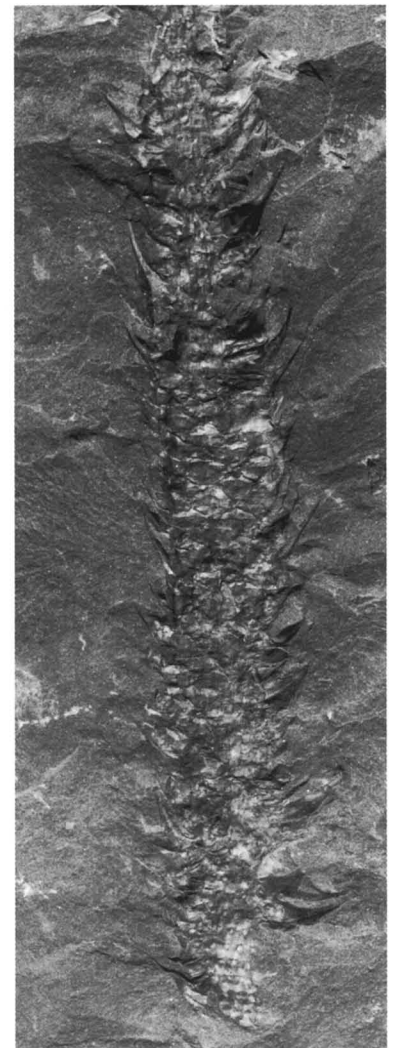
De twee groepen sporenaren van wolfsklauwbomen, de *Lepidostrobus* en de *Sigillariostrobus*, zijn vaak moeilijk uit elkaar te houden, zeker bij materiaal van de Piesberg bij Osnabrück. Omdat ze wat groter en dikker zijn dan de sporenaren van de paardenstaartbomen, worden ze vaak aangeduid als 'kegels'. Bij *Lepidostrobus* zitten de



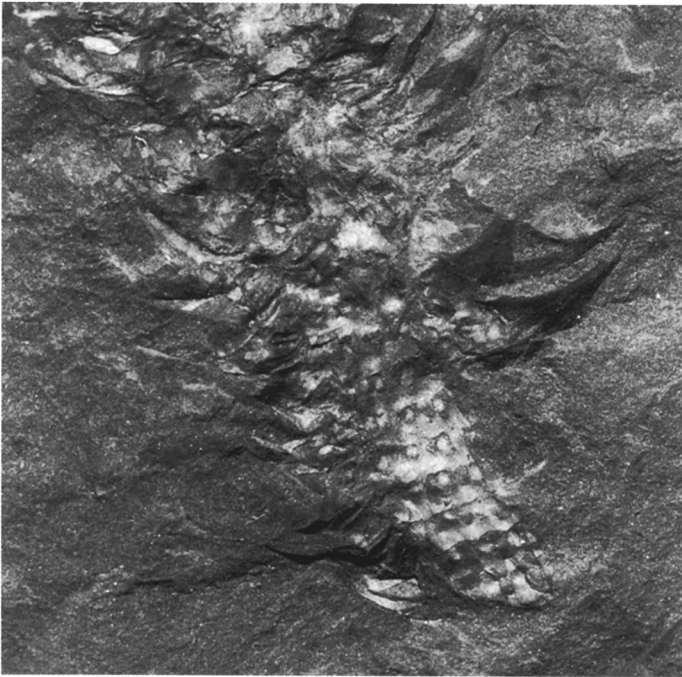
Afb. 1. Lengtedoorsnede van *Lepidostrobus*. Sporenaar van een wolfsklauwboom. Lengte aar 6,5 cm. Ibbenbüren.



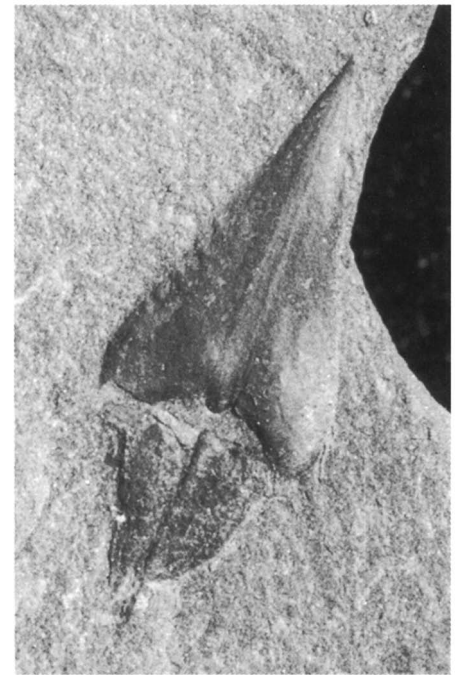
Afb. 2. *Sigillariostrobus*. Let op de lengtestrepen. Lengte 7 cm. Piesberg.



Afb. 3. *Sigillariostrobus*. Sporenaar van de wolfsklauwboom *Sigillaria*. Lengte aar 12 cm. Ibbenbüren.



Afb. 4. Detail van afb. 3 waarop de vlakke spiraal van blad-littekens te zien is.



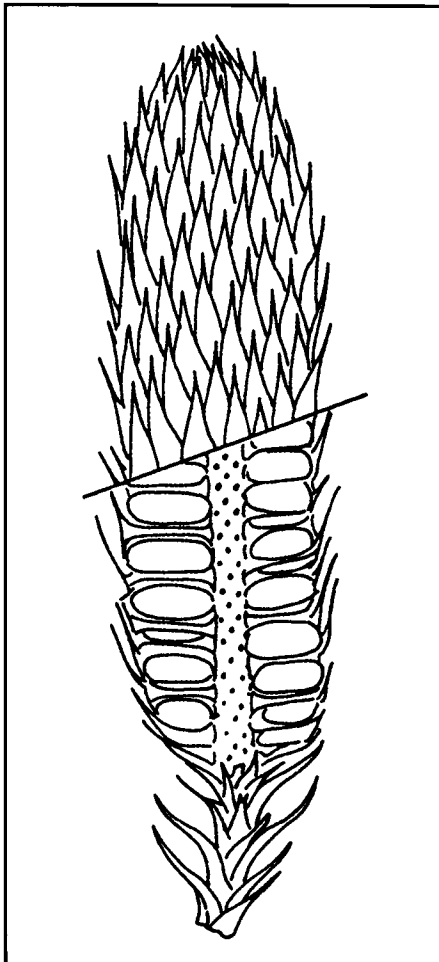
Afb. 5. *Lepidostrobophyllum hastatum*. Schub van de sporenaar van een wolfsklauwboom. Lengte schub 1,6 cm. Ibbenbüren.

sporophyllen (dat zijn de schubvormige blaadjes waarop een sporangium zit) in spiralen aan de centrale as. Deze spiralen zijn te zien als de sporophyllen geheel of gedeeltelijk afgevallen zijn. Bij *Sigillariostrobus* zitten de sporophyllen ook in spiralen aan de cen-

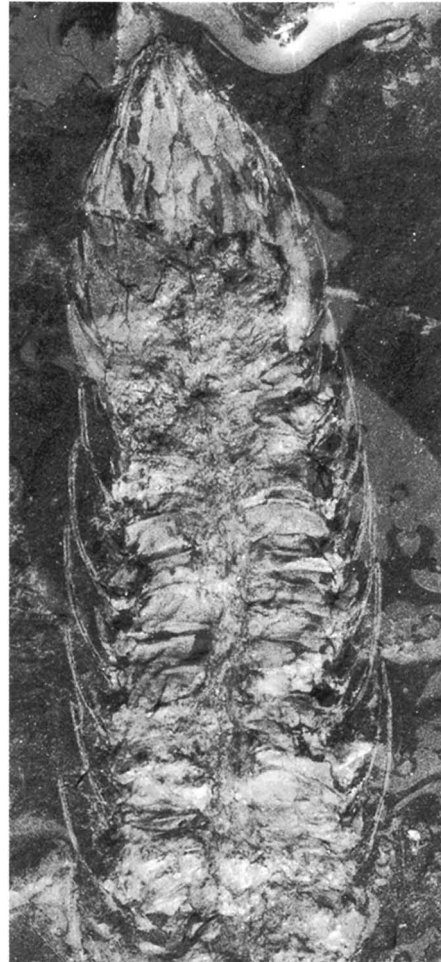
trale as, maar bovendien staan ze in rijen in de lengterichting van de as. Kenmerkend voor *Sigillariostrobus* is de zeer langzaam oplopende spiraal van bladlittekens op de as (afb. 3 en 4). Aangezien de sporophyllen van *Sigillariostrobus* heel gemakkelijk

afvielen, wordt vaak een kale as gevonden. Deze is door bovengenoemd kenmerk goed te herkennen. Als een bebladerde kegel lijnen in de lengterichting vertoont zoals in afb. 2, dan mag aangenomen worden dat het een *Sigillariostrobus* is.

De blaadjes van *Lepidostrobus* blijven meestal zitten. Is de as toch te zien, dan vertoont deze een patroon van ruitvormige bladlittekens, zoals ook het stamoppervlak dat heeft. De littekens zijn echter kleiner dan die op de stam.



Afb. 6. Schema van de opbouw van *Lepidostrobus*, de sporenaar van een wolfsklauwboom. Naar Chaloner & Collinson, 1975.

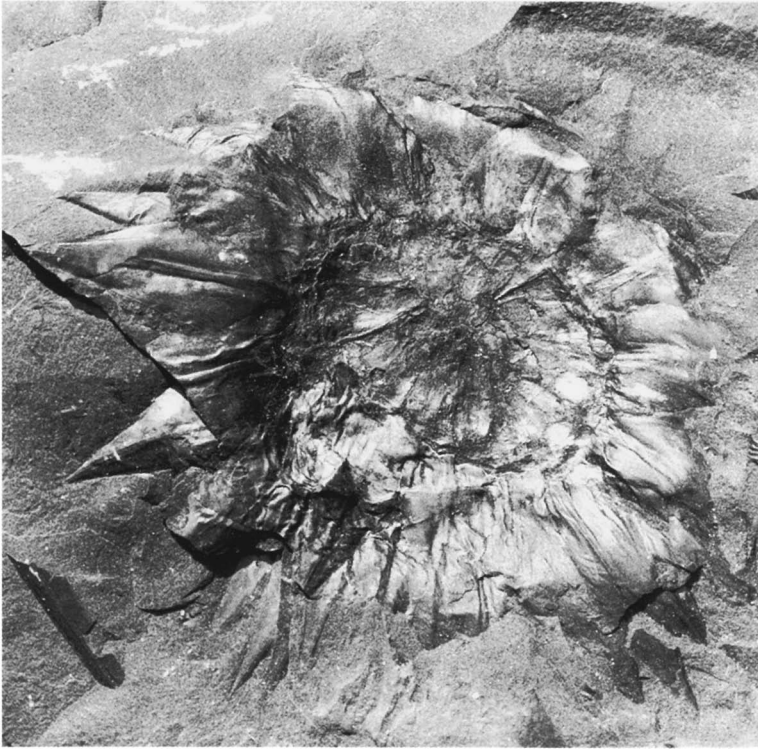


Afb. 7. Lengtedoorsnede van *Lepidostrobus*. Lengte 3 cm. Piesberg bij Osnabrück.

#### **Lepidostrobus**

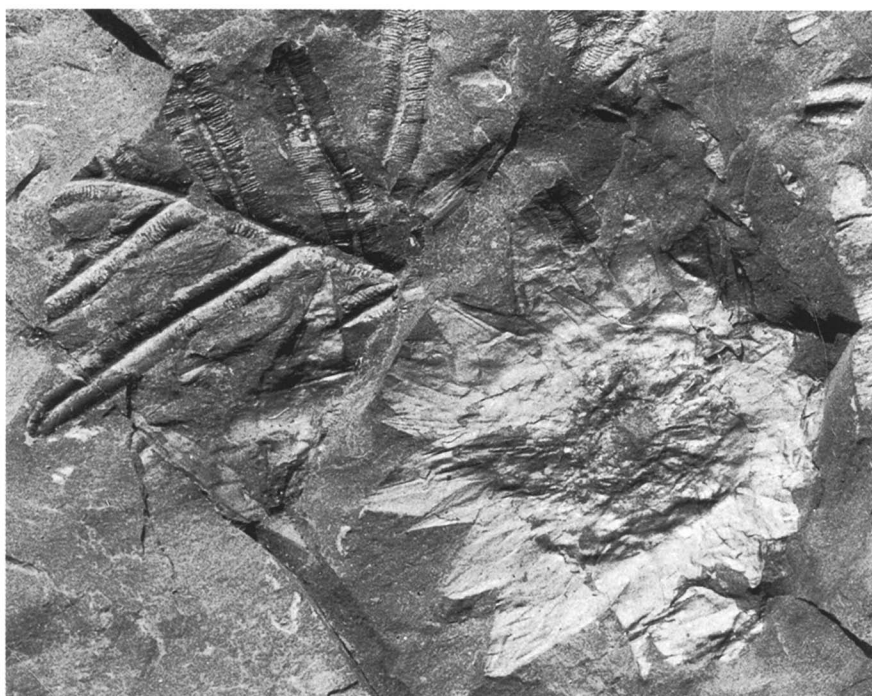
Deze kegels van *Lepidodendron* en *Lepidophloios* hingen aan het eind van jonge twijgen of kwamen, bij andere geslachten, uit de dikkere takken op plekken waar deze zich vertakten. De sporophyllen in de kegels bestaan meestal uit twee min of meer driehoekige delen die met de bases tegen elkaar liggen. Zie afb. 5. Aan de bovenzijde van het onderste deel zat het grote sporangium. De sporophyllen worden *Lepidostrobophyllum* genoemd, ongeacht het feit of het sporangium nog aanwezig is. De omhooggebogen bladvormige delen van de sporophyllen zorgen er meestal voor dat er geen details, zoals de sporangia of de structuur van de as, te zien zijn. *Lepidostrobus* is een verzamelgenus. Het bevat heel verschillende typen sporenen. Tegenwoordig worden bijv. de kegels met twee soorten sporen (macrosporen en microsporen) tot het genus *Flemingites* gerekend en bevat *Lepidostrobus* alleen aren met één soort sporen. Wij gebruiken hier de naam *Lepidostrobus* in ruime zin. Als in een kegel zowel micro- als macrosporen zitten, dan bevinden zich bovendien de microsporophyllen en onderin de macrosporophyllen. De sporangia zijn relatief groot: er zit één sporangium op een blaadje (afb. 6 en 7).





Afb. 8. Dwarse doorsnede van *Lepidostrobus*. Grootste diameter 4 cm. Piesberg. Collectie Sander Walgers.

Een duidelijk beeld van de structuur van de kegel geven de dwarsdoorsneden die soms gevonden worden. Zie afb. 8 en 9. Deze zijn ontstaan doordat een kegel destijds rechtop in de modder terecht gekomen en zo gefossiliseerd is. Rondom het hartje van de doorsnede zijn de sporangia te zien, die vastzitten op het onderste deel van de *Lepidostrobofhyllum*. De bovenvelden zijn de bladvormige delen van de sporophyllen.



Afb. 9. Dwarse doorsnede van *Lepidostrobus*. Diameter 2,5 cm. Piesberg.

Josten (1991) noemt als twee meest voorkomende soorten: *Lepidostrobofhyllum lanceolatum* Lindley & Hutton en *L. hastatum* Lesquereux. Het gaat hier om kunstmatige soorten, gebaseerd op de afmetingen. *L. lanceolatum* is 3 tot 7 cm lang en heeft een maximale breedte van 5 tot 12 mm (afb. 10). Het bovenste, bladachtige deel is in het algemeen lancetvormig, dus langgerekt.

*L. hastatum* is korter: 1,5 tot 2,5 cm met een maximale breedte van 5 à 8 mm (afb. 5). De hoeken steken meestal iets uit.

#### ***Sigillariostrobus***

In de meeste gevallen worden alleen de kale assen van deze bloeiwijze gevonden omdat de sporangiumdragende blaadjes bij rijpheid van de sporen afvielen. Onderaan de as blijven

soms nog wat blaadjes zitten. Deze zijn zeer fijn getand (loep!) in tegenstelling tot de blaadjes van *Lepidostrobus*, die een gave rand hebben. De assen zijn zoals eerder gezegd aan de zeer vlakke spiraal van bladlittekens te herkennen (afb. 3 en 4). De sporophyllen lijken zozeer op die van *Lepidostrobus* dat ze daarvan vaak niet te onderscheiden zijn. In de literatuur worden ze bijna niet genoemd.

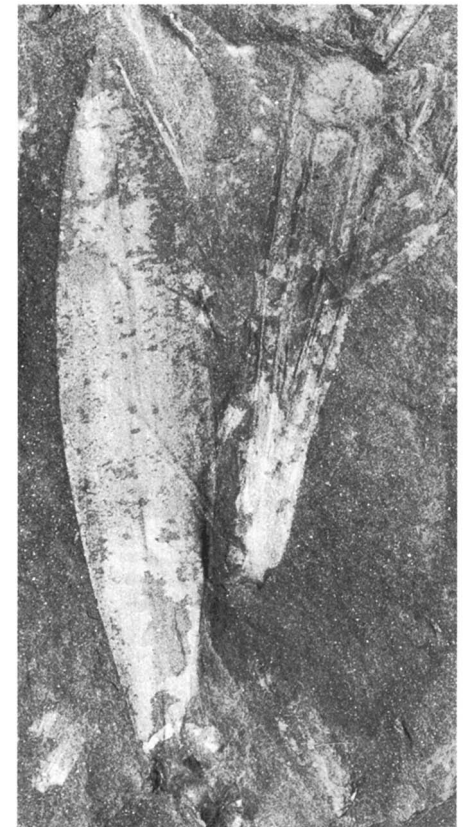
Soorten worden in het algemeen niet onderscheiden in de genera *Sigillariostrobus* en *Sigillariostrobofhyllum*. De *Sigillaria*-kegels hingen aan kortere of langere stelen aan de stam vlak onder de kroon. Ze bevatten slechts één soort sporen. Aan één boom zaten echter wel sporenaren met microsporen en sporenaren met macrosporen.

Hoewel er dus niet zoveel te determineren valt aan de sporenaren van wolfsklauwbomen, loont het de moeite om ze met een loupe of stereomicroscoop eens goed te bekijken.

De foto's zijn van de auteur.

#### **Literatuur**

Zie artikel 'Sporenaren van paardenstaartbomen'.



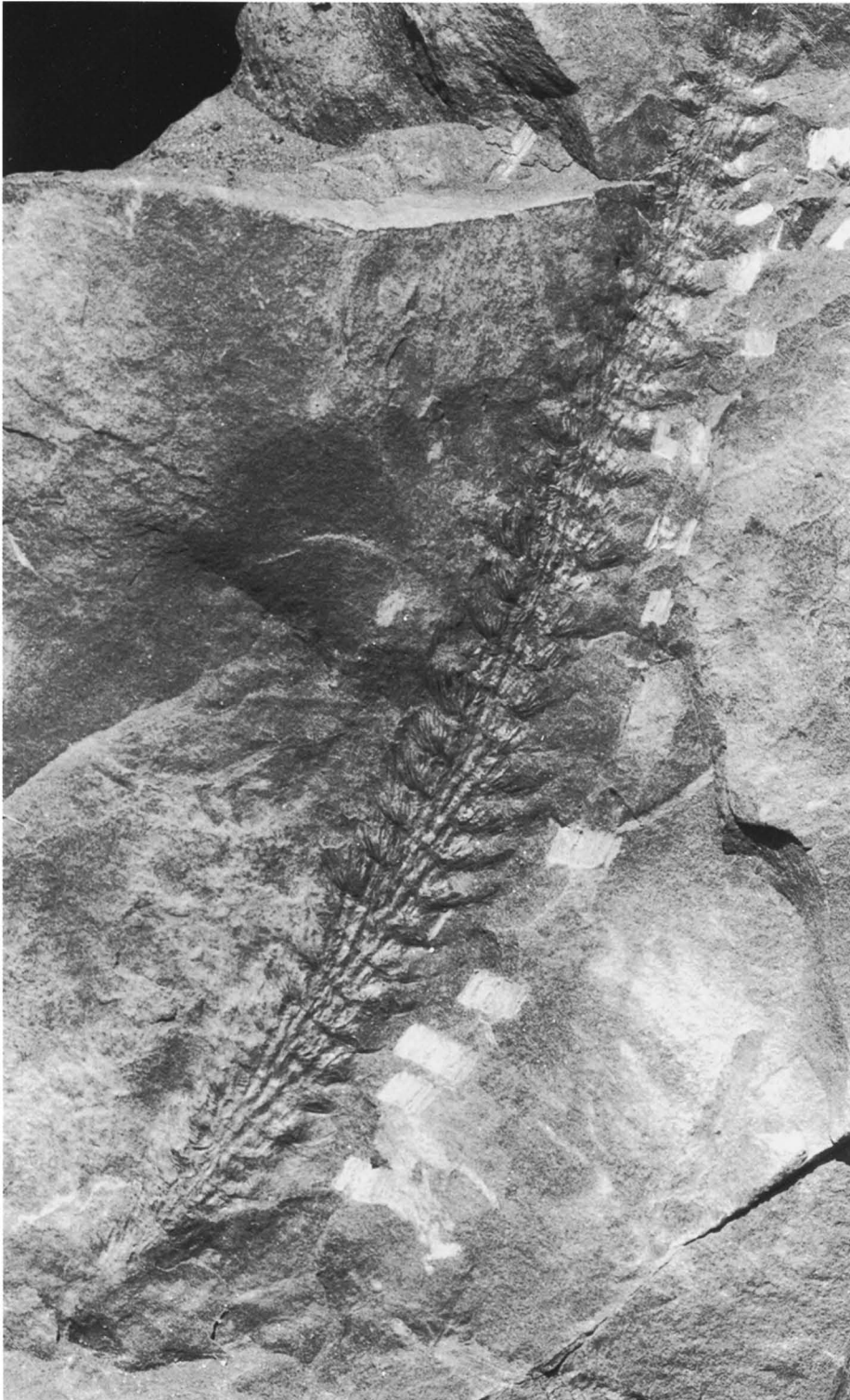
Afb. 10. *Lepidostrobofhyllum lanceolatum*. Schub van de sporen-aar van een wolfsklauwboom. Lengte schub 4 cm. Piesberg.

# Sporenaren van paardenstaartbomen

Hans Steur

H. Steur, Laan van Avegoor 15, 6955 BD Ellecom.

Sporenaren van paardenstaartbomen worden gekenmerkt door het feit dat de steriele schubvormige blaadjes (de bracteeën) in kransen staan. Hierdoor zijn ze gemakkelijk te onderscheiden van de bloeiaren van wolfsklauwbomen. De as van paardenstaart-aren is dan ook geleded (afb. 1). De tussen twee knopen gelegen delen heten internodiën.



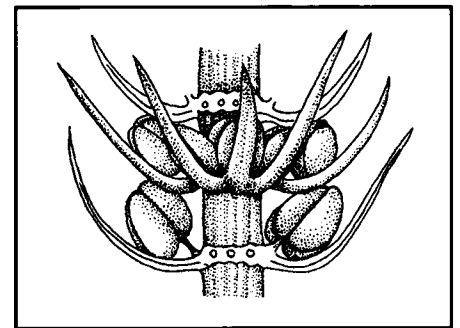
Afb. 1. Sporenaar van een paardenstaartboom. Lengte van de aar 11 cm. Piesberg bij Osnabrück.

De meeste paardenstaartbomen behoren tot het vormgenus *Calamites*, dat weer wordt onderverdeeld in een aantal subgenera. In de meeste gevallen is het niet bekend welke sporenaar bij welk subgenus hoort.

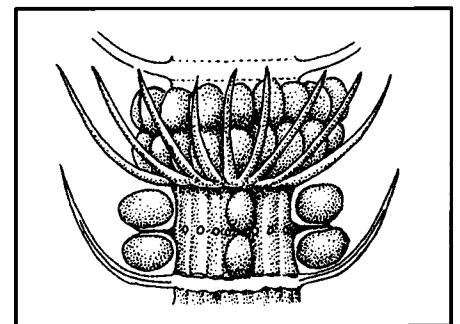
De twee meest voorkomende typen van sporenaren zijn *Palaeostachya* en *Calamostachys*.

## De sporenaren

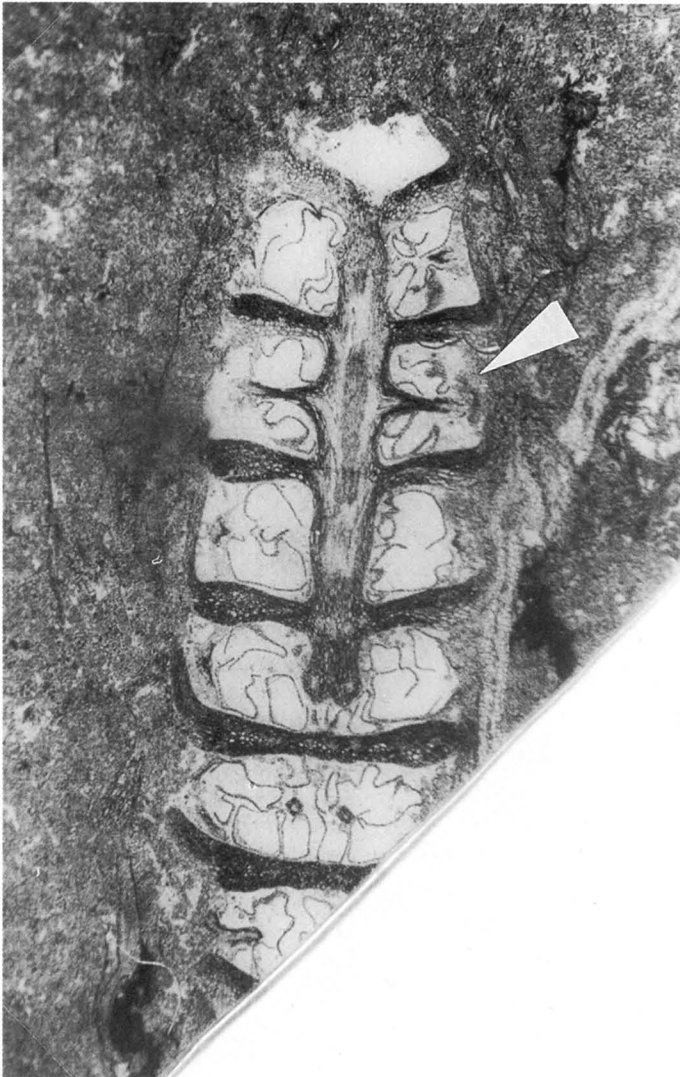
De hier behandelde sporenaren, *Palaeostachya* en *Calamostachys*, lijken erg veel op elkaar. Beide bestaan uit een as waarin afwisselend kransen steriele blaadjes en kransen sporangiophoren (dat zijn de steeltjes van de sporangia). Doorgaans zitten er twee maal zoveel steriele blaadjes als sporangiophoren in een krans. Het kenmerkende verschil tussen



Afb. 2. Aanhechting van de sporangia bij *Palaeostachya*. Naar Stewart & Rothwell, 1993.



Afb. 3. Aanhechting van de sporangia bij *Calamostachys*. Naar Stewart en Rothwell, 1993.



Afb. 4. Deel van een sporenaar van *Calamostachys binneyana* uit het Namurien C van het Ruhrgebied. Coalball-peel. Coll. H. Kerp.



Afb. 5. Idem. Het pijltje geeft de aanhechting van de sporangiëndrager aan. Coalball-peel. Coll. H. Kerp.

*Palaeostachya* en *Calamostachys* is de plaatsing van de sporangiophoren aan de as.

Bij *Palaeostachya* staan de sporangiëndragers in de oksels van de steriele blaadjes en maken ze een hoek van 45 graden met de as van de aar (afb. 2). Bij *Calamostachys* zitten de sporangiophoren in kransen ongeveer halverwege twee steriele bladkransen en maken een hoek van 90 graden met de as (afb. 3).

Vaak is het verschil ten gevolge van de conserveringstoestand niet met zekerheid vast te stellen. Dat geldt zeker voor Piesbergmateriaal waar de kenmerken door een laagje gûmbeliet onduidelijk geworden zijn.

In sommige gevallen zijn de sporenaren met structuur en al bewaard gebleven. Dat is bijv. het geval in zgn. coalballs. Door zo'n coalball door te zagen, te polijsten en er peels van te maken, is het mogelijk een gedetailleerd beeld van de bouw te krijgen. In de afbeeldingen 4 en 5 is een deel van doorsnede van een sporenaar in een coalball uit het Ruhrgebied te zien. De sporangiëndrager is halverwege de steriele

blaadjes aangehecht, zodat we hier te maken hebben met een *Calamostachys*-soort.

In de afbeeldingen 6 en 7 zijn aren afgebeeld waarin de stand van de sporangiophoren op enkele plekken min of meer duidelijk te zien is. Als de sporangiëndragers zelf niet aanwezig zijn, is het soms mogelijk (met een goede microscoop) de aanhechtingslittekens te vinden.

### Soorten

Andere kenmerken zoals de grootte en de vorm van de aar, de stand van de steriele blaadjes, e.d. spelen bij de determinatie van de soorten een rol. De variabiliteit is echter zo groot, dat alleen van aanwijzingen gesproken kan worden. Zo zijn de afmetingen van sporenaren die aangehecht zijn aan eenzelfde stengel vaak zeer verschillend, o.m. afhankelijk van de ontwikkelingsfase van de aar op het moment van het afvallen.

### *Paleostachya*

Josten (1991) noemt twee soorten, die

evenwel moeilijk te onderscheiden zijn: *P. ettinghausenii* Kidston en *P. pedunculata* Weiss. De aren van de tweede soort zijn gemiddeld wat korter en dikker. Verder staan de toppen van de steriele blaadjes bij deze soort schuin omhoog terwijl die bij *P. ettingshausenii* evenwijdig aan de as lopen. In de meeste gevallen is het verstandig om een exemplaar van dit genus aan te duiden als *Palaeostachya* sp. In enkele gevallen worden hoofdassen gevonden waarbij de aren nog aangehecht zijn. Zie afb. 8.

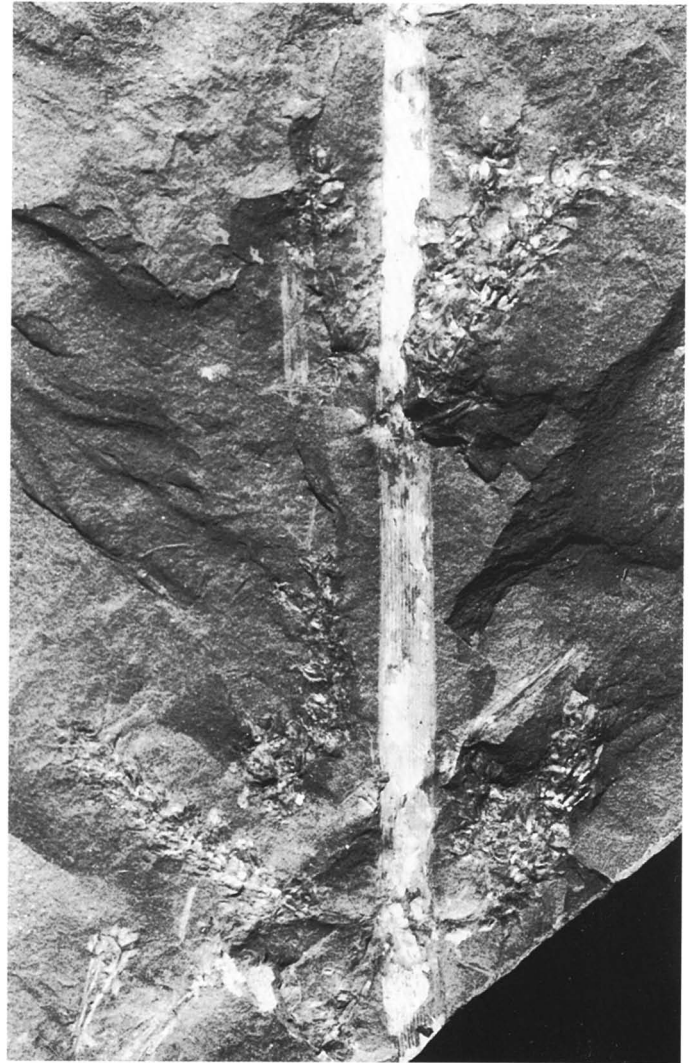
### *Calamostachys*

De meeste exemplaren van dit genus behoren tot de soort *C. germanica* Weiss. Kleine aren kunnen tot de soort *C. ludwigii* Carruthers behoren, zeer kleine tot de soort *C. williamsoniana* Weiss.

Ook in dit geval is het verstandig de exemplaren met *Calamostachys* sp. aan te duiden.



**Afb. 6. *Palaeostachya* sp.**  
Sporangia staan in de oksels van de blaadjes. Lengte aar 6 cm. Piesberg.



**Afb. 8. *Palaeostachya* sp. met aangehechte aren.** Hoogte van het beeld: 15 cm. Piesberg.



**Afb. 7. *Calamostachys* sp.**  
Sporangia staan halverwege tussen de bladkransen. Hoogte van het beeld 4 cm. Piesberg.

## Dankwoord

Graag wil ik prof. dr. H. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Wilhelmsuniversiteit te Münster danken voor zijn commentaar op dit artikel en het artikel over sporenaren van wolfsklauwbomen. Ook dank ik hem voor het beschikbaar stellen van de peels van de afbeeldingen 4 en 5.

## Literatuur

- Boureau E., 1971. Les Sphénophytes, biologie et histoire évolutive. Paris (Vuibert).
- Chaloner W.G. & M.E. Collinson, 1975. An illustrated key to the commoner British Upper Carboniferous plant compression fossils. Proc. Geol. Ass. 86 (1), pp.1-44.
- Josten K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 36, Krefeld.
- Josten K.-H., K. Köwing & A. Rabitz, 1984. Oberkarbon. In: Klassen, H.: Geologie des Osnabrücker Berglandes, pp. 7-77. Osnabrück (Naturwissenschaftliches Museum).

Remy W. & R. Remy, 1977. Die Floren des Erdaltertums, Essen.

Steur, H., 1992. Carboonfossielen zoeken in de Piesberg. Grondboor & Hamer 46 (2), pp. 25-30.

Stewart, W.N. & G.W. Rothwell, 1993. Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge (University Press).

Taylor T.N. & E.L. Taylor, 1993. The biology and evolution of fossil plants. New Jersey (Prentice Hall).

*Alle foto's zijn van de auteur.*

Bij het zoeken naar fossielen op de afvalbergen van kolenmijnen kom je vaak stukken tegen met verticale rijen littekens (Afb. 1). Dat is de bast van de wolfsklauwboom *Sigillaria* ofwel de zegelboom. De 'zegels' zijn de littekens van afgevallen bladeren. Gedurende lange tijd vormden *Sigillaria* en *Lepidodendron* (ook een wolfsklauwboom) een zeer belangrijk deel van de flora van de Carboonmoerassen, waaruit later de steenkool ontstond. Aan de hand van de vorm en de plaatsing van de bladlittekens zijn vele soorten *Sigillaria* beschreven. Aansluitend op de algemene beschrijving van de boom is hier een poging gedaan een determinatietabel te maken van de in onze omgeving meest algemeen voorkomende soorten.

## De wolfsklauwboom *Sigillaria*

Hans Steur

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

De Fransman A. Brongniart was de eerste die *Sigillaria* beschreef. Dat was in 1822. Hij begreep wel dat het om bast met bladlittekens ging, maar van welke boom deze afkomstig was, wist hij niet. Hij dacht aan een boomvaren. Het was Schimper die in 1870 *Sigillaria* voor het eerst tot de wolfsklauwen rekende.

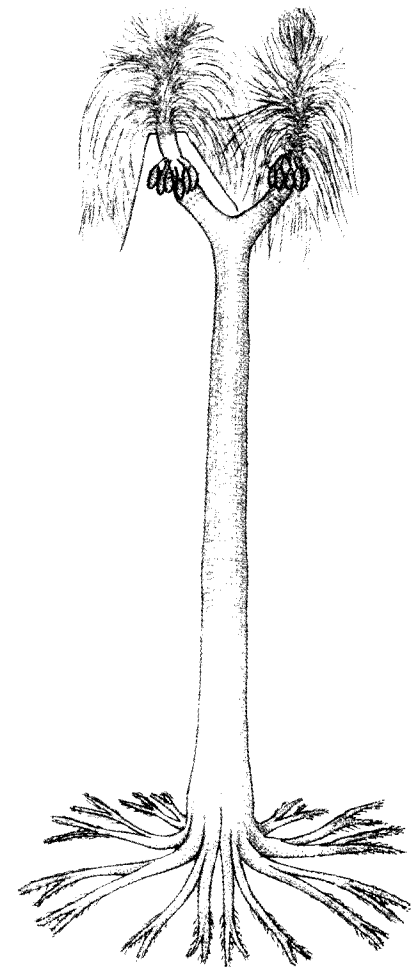
Wolfsklauwbomen konden zeer hoog worden. Van *Lepidodendron* is een stam van 34,5 meter lang bekend. Men schat dat deze bomen 40 tot 45 meter hoog konden worden. *Sigillaria*-bomen waren waarschijnlijk wat kleiner. Josten (1991) meldt dat op een laagvlak bij Essen-Kupferdreh stamstukken gevonden zijn van 6-8

meter lang en 40-45 centimeter breed. En er zijn stamresten bekend met een nog veel grotere diameter. De dikte van de stam nam naar boven maar langzaam af. Vertakkingen worden zelden gevonden. Meestal zullen de *Sigillaria*-bomen niet hoger dan 20 tot 25 meter geworden zijn. Ze zullen er ongewoon uitgezien hebben (Afb. 2): een weinig of niet vertakte stam, die naar boven toe langzaam dunner wordt, met een kroon van tot 1 meter lange, smalle bladeren, die direct aan de stam vastzaten. En in of vlak onder de kroon één of meer kranzen van kortgesteelde sporenaren die direct aan de stam hingen.

### Bladeren en bladlittekens

De blaadjes van *Sigillaria* waren lang en smal, met één nerf (Afb. 3). De lengte zal afhankelijk geweest zijn van de hoogte van de boom. In verreweg de meeste gevallen worden slechts fragmenten gevonden. Ze worden aangeduid met de namen *Sigillariophyllum* of *Cyperites*. Deze laatste naam werd in de 19<sup>e</sup> eeuw

Afbeelding 1.  
*Sigillaria elongata*,  
Ibbenbüren,  
Westfalien B. Coll. H.  
Oosterink. Breedte  
foto 7 cm.



Afbeelding 2.  
Reconstructie van een *Sigillaria*-boom. Naar  
Stewart & Rothwell (1993).

Afbeelding 3.  
Deel van een  
*Sigillaria*-blad:  
*Sigillariophyllum*.  
Stortberg mijn Laura.  
Lengte bladsegment  
12 cm. Coll. B.  
Vernooij



Afbeelding 4.  
Bast met bladlittekens  
van *Lepidodendron*  
*aculeatum*. Stortberg  
mijn Laura.  
Breedte foto 7,5 cm.

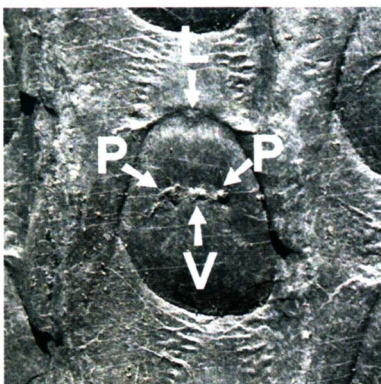


bedacht, omdat men aannam dat het om bladeren van zeggen (cypergrassen) ging.

De bladeren van *Lepidodendron* en *Sigillaria* zijn alleen bij extreem goede conservering (bijvoorbeeld in een coal ball) van elkaar te onderscheiden. *Sigillaria*-bladeren hebben aan de onderzijde van het blad namelijk twee lengtegroeven met daarin vertakte haren (trichomen). Bij de platgedrukte resten die bij de steenkolenlagen gevonden worden, is dat verschil niet waar te nemen.

De bast van *Lepidodendron* (Afb. 4) is gemakkelijker van die van *Sigillaria*

Afbeelding 5.  
Bladlittekens van  
*Sigillaria boblayi*. P =  
parichnosstrengen  
(kanalen voor  
gasuitwisseling), V =  
vaatbundel naar het  
blad, L =  
aanhechtingsplaats  
van de ligula.



te onderscheiden. De bladlittekens van de eerste staan duidelijk in schuin oplopende spiralen, terwijl die van de tweede in verticale rijen gegroepeerd zijn. Toch staan ook de bladlittekens van *Sigillaria* in spiralen, maar dit is minder opvallend door de aanwezigheid van de verticale lijsten. Alleen bij *Sigillaria brardii*, een soort uit het Onder-Perm, ontbreken deze lijsten.

De bladlittekens hebben een zeshoekige basisvorm, maar in veel gevallen zijn de hoeken afgerond en soms is de vorm zelfs elliptisch te noemen. Bij een aantal soorten is het litteken naar boven toe uitgerekt, waardoor het enigszins peervormig is (Afb. 5). In het midden of iets boven het midden zit een klein rondachtig litteken geflankeerd door twee elliptische of streepvormige littekens. Het centrale litteken is van de vaatbundel die vanuit de stam naar het blad ging. Hierdoor werden voedsel en water getransporteerd. De meer langere littekens aan weerszijden zijn

van de parychnosstrengen: kanalen voor de gasuitwisseling van het inwendige van de stam met de buitenlucht.

Er is ook nog een klein puntvormig litteken aan de bovenrand van het bladlitteken of iets daarboven. Dat is de aanhechtingsplaats van een zeer klein, voor wolfsklauwen karakteristiek tongvormig blaadje: de ligula.

In de verticale tussenruimte van twee bladlittekens zijn vaak nog oppervlaktestructuren te zien. Deze zijn soms kenmerkend voor de soort. Voorbeelden van oppervlaktestructuren zijn:

- pluimpjes aan de bovenkant van het bladlitteken
- vanaf de zijhoeken aflopende lijnen
- rimpelingen in diverse groeperingen

De stroken waarop de bladlittekens zitten, worden vaak ribben genoemd. Ze worden bij de meeste soorten van elkaar gescheiden door sleuven of richels. Bij het dikker worden van de stam werden de ribben breder, maar namen de bladlittekens nauwelijks in grootte toe. Dit betekent dat de ruimte naast de bladlittekens groter werd naarmate de boom ouder werd. Dit in tegenstelling tot de bladlittekens/bladkussens van *Lepidodendron*, die in hun geheel steeds groter werden.

Afbeelding 6.

*Syringodendron*. Links met paren littekens van  
luchtkanalen, rechts zonder littekens.  
Stephanien, Graissessac.  
Breedte van de foto 8 cm.





Afbeelding 7.

Onderste deel van een sporenaar van *Sigillaria*. Kenmerkend is de langzaam omhooglopende spiraal van puntvormige littekentjes. Ibbenbüren. Hoogte foto 4,5 cm.

### Syringodendron

De ontschorste stam van *Sigillaria* wordt *Syringodendron* genoemd (Afb. 6). De ribbenstructuur is nog steeds aanwezig maar in plaats van de bladlittekens zijn (vaak) paren van littekens te zien, die aan hazen-

Afbeelding 9.

*Lepidostrobophyllum hastatum*. Schubvormig blaadje van een sporenaar van *Lepidodendron* of *Sigillaria*. Ibbenbüren. Lengte van de schub 2 cm.



sporen doen denken. Het zijn de restanten van de twee luchtkanalen, die vanuit de stam naar de bladeren liepen. *Syringodendron* is in het algemeen afkomstig van het onderste deel van de stam.

### Sporenaren

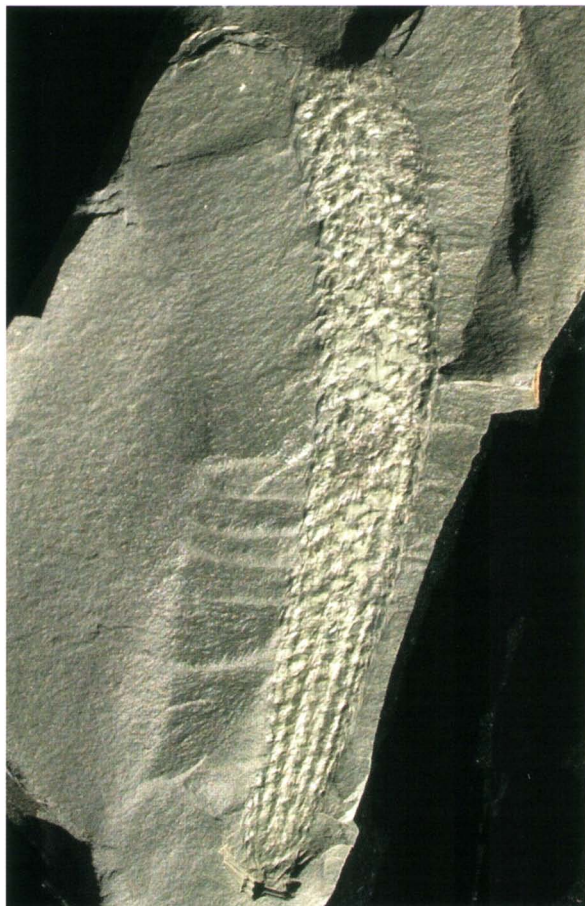
De sporenaren hingen in kransen aan de stam in of net onder de bladerkroon. De assen lieten na het afvalen littekens na die afwijken van de bladlittekens. De aar is opgebouwd uit een centrale as met daaraan schubvormige blaadjes, de sporophyllen. Hierop zitten de sporangia. Er zijn twee soorten sporen: de microsporen en de macrosporen. Deze laatste konden wel tot 2 millimeter groot worden en worden vaak los gevonden. Hierin ontwikkelden zich gametofyten met de vrouwelijke voortplantingsorganen. In één sporenaar werd maar één soort sporen geproduceerd. *Sigillaria* had dus twee soorten aren: één met microsporen en één met macrosporen. Aan één boom kwamen beide soorten aren voor.

De schubvormige blaadjes van de sporenaar van *Sigillaria* vielen bij rijpheid gemakkelijk af, zodat vaak geheel of gedeeltelijk ontbladerde assen gevonden worden. Ze zijn te herkennen aan de langzaam omhooglopende spiraal van puntvormige littekentjes (Afb. 7). Sporenaren van *Lepidodendron* vielen daarentegen meestal niet snel uit elkaar nadat ze hun sporen hadden uitgestrooid. Een ander kenmerk van *Sigillariostrobus* (= de sporenaar van *Sigillaria*) is dat de schubben in lengterijen aan de as zitten (net als de blaadjes aan de stam). Soms is dit nog te zien aan de aar, zoals in afbeelding 8.

Vaak is het zeer moeilijk vast te stellen of een aar van *Sigillaria* of van *Lepidodendron* afkomstig is. De sporophyllen worden vaak los gevonden. Ze hebben een karakteristieke (soms langgerekt) driehoekige vorm (Afb. 9 en 10). Ze worden meestal aangeduid met de naam *Lepidostrobophyllum*, omdat het verschil met *Sigillariostrobrophyllum* minimaal is. Zie ook mijn artikel 'Sporenaren van wolfsklauwbomen' in Grondboor & Hamer 1997 - 2.

### Ondergrondse delen

De boom werd overeind gehouden door zich ondergronds, vorkvormig vertakkende worteldragers. Men



Afbeelding 8.

Sporenaar van *Sigillaria*. De lengtestrepen zijn kenmerkend voor *Sigillariostrobus*. Piesberg. Lengte van de aar 8 cm.

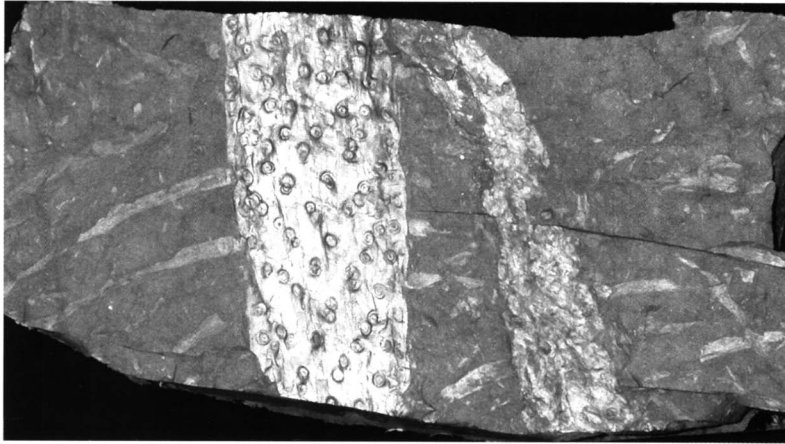
spreekt van worteldragers omdat het geen echte wortels zijn. Ze lijken meer op zijtakken waar talloze kleine 'worteltjes' aan vastzitten. Ook deze (holle) aanhangsels zijn in feite geen wortels al hebben ze wel dezelfde functie. In de wortellagen onder de kolenlagen zijn in veel ge-



Afbeelding 10.

*Lepidostrobophyllum lanceolatum*. Ibbenbüren. Lengte van de schub 4 cm.

Afbeelding 11.  
*Stigmaria ficoides*.  
 Worteldrager van een  
 wolfsklauwboom; met  
 zij'worteltjes'.  
 Ibbenbüren. Hoogte  
 15 cm.



vallen worteldragers met nog vastzittende aanhangsels te vinden.

Als een worteltje losliet, bleef een rond litteken (stigma) achter. De fossiele worteldragers worden daarom *Stigmaria* genoemd. De worteldragers van *Lepidodendron* en *Sigillaria* zijn vrijwel niet van elkaar te onderscheiden. *Stigmaria ficoides* is de meest voorkomende soort (Afb. 11).

De worteldragers groeiden in horizontale richtingen en vormden zo een ondiep liggend systeem dat zich echter over een grote oppervlakte uitstreckte. Dit kan gezien worden als een aanpassing aan moerassige omstandigheden. Onderzoekers denken dat *Sigillaria* in iets drogere omstandigheden groeide dan *Lepidodendron*.

#### Indeling

Het genus *Sigillaria* wordt verdeeld in twee subgenera: *Eusigillaria* en *Subsigillaria*. *Eusigillaria* omvat de soorten met geribde stammen, terwijl bij *Subsigillaria*-soorten de ribben ontbreken. De *Eusigillaria*'s beginnen in het Namurien. Het subgenus *Subsigillaria* (de ribloze soorten) worden vooral in het Stephanien en het Rotliegendes (Onder-Perm) gevonden.

De *Eusigillaria*'s worden weer verdeeld in twee groepen:

- Rhytidolepis, waarbij de ribben gescheiden worden door rechte of enigszins golvende lijnen (Afb. 1).
- Favularia, waarbij de bladlittekens zeer dicht tegen elkaar liggen, zowel horizontaal als verticaal, zodat de scheidingslijnen van de ribben een zigzag-verloop hebben.

De groep Rhytidolepis is zeer soortenrijk, terwijl de Favularia-groep juist soortenarm is. De Favularia-soorten sterven uit aan het eind van het Westfalien A; de Rhytidolepis soorten gaan door tot in het

Stephanien. Al deze indelingen hebben overigens iets kunstmatigs, want er zijn verschillende soorten die bij beide groepen gerekend kunnen worden.

#### *Sigillaria*-soorten

*Sigillaria*-soorten worden onderscheiden op grond van de vorm en plaatsing van de bladlittekens, de breedte van ribben, oppervlaktestructuren tussen de bladlittekens, enz. Er zijn veel soorten beschreven. Het gaat in veel gevallen zeker niet om echte soorten. Zo zijn gevallen bekend van stammen waarop meer dan één soort *Sigillaria*-bast voorkomt. Ook komen veel overgangsvormen voor. *Sigillaria* moet dan ook gezien worden als een kunstmatig genus. Het nut van een kunstmatig genus is een beter inzicht in de vele fossielen, die kenmerken met elkaar gemeen hebben, maar die toch niet in natuurlijke soorten onder te brengen zijn.

Op oudere (gedeelten van) stammen zijn de ribben breder en nemen de bladlittekens een kleiner deel van de ribben in beslag. Bovendien zitten op oudere stammen in de bladlittekens in verticale richting verder van elkaar af dan bij jongere.

#### Dankwoord

Graag wil ik de volgende personen hartelijk danken: prof. Hans Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Wilhelmsuniversiteit te Münster voor zijn commentaar op het eerste deel van het artikel; dr. Henk van Amerom uit Heerlen voor het controleren van veel determinaties en voor zijn overige opmerkingen; de NGV-leden Gerard van Dijk uit Heesch, Conny Schouten uit Arnhem, Bart Vernooij uit Eindhoven en Wim Winterman uit Raalte voor de medewerking bij het maken van foto's van stukken uit hun verzameling; dr. Johan van den Burgh van de

#### Determinatietabel

(Westfalien A en jonger) naar Chaloner & Collinson: An illustrated key to the commoner British Upper Carboniferous plant compression fossils (1975). Aangepast naar Josten: Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands (1991). Zie ook Cleal en Thomas: Plant Fossils of the British Coal Measures (1994). Zeer uitgebreide beschrijvingen zijn te vinden in Crookall (1966) en Deltenre (1924 - 1927).

**In deze tabel zijn twaalf algemeen voorkomende soorten opgenomen.**

**Hij is dus niet compleet.**

**Voorzichtig bij het gebruik!**

**Verderop in het artikel staan foto's met uitgebreidere beschrijvingen van de behandelde soorten.**

Deze tabel staat ook op internet:  
<http://www.xs4all.nl/~steur/sigillar/sigsoort.html>

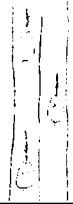
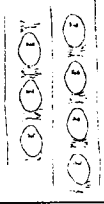


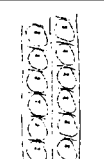

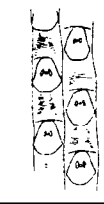





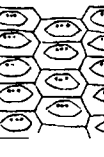
Universiteit van Utrecht, dr. Isabel van Waveren en de heren Jan Jonker en Wouter Wildenberg van Naturalis in Leiden, voor de medewerking bij het maken van foto's van stukken uit de verzamelingen.

Foto's en collectie: H. Steur, tenzij anders is vermeld.

#### Literatuur

- Chaloner, W.G. en Collinson M.E., 1975. An illustrated key to the commoner British Upper Carboniferous plant compression fossils. Proc. Geol. Ass. 86-1, p. 1-44.
- Cleal, J. en Thomas B.A., 1994. Plant Fossils of the British Coal Measures. The Palaeontological Association, London.
- Crookall R., 1966. Fossil Plants of the Carboniferous Rocks of Great Britain. Paleontology, vol. IV, part 4, p. 355-572.
- Deltenre H., 1924 - 1927. Les Sigillaires des charbonnages de Mariemont. Mem. Inst. Géol. Un. Louvain, t. 111, p. 11-116.
- Josten K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.



1a. Bladlittekens staan in verticale rijen op duidelijke ribben met rechte of enigszins gegolfde zijkanten. → Ga naar 2		1b. Bladlittekens staan niet op zulke duidelijke ribben. → Ga naar 12	
2a. Bladlittekens tenminste 1,25 maal zo hoog als breed, meestal meer. → Ga naar 3		2b. Bladlittekens overwegend minder dan 1,25 maal zo hoog als breed. → Ga naar 4.	
3a. Bladlittekens langgerekt, peervormig, soms met een kleine plumula (pluimpje, fonteintje) aan de bovenkant. Verticale afstand van de bladlittekens groot: een- tot driemaal de hoogte van een bladlitteken → <i>Sigillaria rugosa</i>		3b. Bladlittekens afgerond ruitvormig. Verticale afstand van de bladlittekens minder groot: ongeveer eenmaal de hoogte van een bladlitteken. Boogvormig lijntje boven de bladlittekens. → <i>Sigillaria elongata</i>	
4a. De bladlittekens hebben geen hoeken of afgeronde hoeken aan de zijkanten. → Ga naar 5.		4b. De bladlittekens hebben duidelijke hoeken aan de zijkanten. → Ga naar 7.	
5a. Verticale afstand van de bladlittekens zeer klein. Vaak staan de littekens tegen elkaar aan. De bladlittekens nemen bijna de gehele breedte van de ribbe in beslag. → Ga naar 6.		5b. Afstand van de bladlittekens groter, ten minste gelijk aan de halve hoogte van een bladlitteken, vaak groter. Bladlittekens veel smaller dan de ribben, ovaal. → <i>Sigillaria ovata</i>	
6a. Bladlittekens staan tegen elkaar aan. Geen dwarslijntje boven het bladlitteken. Lengterimpels op de scheiding van de ribben. → <i>Sigillaria cumulata</i>		6b. Afstand van de bladlittekens klein: een halve hoogte van een bladlitteken of minder. Duidelijk dwarslijntje boven het bladlitteken. Verder geen rimpels. → <i>Sigillaria tessellata</i>	
7a. Bladlittekens verticaal minder dan 5 mm van elkaar verwijderd. → Ga naar 8.		7b. Bladlittekens verticaal meer dan 5 mm van elkaar verwijderd. → Ga naar 9.	
8a. Afstand van de bladlittekens meestal minder dan de halve hoogte van een bladlitteken. Bladlittekens hexagonaal met tamelijk spitse zijhoeken. Geen lijntjes vanaf de zijhoeken. → <i>Sigillaria boblayi</i>		8b. Afstand van de bladlittekens zeer klein tot maximaal een hoogte van een litteken. Bladlittekens hexagonaal tot peervormig met minder spitse zijkanten. Bladlittekens vaak in flink relief. Lijntjes vanaf de zijhoeken. → <i>Sigillaria mamillaris</i>	
9a. Pluimpjes boven de bladlittekens. → <i>Sigillaria schlotheimiana</i>		9b. Geen pluimpjes van betekenis. → Ga naar 10.	
10a. Duidelijke aflopende lijnen vanuit de zijhoeken. Verder glad of met een zeer fijne tekening. → <i>Sigillaria principis</i>		10b. Aflopende lijnen klein en soms afwezig. Duidelijke dwarsrimpeling aanwezig. → <i>Sigillaria scutellata</i>	
11a. In het geheel geen ribben aanwezig, hoewel de bladlittekens wel in verticale rijen staan → <i>Sigillaria brardii</i> (oude stam)		11b. Ieder bladlitteken zit op zijn eigen 'bladkussentje', dat duidelijk afgescheiden is van de omliggende bladkussentjes. → Ga naar 12.	
12a. Bladkussentjes dwars lensvormig met scherpe zijhoeken → <i>Sigillaria brardii</i> (jonge tak of stam)		12b. Bladkussentjes sluiten honingraatvormig op elkaar aan → <i>Sigillaria elegans</i>	

Tekeningen naar Josten (1991) en Chaloner & Collinson (1975).

## Beschrijving van de soorten

De soorten staan in de volgorde waarin ze in de determinatietabel optreden.

### *Sigillaria rugosa*

Kenmerken:

- bladlittekens langgerekt, peer- of drupelvormig
- bladlittekens nemen niet de hele breedte van de ribbe in beslag
- richels tussen de ribben recht
- afstand van de bladlittekens groot, meestal 2 of 3 bladlittekens
- boven het bladlittekens is soms een kleine plumula (pluimpje, fonteintje)
- onregelmatige rimpeling tussen de bladlittekens, maar deze is niet breder dan een bladlitteken



Laura, Eygelshoven, Westfalen A  
Breedte van een ribbe 10 mm  
Coll. Conny Schouten

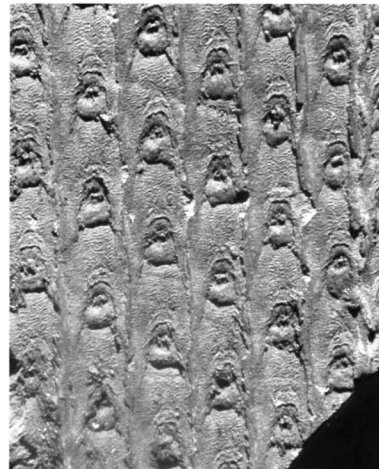


Coll. Bart Vernooij, Laura, Eygelshoven, Westfalen A. Breedte van een ribbe 3,6 mm  
Opmerking. Dit is een jonge vorm, waarbij de bladlittekens bijna de hele breedte van de ribbe in beslag nemen en waarbij de bladlittekens dicht bij elkaar staan.

### *Sigillaria elongata*

Kenmerken:

- bladlittekens langgerekt ovaal
- bovenrand van het bladlitteken recht
- boven het bladlittekens ligt een gebogen lijntje
- bladlittekens nemen niet de hele breedte van de ribbe in beslag
- richels tussen de ribben recht
- afstand van de bladlittekens gemiddeld één bladlitteken
- zwakke rimpeling tussen de bladlittekens.



Zeche Victoria, Lünen (Dld), Westfalen A/B. Breedte van een ribbe 8 mm  
Coll. Jongmans (Naturalis)

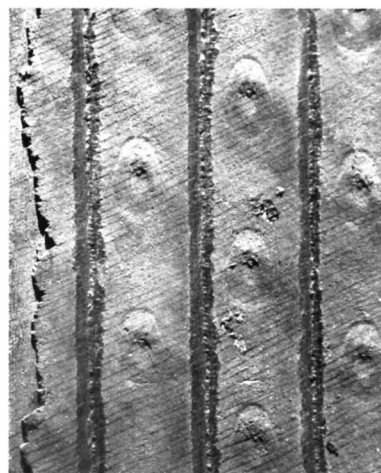


Detail van de foto hiernaast.

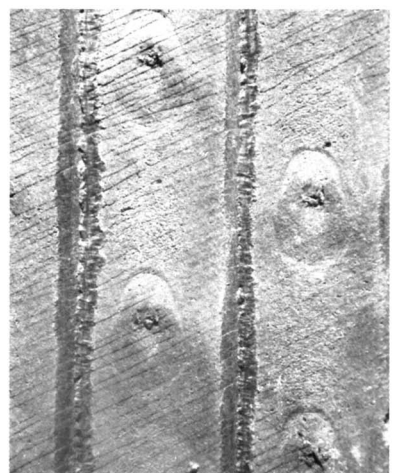
### *Sigillaria ovata*

Kenmerken:

- bladlittekens rondachtig tot langgerekt ovaal
- geen aflopende lijnen aan de zijkant
- richels tussen de ribben recht
- afstand van de bladlittekens een halve tot drie bladlittekens
- boven het bladlitteken geen of een zeer zwak lijntje
- geen rimpeling tussen de bladlittekens
- bladlittekens nemen ongeveer de helft van de breedte van de ribbe in beslag, bij jonge planten meer



Staatsmijn Hendrik, Westfalen A/B  
Breedte van een ribbe 12 mm  
Coll. Jongmans (Naturalis)



Detail van de foto hiernaast.



Piesberg, Westfalen D. Breedte van een ribbe 6 mm. Coll. Hans Steur



Detail van de foto hiernaast.

***Sigillaria cumulata***

**Kenmerken:**

- bladlittekens afgerond zeshoekig
- bladlittekens vrij klein, iets breder dan hoog
- richels tussen de ribben met lengterimpels, die ook de hoeken tussen de bladlittekens opvullen
- bladlittekens slechts door een dwarslijntje gescheiden
- bladlittekens nemen de hele breedte van de ribbe in beslag



Ibbenbüren, Westfalen B. Breedte van een ribbe 8 mm. Coll. Wim Winterman

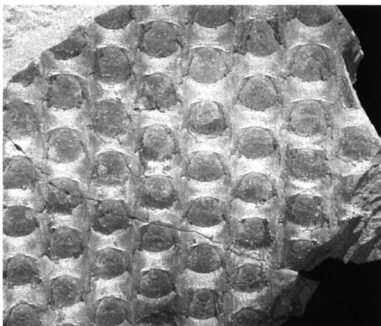


Detail van de foto hiernaast.

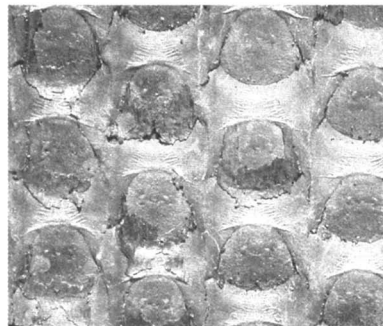
***Sigillaria tessellata***

**Kenmerken:**

- ribben met rechte zijcanten
- bladlittekens met kleine tot zeer kleine verticale tussenruimte
- bladlittekens rondachtig zeshoekig, zonder spitse hoeken
- dwarslijn boven de bladlittekens, verder geen rimpels
- bladlittekens nemen een groot deel van de breedte van de ribbe in beslag



Stortberg mijn Laura, Eyselshoven, Westfalen A. Breedte van een ribbe 7 mm Coll. Bart Vernooij

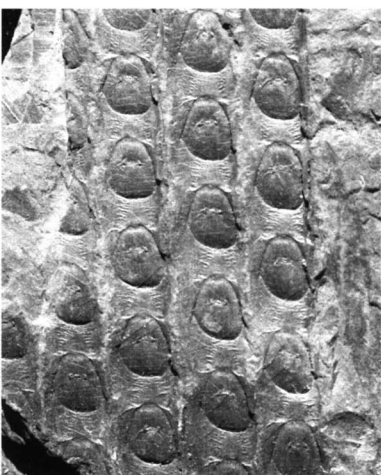


Detail van de foto hiernaast.

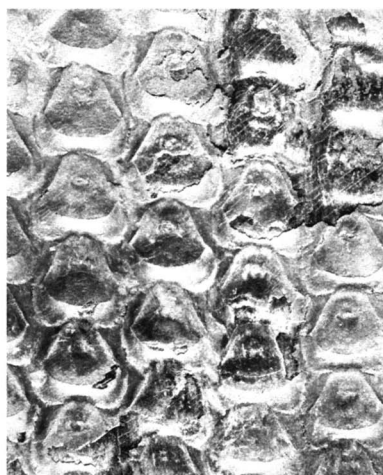
***Sigillaria boblayi***

**Kenmerken:**

- bladlittekens ongeveer even hoog als breed, zeshoekig tot rondachtig
- richels tussen de ribben recht of licht golvend
- afstand van de bladlittekens meestal niet groter dan een half litteken, meestal minder
- zijhoeken tamelijk spits, zonder aflopende lijntjes
- boven het bladlittekens is meestal een duidelijke lijn aanwezig
- twee schuinlopende rimpelrijen (gespleten baardje) onder het bladlitteken, als daar ruimte voor is



Laura, Eyselshoven, Westfalen A. Breedte van een ribbe 8 mm. Coll. Bart Vernooij



Laura, Eyselshoven, Westfalen A. Breedte van een ribbe 6 mm. Coll. Gerard van Dijk

***Sigillaria mamillaris***

**Kenmerken:**

- bladlittekens hexagonaal tot enigszins peervormig
- richels tussen de ribben recht, golvend of zigzagvormig
- afstand van de bladlittekens van minder dan een half tot een heel litteken
- zijhoeken enigszins spits met aflopende lijntjes
- boven het bladlittekens is meestal een duidelijke lijn aanwezig
- twee schuinlopende rimpelrijen (gespleten baardje) onder het bladlitteken of rimpels over de hele breedte
- bladlittekens vaak in flink relief, vooral aan de onderzijde

***Sigillaria schlotheimiana***

Kenmerken:

- bladlittekens hexagonaal of afgerond
- richels tussen de ribben recht of enigszins golvend
- afstand van de bladlittekens groot
- zijhoeken enigszins spits
- boven het bladlittekens is een duidelijke plumula (pluimpje, fonteintje)



Laura, Eggelshoven, Westfalen A. Breedte van een ribbe 4 mm. Coll. Bart Vernooij



Detail van de foto hiernaast.

***Sigillaria principis***

Kenmerken:

- bladlittekens dwars-elliptisch tot rond-achtig
- richels tussen de ribben recht
- afstand van de bladlittekens 2 tot 3 maal de hoogte van een bladlitteken
- bladlittekens nemen ongeveer de helft van de breedte van een ribbe in beslag
- zijhoeken tamelijk spits
- duidelijke aflopende lijnen vanaf de zijhoeken
- boven het bladlittekens een boogvormig lijntje
- geen dwarsrimpeling, soms een zeer fijne tekening



Ibbenbüren, Westfalen B. Breedte van een ribbe 2 cm. Coll. Jongmans (Naturalis)

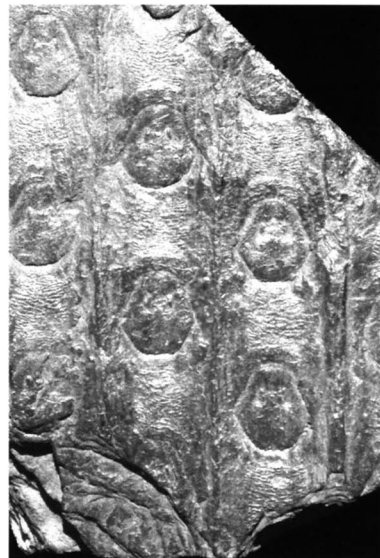


Detail van de foto hiernaast.

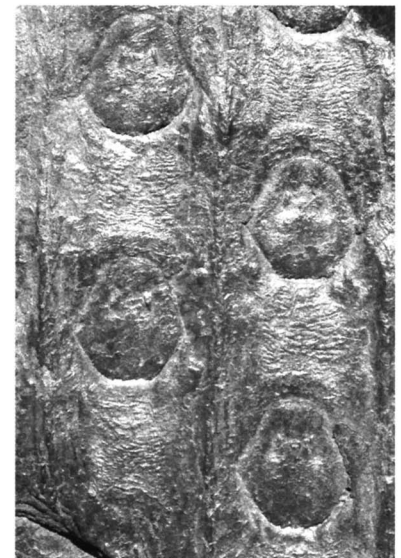
***Sigillaria scutellata***

Kenmerken:

- bladlittekens hexagonaal tot rondachtig, soms klokvormig
- richels tussen de ribben recht
- afstand van de bladlittekens 1 tot 3 maal de hoogte van een bladlitteken
- zijhoeken spits
- boven het bladlittekens kan een boogvormig lijntje zitten
- duidelijke dwarsrimpeling tussen de bladlittekens



Schinveld, Westfalen A/B. Breedte van een ribbe 14 mm. Coll. Gerard van Dijk



Detail van de foto hiernaast.



Manebach (Dld). Onder-Perm. Breedte van de stam 4 cm. Coll. Hans Steur



Detail van de foto hiernaast.

### *Sigillaria brardii* (oude stam)

De bladlittekens liggen bij deze soort wel in verticale (en in spiraalvormige) rijen maar er zijn geen ribben aanwezig. Bij jonge planten en op jong hout aan een oudere boom liggen de dwars lensvormige bladlittekens tegen elkaar aan. Op oudere stammen liggen de bladlittekens ver van elkaar verwijderd, zowel in horizontale als in verticale richting. De vorm van de oudere bladlittekens is dan ook veranderd: deze zijn aan de bovenkant halfcirkelvormig geworden. Bijgaande foto is dus van een oudere stam.

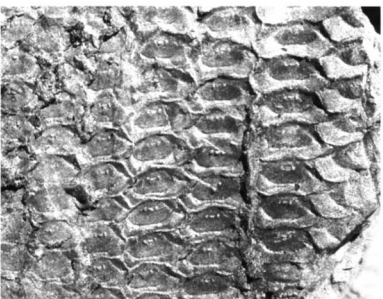


Reisbach (Dld). Stephanien. Breedte van de foto 3 cm. Coll. Universiteit van Utrecht

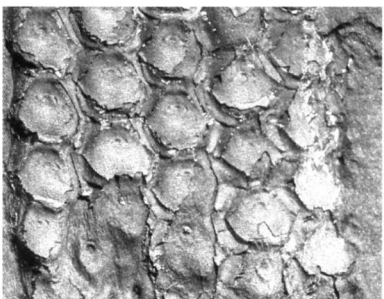


Detail van de foto hiernaast.

### *Sigillaria brardii* (jonge stam)



Laura, Egelshoven. Westfalen A. Breedte van een bladlitteken 8 mm. Coll. Bart Vernooij



Laura, Egelshoven. Westfalen A. Breedte van een bladlitteken 8 mm. Coll. Bart Vernooij

### *Sigillaria elegans*

Kenmerken:

- bladlittekens breed zeshoekig met spitse zijhoeken
- richels tussen de ribben zigzagvormig waardoor het geheel honingraatvormig is
- afstand van de bladlittekens zeer klein zowel verticaal als horizontaal

# MARIOPTERIS EN KARINOPTERIS, KLIMMENDE ZAADVARENS UIT HET CARBOON

Hans Steur

Eén van de meest voorkomende fossielen met varenachtige bladeren in de Piesberg is de *Mariopteris muricata* (fig. 1). Hoewel er nog nooit aangehechte zaden gevonden zijn, wordt algemeen aangenomen dat deze soort een zaadvaren is. Meestal vind je een deel van het blad, maar als je het geluk hebt een (tamelijk) compleet blad te vinden, dan kun je de karakteristieke bladopbouw waarnemen (fig. 2). Deze is vierdelig: de bladsteel splitst zich tweemaal en aan de laatste vertakkingen zitten de (asymmetrische) deelbladeren.

De plant heeft nog een interessante bijzonderheid: hij bezit zg. klimhaken. Bij de veren waaruit een deelblad is samengesteld (blaadjes van de voorlaatste orde) komt het zo nu en dan voor dat de as doorloopt aan het einde, waarbij het uitstekende stuk vaak enigszins naar beneden gebogen is. Men denkt op grond van dit kenmerk dat de *Mariopteris muricata* een klimmende zaadvaren geweest is, een plant met de habitus van een lian.

Andere soorten van het geslacht *Mariopteris* vertonen overeenkomstige kenmerken. Ook soorten van het geslacht *Karinopteris* hebben klimhaken. Alvorens nader in te gaan op de eigenaardigheden van de beide geslachten, worden eerst de in onze omgeving meest voorkomende soorten kort besproken.

## Enkele soorten

Bij de *Mariopteris*-soorten zijn de pinnulae meestal breed aangehecht (zoals bij *Alethopteris* en *Pecopteris*) en ze zijn in het algemeen niet sterk ingesneden.

*Mariopteris muricata* (fig. 1 en 2)

De pinnulae zijn breed en een beetje scheef aan de stengel aangehecht en ze zijn vaak langgerekt driehoekig met licht gebogen zijkanten. De meeste blaadjes zijn gaafrandig of licht gelobd, maar het onderste blaadje van een pinna is asymmetrisch door een lob aan de basis. De middennerf is tamelijk krachtig, meestal ingezonken. De secundaire nerven zijn fijner. Direct vanuit de stengel gaan ook enkele nerven het blad in, die het onderste pinnula verzorgen.

Westfalen A - D. Onder meer in Zuid-Limburg, het Ruhrgebied, de Piesberg



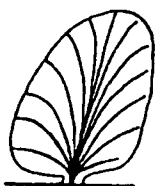
Fig. 1. *Mariopteris muricata*, pinna met pinnulae en klimhaak. Lengte pinna: 6 cm. Piesberg, Westfalen D. Coll. HS.

## Enkele termen

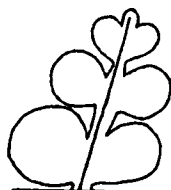
Een pinnula (meervoud: pinnulae) is een blaadje van de laatste orde

Een pinna (meervoud: pinnae) is een veer bestaande uit pinnulae.

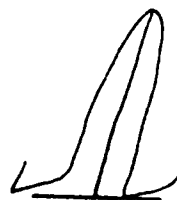
De wijze van aanhechting van de pinnulae wordt onderscheiden in (naar Boersma, 1980):



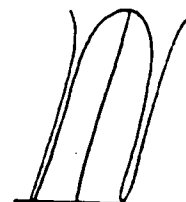
neuropteroid



sphenopteroid



alethopteroid



pecopteroid

Een cuticula is het wasachtige laagje op de opperhuid van veel planten, dat o.m. tot doel heeft uitdroging te voorkomen.



Fig. 2. *Mariopteris muricata*, vierdelig blad. Breedte 20 cm Piesberg, Westf. D, Coll. HS.

recht, soms iets bochtig of zwak gelobd. Brede, afgeronde top. Nervatuur zeer krachtig, ingezonken, zowel de hoofdnerf alsook de secundaire nerven. De soort lijkt op *Mariopteris muricata* maar onderscheidt zich door de ronde bladtoppen en de nog krachtiger ner-

ven.

Westfalen B - D. O.a. in Zuid-Limburg, Ruhrgebied, zelden in de Piesberg.

en bij Ibbenbüren.

*Mariopteris nervosa* (fig. 3 en 4)

Breed aanzittende pinnulae, die kort driehoekig zijn. Rand gaaf, meestal

*Mariopteris sauveuri* (fig. 5)

Bovenin het blad zitten zeer langgestrekte pinnulae, die iets versmald zijn aan de basis. Ze zijn bijna parallelrandig, gaaf of iets ingesneden. Bij de

basis zitten vaak wel duidelijke insnijdingen. De middennerf is krachtig. Vooral in het onderste deel van het blad zijn de langgestrekte blaadjes zo diep ingesneden dat ze beschouwd moeten worden als pinnae. De pinnulae hiervan zijn stomp driehoekig en breed aangehecht. Ze lijken op pinnulae van *M. nervosa*.

Westfalen B - D. O.a. in Zuid-Limburg, Ruhrgebied, Piesberg.



Fig. 3. *Mariopteris nervosa*, Julia, Westf. A. Coll. RGD, Heerlen.



Fig. 4. *Mariopteris nervosa*, Hendrik, Westf. B. Coll. RGD, Heerlen.

Bij de *Karinopteris*-soorten zitten de meeste pinnulae versmald aan de stengel vast (als bij *Sphenopteris*) en ze zijn vaak vrij diep ingesneden.

*Karinopteris acuta* (fig. 6)

Pinnulae met 5 tot 8 diep ingesneden lobben. Deze lobben zijn vaak spits maar kunnen ook stomp zijn. De middennerf is recht, secundaire nerven zijn niet bijzonder duidelijk. Namur - Westfalen A. Zuid-Limburg, Ruhrgebied.

*Karinopteris daviesii* (fig. 7 en 8)

De pinnulae zijn langwerpige blaadjes met tot 8 driehoekige lobben, waardoor de blaadjes er vaak grof gezaagd uitzien. De insnijdingen tussen

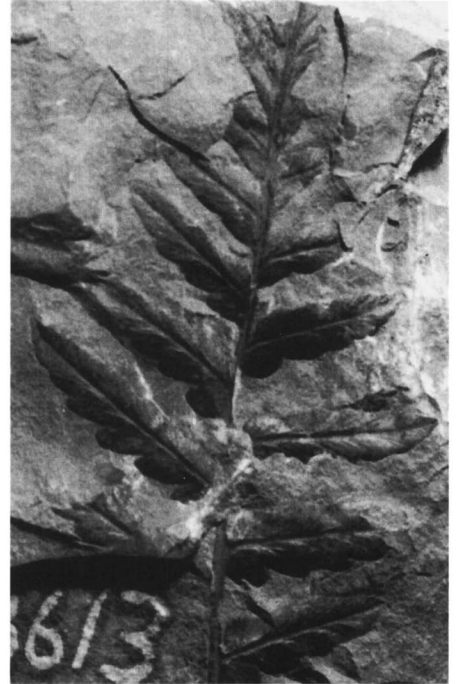


Fig. 5. *Mariopteris sauveuri*, Emma, Westf. A/B. Coll. RGD, Heerlen.



Fig. 6. *Karinopteris acuta*, Domaniale Mijn, Westf. B. Coll. RGD, Heerlen.

de zaagtanden zijn hoekig. De middennerf recht of iets golvend, de secundaire nerven zijn vaak onduidelijk. De aanhechting van de blaadjes is relatief breed.

Westfalen A - B. Zuid-Limburg, Ruhrgebied.

*Karinopteris soubeiranii* (fig. 9)

De pinnulae zijn verdeeld in een aantal duidelijk afgeronde, soms echt ronde



Fig. 7. *Karinopteris daviesii*, Westf. A/B. Coll. RGD, Heerlen.



Fig. 8. *Karinopteris daviesii*, met klimhaak. Emma, Westf. A/B. Coll. RGD, Heerlen.

lobben. Deze soort lijkt het meest van alle hier beschreven soorten op een *Sphenopteris*. De middennerf is onopvallend en recht.

Hogere Westfalen B - C. Zuid-Limburg.

#### De bladcompositie

Vroeger werd geen onderscheid gemaakt tussen *Mariopteris*- en *Karinopteris*-soorten: ze werden alle tot het geslacht *Mariopteris* gerekend. Toch zijn de planten naar de vorm van de pinnulae in twee groepen te verdelen. In de eerste groep zijn de pinnulae weinig of niet ingesneden, in de tweede groep zijn de pinnulae duidelijk en soms diep ingesneden. Deze insnijdingen zijn soms zo diep dat een pinnula zelf als een veer met zijblaadjes beschouwd kan worden.

Dr. M.Boersma toonde in zijn proefschrift (1972) aan dat de planten van

beide groepen nog een ander, fundamenteeler, verschil vertonen: de bladen zijn anders opgebouwd.

De soorten van beide groepen lijken een uit vier delen samengesteld blad te hebben, dat ontstaan is na twee dichotome splitsingen. Bij nadere bestudering echter

blijkt dat de bladen van de ene groep, de *Mariopteris*-groep, echt vierdelig zijn, terwijl die van de *Karinopteris*-groep schijnbaar vierdelig, maar in feite tweedelig zijn. Zie fig. 10.

Bij punt C (Boersma noemt dit het vergelijkingspunt) splitst het *Mariopteris*-blad zich in twee echte deelbladen. Dit is te zien aan het feit dat pinna A klein is. Bij een *Karinopteris*-blad is pinna A daarentegen relatief veel groter en kan B daarom beschouwd worden als een pinna die zelf nog weer zijpinna's heeft.

In de praktijk is dit kenmerk slechts zelden voor determinatie te gebruiken, omdat men daarvoor tenminste over een vertakking met een punt C erin moet beschikken. Bij de vaststelling van geslacht en soort is men daarom meestal aangewezen op de kenmer-



Fig. 9. *Karinopteris soubeiranii*, Emma, Westf. A/B. Coll. RGD, Heerlen.

ken van de pinnulae.

#### Zaadvarens

Er zijn verschillende aanwijzingen dat de soorten van de geslachten *Mariopteris* en *Karinopteris* zaadvarens zijn. Maar een direct bewijs in de vorm van blad of tak met een daaraan vastgehecht voortplantingsorgaan is nog niet gevonden.

Op de stengels van *Mariopteris*- en *Karinopteris*-soorten zijn vaak overdwarse richeltjes en sleufjes te zien. Deze zijn bij meerdere zaadvarens gevonden en zijn een gevolg van de vorming van 'platen' van sclerenchym (stevigheidsweefsel) in de stengels, loodrecht op de lengterichting.

De *Mariopteris*- en *Karinopteris*-planten hadden vrij dikke, leerachtige blaadjes, wat o.m. blijkt uit het feit dat ze meestal gaaf gevonden worden. De meeste zaadvarens hebben blaadjes met een goed ontwikkelde cuticula.

Op enkele plaatsen, o.a. in de Indiana Paper Shale (Kerp en Barthel, 1993) zijn cuticulae van *Karinopteris* gevonden. Deze blijken aan de bovenzijde van het blad zeer dik te zijn. Echte varens hebben een dunne cuticula, die meestal niet gefossiliseerd is.

Al met al dus zeer sterke aanwijzingen dat het bij de geslachten *Mariopteris* en *Karinopteris* om zaadvarens gaat.

Boersma (1962) vond overigens sporendoosjes bij een soort die vroeger bij het geslacht *Mariopteris* gerekend werd. Deze soort, die nu *Fortopteris latifolia* heet, is dus een echte varen.

#### Klimhaken

Een klimhaak is een verlenging van de as van een pinna.

Bij een klein onderzoekje in de gigantische verzameling plantefossielen van de Rijks Geologische Dienst in Heerlen (alleen al zo'n 150 dozen met *Mariopteris* en *Karinopteris*!), is mij gebleken dat alle hier beschreven soorten van tijd tot tijd klimhaken vertonen. In veel gevallen is niet na te gaan of ze er zijn doordat de uiteinden van de pinnae ontbreken in het fossiel. In andere gevallen kan een klimhaak aanwezig zijn, maar er zou een preparatie uitgevoerd moeten worden om dat na te gaan. In veel gevallen is evenwel duidelijk te zien dat er géén klimhaken aan de pinnae zitten (bijv. fig. 6).

De lengte van een klimhaak varieert van 1 mm tot ongeveer 1,5 cm. Het



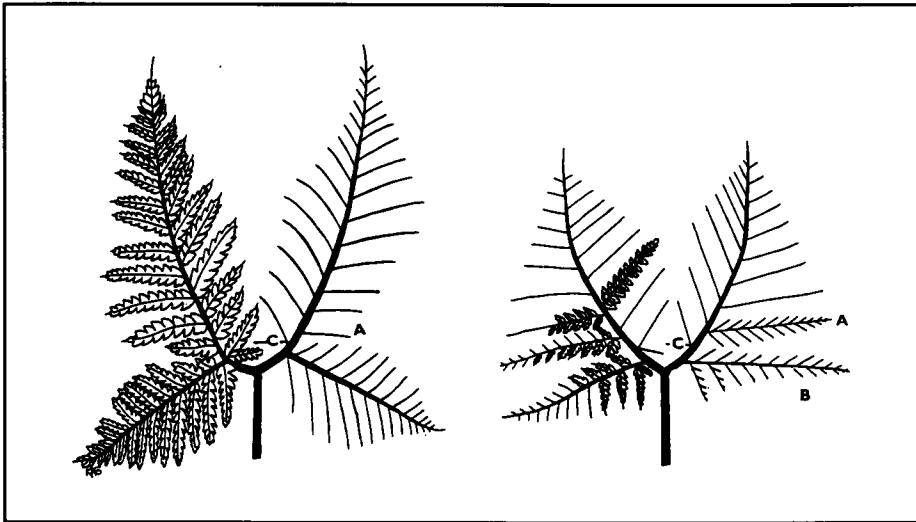


Fig. 10. *Mariopteris*: vierdelig blad. *Kariopteris*: tweedelig blad (naar Gastaldo en Boersma, 1983).



Fig. 11. Klimhaak met weerhaakjes van *Kariopteris* sp., Indiana Paper Shale, Pennsylvanian. Lengte: 1 cm. (Kerp en Barthel, 1993).

gaat om een echte 'haak' want in de meeste gevallen is de uitgroeiing gebogen. De klimhaken moeten zeer stevig geweest zijn, want vaak zijn ze in het sediment gedrongen en zo gefossiliseerd. Ze zijn in het algemeen naar beneden gebogen. Het is niet uitgesloten dat de haken een functie hadden bij de guttatie (druppelvorming, uitscheiding van overtollig water).

Kerp en Barthel (1993) vonden in de Indiana Paper Shale klimhaken van *Kariopteris* sp. met kleine stekeltjes

erop (fig. 11). Door die 'weerhaakjes' heeft de plant zich nog beter kunnen vasthouden.

Zij vonden ook een dikke bovencuticula zonder huidmondjes, en een dunne ondercuticula met huidmondjes. Deze huidmondjes waren omringd door papillen die over de opening heen gebogen waren (fig. 12). Uit dit onderzoek bleek ook dat de klimhaken naar beneden gebogen waren. Verder waren op de assen en op de bovenkant van de bladeren vele haarbases aanwezig. In een enkel geval werd ook de haar zelf aangetroffen.

De betreffende plant zal dus in een relatief droge omgeving gegroeid hebben. De dikke cuticula, de papillen om de huidmondjes en de beharing wijzen namelijk op bescherming tegen uitdroging.

Echte ranken hadden *Mariopteris* en *Kariopteris* niet, maar met de talloze, soms gestekelde, klimhaken aan het einde van de pinnae, konden ze zich waarschijnlijk in een boomvegetatie goed vasthouden.

#### Dankwoord

Graag wil ik Prof. Dr. J. H. F. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Universiteit van Münster hartelijk bedanken voor zijn commentaar en voor het beschikbaar stellen van de foto's van fig. 11 en 12.

Verder dank ik de Rijks Geologische Dienst te Heerlen voor de medewerking bij het bestuderen en fotograferen van een deel van de verzameling.

Adres van de auteur:  
Laan van Avegoor 15  
6955 BD Ellecom

#### Literatuur

- Boersma, M., 1972. The heterogeneity of the form genus *Mariopteris* Zeiller (proefschrift). Utrecht.
- Boersma, M., 1980. Problemen, mogelijkheden en doelstellingen van het pre-tertiaire macropalaeobotanisch onderzoek (artikel in Grondboor en Hamer aug. 1980).
- Gastaldo, R.A. en Boersma M., 1983. A reinvestigation of Early Pennsylvanian species of *Mariopteris* from the Appalachian region. I. *Kariopteris*, *Mariopteris* and the 'pottsvillea complex'. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 38(1982/83): 185-226.
- Josten, K.-H., 1991. Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands, (Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 36), Krefeld.
- Kerp, H. en Barthel M., 1993. Problems of cuticular analysis of pteridosperms. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 78(1993):1-18.
- Remy, W. en Remy, R., 1977. Die Floren des Erdaltertums, Essen.



Fig. 12 Huidmondje met papillen van *Kariopteris* sp. Ind. Pap.Sh. (Kerp en Barthel, 1993)



1



2



3

# De groeiwijze van de kruidachtige paardenstaart *Sphenophyllum* uit het Laat-Carboon

HANS STEUR  
STEURH@XS4ALL.NL  
WWW.FOSSIELEPLANTEN.NL

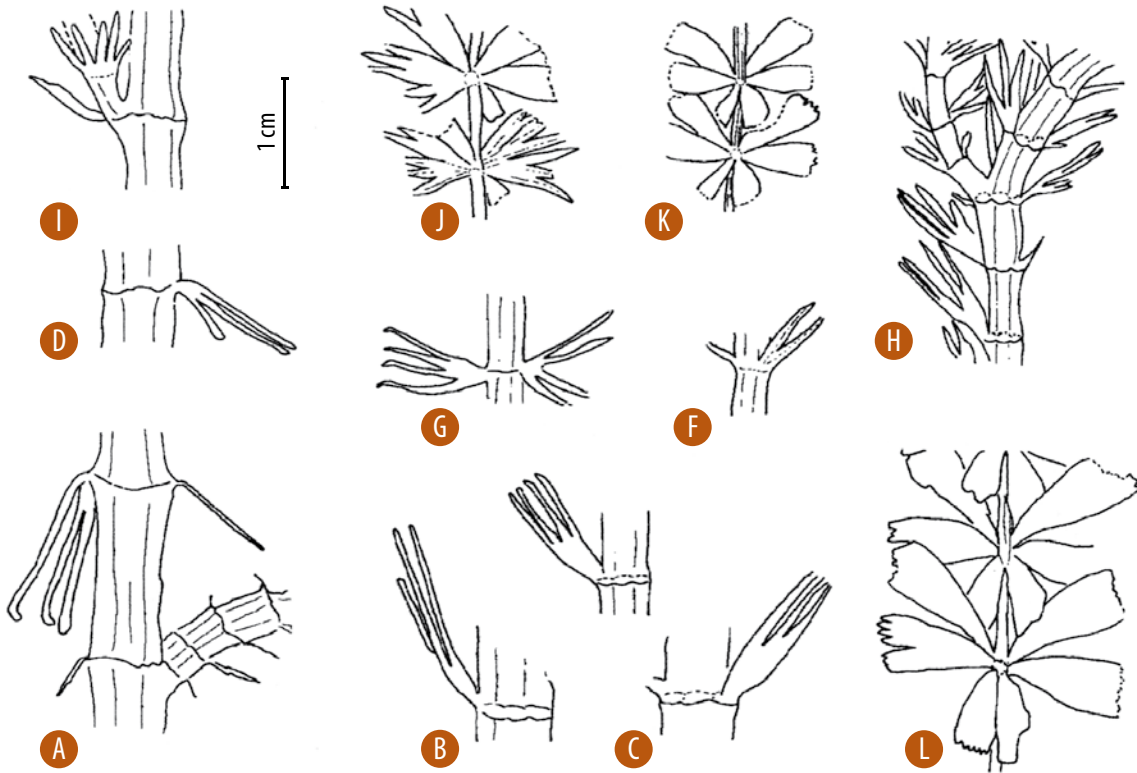
De paardenstaartachtigen zijn nu nog vertegenwoordigd door één enkel genus, *Equisetum*. Enkele soorten zijn wijd verbreid en berucht als hardnekkig onkruid. In het verleden was er veel meer diversiteit. De boomvormige paardenstaarten uit het Boven-Carboon zijn heel bekend. Bij de naam *Calamites* denk je vooral aan de geribde stammetjes, die (als bamboe) verdeeld zijn in knopen en leden. De *Calamites*-boom heeft nog veel meer fossielen opgeleverd, zoals de wortels (*Radicites*), bebladerde takjes (*Annularia* en *Asterophyllites*) en sporenaren. Er worden echter ook veel fossielen gevonden van *kruidachtige* paardenstaartachtigen waarbij het genus *Sphenophyllum* het meest voorkomende is. De blaadjes van deze planten zijn vaak wigvormig, wat de naam verklaart: sphen = wig en phyllon = blad. Maar er komen ook anders gevormde blaadjes voor, zoals verderop zal blijken. De blaadjes staan in kransen op de knopen van de stengels, zoals bij *Annularia* en *Asterophyllites*. Het aantal blaadjes per krans is meestal 6, maar kransen met 3 of 9 blaadjes komen ook voor. De drietaligheid hangt samen met de driehoekige vorm van de houtige kern van de stengels. Hierin onderscheidt *Sphenophyllum* zich van de recente en andere fossiele paardenstaartachtigen zoals *Calamites*, die allemaal holle stengels hebben. Bij de knopen is de stengel meestal wat verdikt.



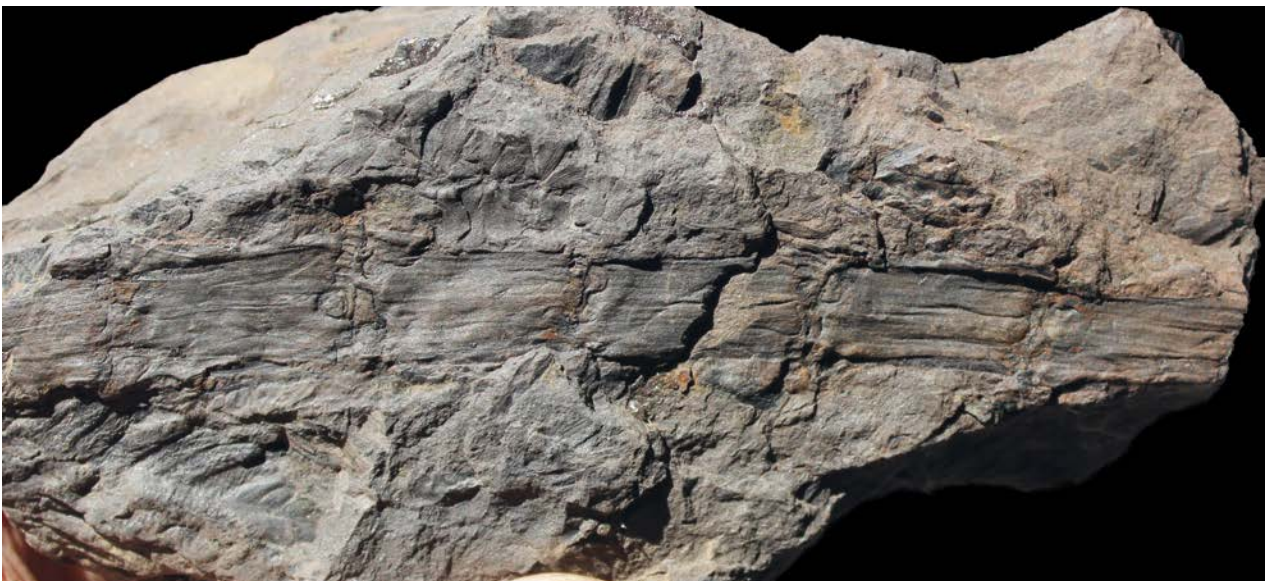
AFBEELDING 1. | *Bladkransje van Sphenophyllum cuneifolium. Ibbenbüren, Westfalen B. Hoogte foto 3 cm.* AFBEELDING 2. | *Bladkransje van Sphenophyllum emarginatum. Piesberg, Westfalen D. Hoogte foto 35 mm.* AFBEELDING 3. | *Bladkransjes van Sphenophyllum oblongifolium. Graissessac, Stephanien. Hoogte foto 4 cm.*

Er zijn veel soorten *Sphenophyllum* beschreven, maar ik zal me in dit artikel beperken tot het drietal waarvan ik de meeste exemplaren heb. Dat zijn *S. cuneifolium* en *S. emarginatum* uit het Westfalen (Piesberg en Ibbenbüren) en *S. oblongifolium* uit het Stephanien (Graissessac).

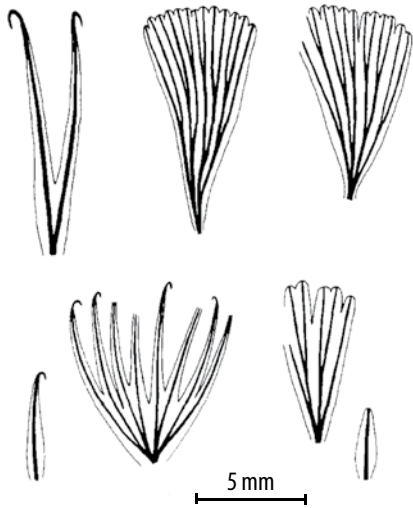
De oudste *Sphenophyllum*-soorten zijn gevonden in afzettingen uit het Boven-Devoon. Hoogtepunt was in het Laat-Carboon en het Vroeg-Perm. In het Laat-Perm komen nog enkele soorten voor en aan het einde van dit tijdperk sterft het geslacht uit.



AFBEELDING 4. | *De verschillende bladtypes van Sphenophyllum oblongifolium. A-D. diep-ingesneden blaadjes aan de a1-as. Soms teruggebogen. E-H. Ook diep-ingesneden, maar kortere blaadjes aan a1- of a2-assen. I. Basis van een afgetakte a2-as met een krans van korte blaadjes. J. a3-as met bredere, minder diep-ingesneden blaadjes. K-L. Eindtakjes (a4) met typisch trizygoïde bladkransjes. Uit Galtier & Daviero, 1999. Met toestemming van Chicago Press.*



AFBEELDING 5. | *Stam of a1-as van Sphenophyllum sp. Graissessac. Diameter van de as 1 cm.*



AFBEELDING 6. | *Bladvormen van Sphenophyllum emarginatum. De haakvormig omgebogen blaadjes duiden op een klimfunctie. Naar Batenburg, 1977.*

### Drie soorten

Deze drie soorten (en ook de meeste andere) hebben ongeveer dezelfde groeiwijze: ze vormen lange stengels die zich tot viermaal toe vertakken. Opvallend is dat deze stengels ondanks hun soms aanzienlijke lengte altijd relatief dun zijn en niet noemenswaardig in dikte toenemen. Daarom is het niet aannemelijk dat deze stengels zelfstandig rechtop konden staan. Vandaar dat aangenomen wordt dat deze planten leunden op andere vegetatie of de bodem bedekten. Er zijn ook aanwijzingen dat ze enigszins konden klimmen. Opvallend is ook dat de eindtakjes (meestal wigvormige blaadjes hebben, terwijl de blaadjes aan lagere vertakkingen meestal lijnvormig zijn. De eindblaadjes worden verreweg het meest gevonden.

Zie de Afbeeldingen 1, 2 en 3. Alle drie soorten hebben meestal bladkransen van zes blaadjes. Vaak hebben de afzonderlijke blaadjes een insnijding in het midden.

*S. cuneifolium* (Afb. 1) heeft blaadjes, die allemaal ongeveer even groot zijn en die scherp getand zijn.

*S. emarginatum* (Afb. 2) heeft ook ongeveer even grote blaadjes, maar deze hebben stompe tanden, terwijl de inkepingen daartussen juist spits zijn. In veel gevallen echter zijn de tanden niet te zien en is de bladrand bijna recht.



AFBEELDING 7. | *a1-as en a2-as van Sphenophyllum oblongifolium met de karakteristieke diep-gedeelde blaadjes. Graissessac. Hoogte foto 10 cm.*

*S. oblongifolium* (Afb. 3) heeft trizygoïde bladkransen. Dat betekent dat zo'n krans tweezijdig symmetrisch is met drie paren blaadjes waarvan er één, duidelijk kleiner, paar naar beneden gericht is.

### Heterophylie en vertakkingen

*Sphenophyllum* vertoont *heterophylie*. Dat wil zeggen dat één plant verschillende bladvormen heeft (Batenburg 1977). In het artikel van Galtier & Daviero (1999) over *S. oblongifolium* uit Graissessac staat een tekening van de diverse bladvormen die aan deze plant voorkomen (Afb. 4). Deze afbeelding is in grote lijnen ook geldig voor *S. cuneifolium* en *S. emarginatum* en voor de meeste andere soorten van dit geslacht. Alleen zijn daarbij de eindblaadjes en de afmetingen anders.

De achtereenvolgende vertakkingen worden wel aangeduid als a1-, a2-, a3- en a4-as, waarbij a4 het eindtakje is. De a1-as is de zijtak van de uit de grond komende 'stam', die overigens maar zelden gevonden wordt.



AFBEELDING 8. | *a3-as met zijtakken (a4-assen) van Sphenophyllum oblongifolium. Merk op dat de blaadjes aan de a3-as iets meer ingesneden zijn dan die van de a4-assen. Graissessac. Hoogte foto 25 cm. Foto H. Kerp. Opname met gepolariseerd licht.*

De zijtakken komen steeds uit een knoop en altijd met één tegelijk. Lang niet op iedere knoop zit een zijtak en er zit ook geen regelmaat in het verschijnen van de zijtakken. Ook de lengte van de *internodiën* (de segmenten tussen twee knopen) is erg verschillend. Wel is het eerste segment na een vertakking meestal kort. Op de eerste knoop van een vertakking zit vaak een krans van korte blaadjes.

De blaadjes aan de *a1-as* hebben diep-ingesneden lijnvormige lobben die bij *S. oblongifolium* wel 18 mm lang kunnen zijn. Soms zijn ze teruggebogen (Afb. 4 A-D).

De blaadjes van de *a2-as* zijn altijd diep-ingesneden en 5 – 10 mm lang (Afb. 4 E-H).

Aan de basis van een *a2-as* kan een krans van korte blaadjes zitten (Afb. 4 I).

De *a3-assen* hebben bredere en minder sterk ingesneden blaadjes (Afb. 4 J).

De *a4-assen* tenslotte hebben de kenmerkende trizygoïde blaadjes van *S. oblongifolium* (Afb. 4 K-L).

Voor *S. cuneifolium* en *S. emarginatum* geldt iets dergelijks, maar daarbij zijn de blaadjes van de eindvertakkingen anders en zijn de afmetingen kleiner. Bij *S. emarginatum* zijn diep ingesneden blaadjes met haakvormige uiteinden gevonden, wat er op wijst dat deze plant niet alleen leunde op andere planten maar ook kon klimmen. Zie Afbeelding 6. In mijn materiaal heb ik deze klimhaken niet kunnen vinden. Bij het onderzoek van Galtier & Daviero (1999) zijn ze ook niet gevonden bij *S. oblongifolium*, maar Barthel (1997) heeft ze wél beschreven. De haakjes zijn moeilijk te zien omdat ze meestal in het sediment zitten.

Afbeelding 7 is een voorbeeld van een *a1-as* van *S. oblongifolium* met



AFBEELDING 9. | *Sporenaren en eindtakje van Sphenophyllum oblongifolium. Graissessac. Hoogte foto 5 cm.*



AFBEELDING 10. | Sporenaren en een klein takje met blaadjes (midden) van *Sphenophyllum* sp.. De sporenaren en het bebladerde takje zitten aan elkaar vast. Piesberg. Hoogte foto 5 cm.



AFBEELDING 11. | Gedeeltelijke reconstructie van *Sphenophyllum emarginatum*. Let op de klimhaken aan de blaadjes. Uit Cleal & Thomas, 1994, naar Batenburg, 1977. Met toestemming van The Palaeontological Association.

zijtakken, die dus a2-assen zijn. De zeer diep ingesneden blaadjes zijn kenmerkend voor deze assen.

Afbeelding 8 toont een a3-as van *S. oblongifolium* met zijtakken, die dus a4-assen zijn. De bladkransen van de eindtakjes zijn typisch trizygoïde, terwijl de blaadjes van de a2-as wat dieper ingesneden zijn, maar niet zo diep als in Afbeelding 7.

### Sporenaren

De sporenaren van *Sphenophyllum* zijn niet algemeen. Galtier & Daviero (1999) schrijven zelfs dat ze in hun (uitgebreide) verzameling slechts enkele, niet aangehechte aren hebben gevonden. Dat geldt ook voor mijn verzameling. In Afbeelding 9 zijn sporenaren te zien in gezelschap van takjes *S. oblongifolium*. Aangenomen mag worden dat deze bij elkaar horen.

Ook in de Piesberg zijn de vondsten van sporenaren summier. Afbeelding 10 toont een aantal aren van *Sphenophyllum* sp. die vastzitten aan een bebladerd takje.

Sporenaren van *Sphenophyllum* worden algemeen aangeduid als *Sphenophyllotachys* voor afdrukfossielen, maar voor anatomisch bewaard gebleven aren wordt ook de naam *Bowmanites* gebruikt. Er zijn veel soorten beschreven, waarbij sommige dik en compact zijn, terwijl andere, zoals die van onze soorten, slank en uitgerekt zijn. De planten van het genus *Sphenophyllum* zijn allemaal *isospoor*. Dat wil zeggen dat ze maar één soort sporen produceren.

### De groeiwijze van *Sphenophyllum*

*Sphenophyllum* was waarschijnlijk een klimmende, leunende, kruipende plant. Hij kon een bodembedekker zijn. De dichte massa's takken en bladeren van één soort, zoals die vaak gevonden worden, wijzen daar op. Ook het feit dat stengels vaak dicht behaard zijn, duidt hier op. Dit laatste is echter alleen te zien in zeer goed bewaard gebleven materiaal. Anderzijds is het ook aannemelijk dat de plant zich enigszins verhief van de grond door over andere plantengroei of over zijn eigen soort heen te groeien. Dat hij ook een klimmer kon zijn, blijkt uit de haakvormig gebogen stengelblaadjes, zoals die bijvoorbeeld bij *S. emarginatum* zijn aangetroffen (Batenburg, 1977 en Afb. 11), maar ook bij de beide andere



AFBEELDING 12. | Eindtakje van *Sphenophyllum emarginatum*. Piesberg. Hoogte foto 8 cm.

soorten. De groeiwijze van *Sphenophyllum* kan waarschijnlijk het best vergeleken worden met die van het moderne kleeftkruid. Net zoals braamstruiken heeft deze plant zeer lange dunne stengels die elkaar ondersteunen, wat resulteert in een min of meer struikachtige groeivorm.

Het feit dat de bladkransen vaak samen met de assen in één vlak liggen, is een aanpassing om zoveel mogelijk licht op te vangen terwijl de plant op de bodem

of over andere vegetatie heen groeit. Ook de bijna rechte hoek waaronder de eindtakjes vaak uit de a3-assen komen, wijst op een overgroeijende leefwijze.

De heterophylie kan een aanpassing zijn aan deze wijze van groeien: de smalle blaadjes aan de lagere assen helpen bij de leunen en klimmen, de brede blaadjes aan de hogere assen zorgen voor de fotosynthese.

### Dankwoord

Ik dank Prof. Hans Kerp van de Forschungsstelle für Paläobotanie van de Wilhelms Universität te Münster heel hartelijk zijn commentaar op het ontwerp van dit artikel.

Verder wil ik Prof. Han van Konijnenburg van Naturalis danken voor het verschaffen van de nodige literatuur.

Ik dank ook Chicago Press en The Palaeontological Association voor de toestemming om resp. de Afbeeldingen 4 en 11 te gebruiken.

### LITERATUUR

- Barthel, M., 1997. *Epidermal Structures of Sphenophylls*. Rev. *Palaeobot. Palynol.* 95: pp. 115-127.
- Batenburg L., 1977. *The Sphenophyllum species in the Carboniferous flora of Holz (Westphalian D, Saar Basin, Germany)*. Rev. *Palaeobot. Pal.* 24: pp. 69-99.
- Batenburg L., 1981. *Contributions to the knowledge of Sphenophyllum*. Proefschrift, RU Utrecht. Van der Ley, Groningen.
- Galtier J. & V. Daviero, 1999. *Structure and Development of Sphenophyllum oblongifolium from the Upper Carboniferous of France*. *Int. J. Plant Sci.* 160(5), pp. 1021-1033.
- Cleal C.J. & B.A. Thomas, 1994. *Plant fossils of the British Coal Measures*. The Palaeontological Association, London.
- Taylor T.N., E.L. Taylor E.L. & M. Krings, 2009. *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants [2nd Ed]*. New York: Academic Press.

HANS STEUR

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

# O, GRAISSESSAC!

Veel plekken zijn er niet meer waar je ongestoord en ook nog succesvol Carboonplanten kunt verzamelen. De winning is bijna overal gestaakt, de stortbergen zijn begroeid of afgedekt of er staan hekken omheen met bordjes "Verboden Toegang". Toch weet ik er nog wel een en ik ben bereid deze plek prijs te geven. Daar heb ik de volgende redenen voor:

- de vindplaats is ver weg (1370 km) en het prijsgeven ervan zal dus waarschijnlijk geen stormloop veroorzaken.
- mijn vrouw en ik zijn er al vaak geweest en we hebben

er heel veel vandaan gehaald. Ik ben dus niet bang voor concurrentie.

- er is veel te vinden, zodat ik niet direct voor uitputting hoeft te vrezen. Bovendien zal, wat niet weggehaald wordt, toch na betrekkelijk korte tijd uiteenvallen en verloren gaan.
- verder ben ik bezig met een artikel over de fossiele flora van die plek en wellicht worden er nog mooie stukken gevonden die ik in het artikel kan verwerken.
- ten slotte is er ter plaatse een camping met zeven standplaatsen, waar bijna nooit iemand komt.

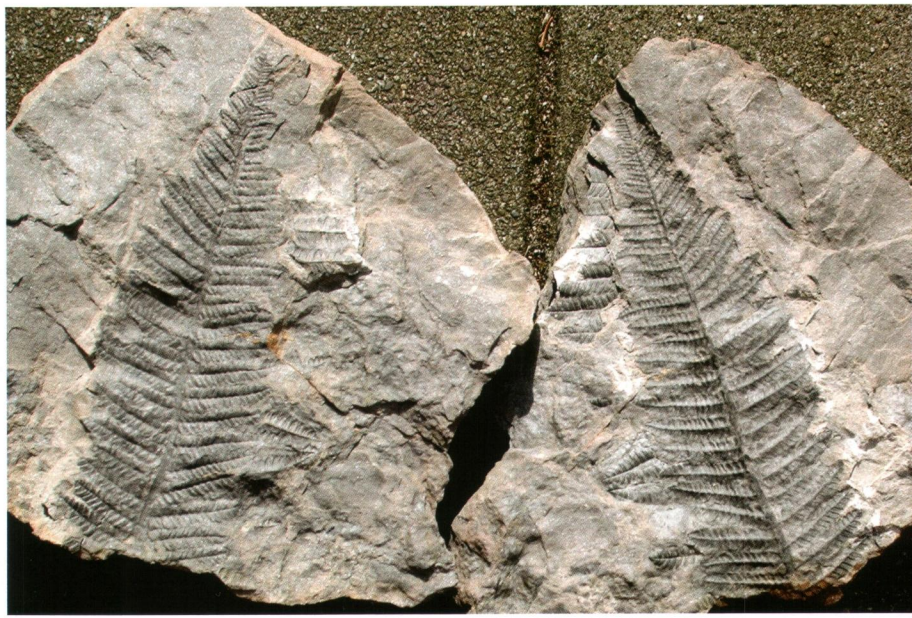
Afbeelding 1.  
Het dorp Graissessac met op de achtergrond de verlaten groeve. De zwarte lijnen in de wand zijn zijn kolenlagen.







Afbeelding 2.  
Ans met een mooie vondst.



Afbeelding 3.  
De vondst is een blad van *Pecopteris* (een varen).

Het zou leuk zijn voor de gemeente als die camping een beetje beter ging functioneren. U ziet het: ik ben volstrekt eerlijk en openhartig.

### Ex-mijnwerkersdorp Graissessac

Zoals de titel al aangeeft is de naam van de vindplaats Graissessac (Afb. 1). Dit (ex)mijnwerkersdorp in de Languedoc ligt iets ten noorden van Bédarieux. De kolenwinning in Graissessac vond plaats in dagbouw, dat wil zeggen dat men de deklagen verwijderde en dit materiaal elders op een berghelling stortte. De mijnbouw is een aantal jaren geleden gestopt en ik vermoed dat het dorp als compensatie de camping heeft gekregen in de hoop dat die het toerisme zou bevorderen. Aangezien wij op die camping meestal alleen staan, lijkt die opzet niet geslaagd. We hebben bij aankomst zelfs al twee keer voor een gesloten hek gestaan. Eén van die keren zijn we gastvrij opgevangen door een circusgezelschap dat daar toevallig was. Zij voorzagen ons van water en stroom. Mocht het u overkomen dat het hek op slot zit, bel dan het gemeentehuis of ga naar de Tabac. Het sanitair op de camping is trouwens van zeer hoge kwaliteit, ik mag wel zeggen, hotelkwaliteit.

Hoe u er moet komen, kunt u zelf wel uitzoeken (bij-voorbeeld met [www.viamichelin.com](http://www.viamichelin.com)). Bij La Tour-sur-Orb gaat een kronkelweg van 8 km omhoog naar Graissessac. Bent u met de caravan, neem dan halverwege de vrachtwagenroute: dat gaat beter. De camping ligt midden in het dorp.

De steenkool is ontstaan in een intramontaan bekken: een door bergen omsloten depressie waarin sedimenten worden afgezet. Bij de Variscische plooïing aan het einde van het Carboon ontstonden allerlei bergruggen. Tussen deze bergruggen vormden zich bekkens. De gebergtevorming ging gepaard met intensieve erosie waarbij de erosieproducten in de intramontane bekkens werden afgezet. Daarbij vormden zich moerassen met een

weelderige flora. De steenkool is voortgekomen uit de veenlagen die daar ontstonden. Er zijn in Zuid-Frankrijk meer van zulke intramontane bekkens, b.v. bij Alès (waar nog kolen gewonnen wordt en waar fossielen gevonden kunnen worden), Decazeville, Carmaux en Montceau-Les-Mines. De laatste plaatsen bieden wat het vinden van fossielen betreft nog maar weinig mogelijkheden.

### Actuele fossielvindplaatsen

Toen wij 15 jaar geleden geïnspireerd door 'Süd-frankreich und seine Fossilien' (Richter 1979) voor het eerst gingen zoeken, konden we gewoon op de taluds langs de wegen verzamelen. Nu zijn de hellingen zodanig begroeid, dat dat zonder veel inspanning niet meer mogelijk is.

Toch is er nog een plek waar het goed zoeken (en toeven) is (Afb. 2 en 4). Deze vindplaats bereik je door vanuit het dorp richting Col de Layrac te rijden. Na ongeveer 3,7



Afbeelding 4.  
Het losmaken van een blok uit de wand.  
Wees voorzichtig!

Afbeelding 5.  
De oude 'découverte' die te bereiken is door na de zijweg met het witte bord de hoofdweg naar Col de Layrac nog ongeveer 100 m te vervolgen en dan een klein paadje naar links in te slaan.



km vanaf de stenen brug aan het eind van het dorp gaat er een onverharde weg linksaf naar een vuilstortplaats in een oude 'découverte' (zo heet een winningsplaats). Aan de weg staat een groot wit bord. Aan het begin van de zijweg wordt aan de rechterkant een oude stortberg afgegraven: van tijd tot tijd wordt er wat steen weggehaald. Daardoor is er een wand waarin je flinke blokken kunt zien zitten. Die blokken zitten (meestal) vol fossielen. We hebben eigenlijk nergens anders een dergelijke rijkdom aan fossielen aangetroffen, behalve misschien in de glorie-dagen van de Piesberg (Osnabrück, Duitsland). Onderaan de helling liggen heel veel kleinere stukken, die vaak nog mooie planten bevatten. Die stukken zijn wat meer verweerd, waardoor ze gemakkelijker splijten maar ook sneller kapot gaan. Daarom moet je Velpon en verdunde Velpon (1 deel Velpon op 3 delen aceton) bij de hand hebben. Gebruik de onverdunde lijm om stukken te plakken en de verdunde lijm om stukken te versterken (de zijkanten en de onderkant). Om de blokken uit de wand te krijgen zijn een koevoet en een moker onmisbaar (Afb. 4). Verder heeft u natuurlijk beitels nodig om de blokken te splijten. De verse blokken splijten veel minder goed dan de doorgewinterde. Zandsteen is ook moeilijk te splijten maar kan mooie fossielen bevatten.

*Ik wijs er met nadruk op dat het werken aan de wand niet zonder gevaar is. De situatie is nu redelijk stabiel maar hoe meer er uit gehaald wordt, hoe meer een overhangende helling kan ontstaan. Wees dus voorzichtig en neem geen risico. Ik raad u met klem aan om een bouwhelm te dragen.*

Dichtbij deze plek is een oude découverte waar we ook nog mooie stukken gevonden hebben. Loop vanaf het begin van de zijweg (de weg met het witte bord) ongeveer 100 meter langs de hoofdweg richting Col de Layrac. Daar is een klein paadje naar links dat u moet inslaan. Als u vervolgens rechts aanhoudt, loopt u een vallei in met rechts een kale (afgegraven) wand en links een hel-

ling met blokken en verpulverde steen (Afb. 5). Hier valt ook het een en ander te vinden. Uit een heel groot blok verderop in het dal hebben we prachtige grote stukken *Pseudomariopteris* gehaald (Afb. 6). Waarschijnlijk zijn er meer van zulke vruchtbare plaatsen.

### Fossiele flora

De steenblokken in de wand zijn uit het Stefanien (het bovenste deel van het Carboon) en zijn daarmee jonger dan de Westfalien D-planten van de Piesberg. De flora verschilt dan ook duidelijk van die van de Piesberg en wel vooral door de dominantie van de (echte) varen *Pecopteris* (Afb. 3). Soms zijn de sporendoesjes op de bladeren nog te zien. Deze bladeren zaten aan de boomvaren *Psaronius*. Verder is, vergeleken met de Piesberg flora, het aandeel van de boomvormige wolfsklauwen (*Lepidodendron* en *Sigillaria*) sterk teruggelopen.



Afbeelding 6.  
Een detail van een groot stuk met *Pseudomariopteris busquetii*.

Een prachtig maar ook prijzig boek is 'La flore fossile du bassin houiller de Saint-Étienne' (Doubinger et al 1995). Hierin wordt niet de flora van Graissessac beschreven, maar de planten van deze vindplaats staan er (waarschijnlijk) wel in. Het is alleen de kunst te ontdekken wáár ze staan.

Het determineren van de vondsten is een probleem omdat er nog maar weinig studie is gemaakt van de Graissessac-flora. Zoals gezegd ben ik bezig om de vondsten zo goed mogelijk op naam te brengen, maar bij gebrek aan publicaties is dat erg moeilijk. Het zal dus nog wel minstens een jaar duren voordat het resultaat van mijn pogingen verschijnt. Mocht u een bijzondere vondst gedaan hebben, dan wil ik daar graag kennis van nemen.

De découverte die het laatst gesloten is, bevindt zich op de 'rive gauche', de linkerflank van het dal waarin Graissessac ligt. Je kunt de kolenlagen prachtig zien vanaf de weg naar de Col de Layrac (Afb. 1). Er gaat een klein steil weggetje vanuit het dorp naar deze enorme groeve. Het wordt aangegeven met het bord 'Découverte de l'Herault'. Het is de moeite waard om er eens heen te gaan, niet zozeer vanwege de fossielen (die hebben we er niet veel gevonden), maar vooral vanwege het indrukwekkende landschap en ook vanwege de prachtige, levende, flora. Sommigen spreken bij groeves over 'wonden in het landschap', maar voor mij zijn het vensters naar een indrukwekkend verleden.

#### LITERATUUR

Doubinger J., P. Vetter, J. Langiaux, J. Galtier, J. Broutin, 1995. La flore fossile du bassin houiller de Saint-Étienne. Édition du Museum, Paris.

Richter A.E., 1979. Südfrankreich und seine Fossilien. Kosmos, Stuttgart.

## MTN-Giethoorn

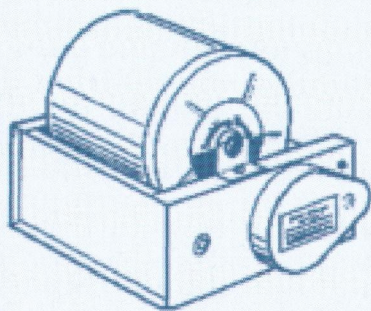
Importeur LORTONE® Steenbewerkingsmachines

Kanaaldijk 18  
8355 VJ Giethoorn  
Tel: 0521-361544  
Fax: 0521-362105

Ruim 32 jaar LORTONE® (èn de service) in Nederland  
Standhouder op de meeste Nederlandse mineraalbeurzen

**Grote collectie zilveren sieraden  
met en zonder edelstenen** (veel eigen ontwerpen)

*Estwing geologen gereedschap  
Kunststof standaards en opbergdoosjes  
Edelsteenhangars  
Ruwe mineralen: slijpbaar voor trommel en cabochons  
Fournituren o.a. zilveren  
Cabochons en trommelstenen  
Microscopen en Loepen en meer...*



Bezoek onze showroom (na tel. afspraak vragen naar Elly ten Napel of Thoni Meijer)  
of neem een kijkje op onze internet-site: <http://www.mtn.nl> • E-mail: [info@mtn.nl](mailto:info@mtn.nl)

HANS STEUR

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

# DE STEFANIENFLORA VAN GRAISSESSAC (1)

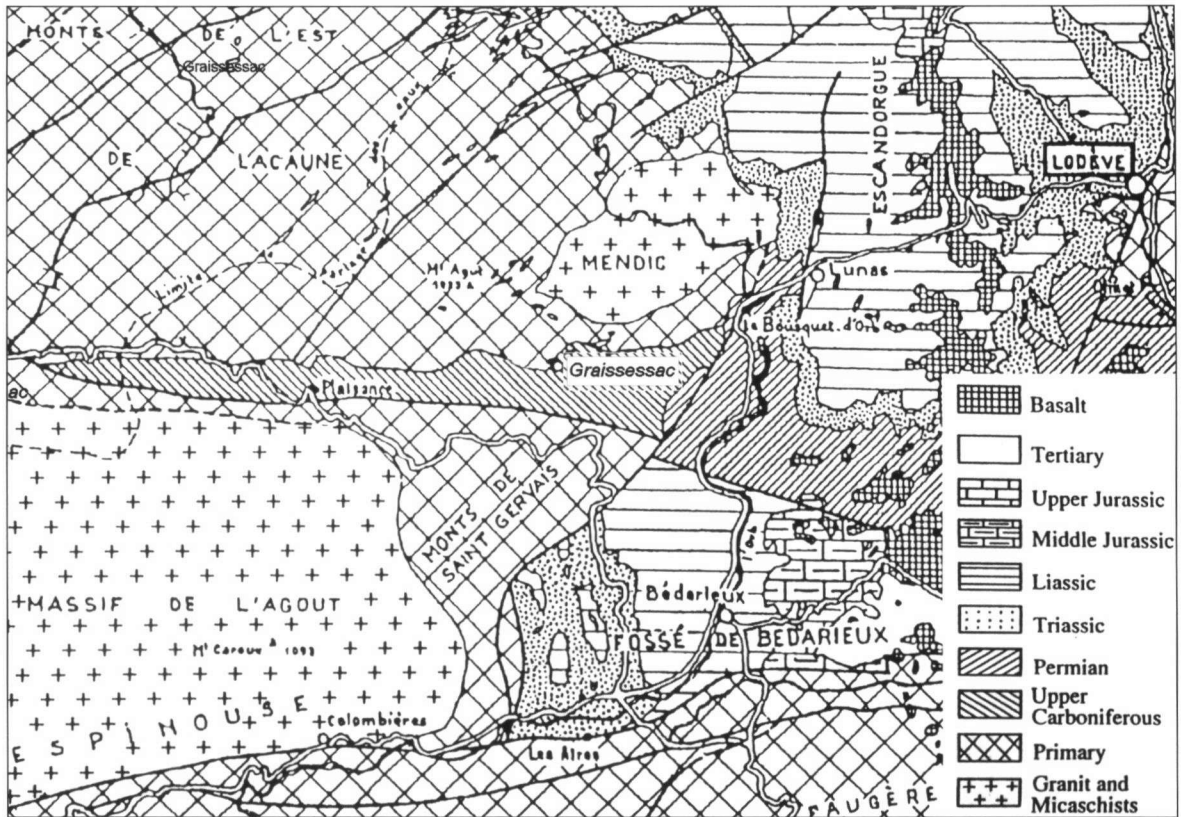
Zoals in het artikel 'O Graissessac' (Steur, 2006) beloofd, volgt hier een uitgebreidere beschrijving van de Boven-carbonische flora van deze Zuidfranse vindplaats. Ik heb begrepen dat diverse mensen er sindsdien geweest zijn en dat zij er ook naar tevredenheid hebben verzameld. Hopelijk kunnen zij met behulp van dit artikel de meeste van hun stukken determineren. Er zullen zeker nog veel stukken overblijven die niet op naam gebracht kunnen

worden of waarbij twijfel blijft bestaan. Maar dat is een algemeen verschijnsel. Zo zijn veel *Pecopteris*-fossielen vrijwel onmogelijk op soortnaam te determineren doordat a. de nervatuur onduidelijk is, b. er binnen een soort veel variatie is, c. de verschillende soorten elkaar vaak overlappen. In zo'n geval moet men tevreden zijn met de aanduiding *Pecopteris* sp. (sp. = species = soort). Voor de vindplaatsbeschrijving verwijs ik naar het



Afbeelding 1.  
Découverte de l'Hérault, de groeve die als laatste gesloten is. Rechts de kolenlagen.

Afbeelding 2.  
Geologische kaart  
van het Bekken  
van Graissessac.  
Naar Gand et al.  
(2001).



Afbeelding 3.  
De fossielen zijn  
in eerste instantie  
in grote groepen  
verdeeld. Het  
resultaat is een staaf-  
diagram.



bovengenoemde stuk in Grondboor & Hamer 2006-4. Overigens heb ik vernomen dat de stortberg inmiddels afgevlakt is en dat kan betekenen dat er minder te vinden is. Meer foto's kunt u vinden op mijn website.

### Iets over de geologie

Tijdens het Westfalien (de op een na jongste etage van het Carboon) was de Hercynische (of Variscische) gebergtevorming op zijn hoogtepunt. In het Stefanien (de jongste etage) liep hij af en ontstonden er door de 'ontspanning' van de aardkorst meestal kleinere, door breuken begrensde, inzinkingen, o.a. rond en in het

Massif Central (Alès, Decazeville, Lodève, e.a.). Ook Graissessac hoort hierbij. De nieuwontstane bergen stonden bloot aan hevige erosie, waarbij de stenen, het zand en de klei door bergstromen en rivieren naar beneden werden getransporteerd. In de dalen ontstonden grote moerassen met een weelderige plantengroei. De veenlagen zijn in de loop van 300 miljoen jaar omgezet in kolenlagen en boven die kolenlagen zitten afzettingen met plantenfossielen. Het steenkoolbekken van Graissessac is een langgerekte syncline (een neerwaarts gerichte plooi in de gesteentelagen) met een lengte van 22 km en een



Afbeelding 4.  
*Sigillaria brardii*.  
Hoogte van  
de foto 5 cm.

breedte van gemiddeld 3 km [Afb. 2]. Het bekken heeft een oost-westrichting en duikt aan de oostkant onder het Permische bekken van Lodève.

Aan de zuidkant wordt het bekken begrensd door breuken. De steenkolen werden al sinds de 18<sup>e</sup> eeuw gewonnen en in 1918 werd de grootste productiviteit bereikt. De kolenwinning in Graissessac vond plaats in dagbouw, d.w.z. dat men de deklagen verwijderde en dit materiaal elders op een berghelling stortte. Rond 2000 is de laatste groeve gesloten [Afb. 1].

#### De flora

De afzettingen van Graissessac zijn zeker rijk aan fossielen te noemen. Daarbij valt op te merken dat bepaalde groepen zeer dominant zijn zoals te zien in het staafdiagram van afbeelding 3. Het totaal aantal soorten dat wij gevonden hebben, bedraagt 40 en dat is een gemiddeld aantal vergeleken bij andere vindplaatsen. Vele soorten daarvan komen echter betrekkelijk zelden voor en van sommige hebben we maar één exemplaar gevonden.

Omdat mijn vrouw en ik maar op enkele plekken verzameld hebben, zal het onderstaande waarschijnlijk geen

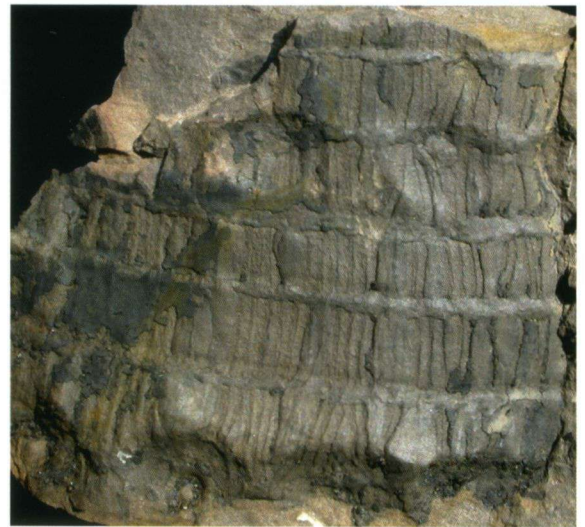
Afbeelding 5.  
*Syringodendron*: stam  
 van *Sigillaria* waarvan  
 de buitenste laag  
 verdwenen is.  
 Découverte de  
 l'Hérault. Breedte  
 van de foto 5 cm.



Afbeelding 6.  
*Calamites cistii* met  
 zijtak. De geledingen  
 zijn langer dan breed.  
 Hoogte van de foto  
 21 cm.



Afbeelding 7.  
*Calamites suckowii*.  
 De geledingen zijn  
 breder dan lang.  
 Hoogte van  
 de foto 11 cm.



Afbeelding 8.  
*Calamites goeppertii*. Op sommige knopen zit een  
 ring van bladlittekens. Breedte van de foto 9 cm.

representatief beeld geven van het hele bekken.  
 Dierlijke fossielen komen voor, maar zijn erg zeldzaam.

Er is erg weinig literatuur te vinden over de flora van Graissessac. Wel worden er de laatste tijd vrij veel studies gedaan vanuit de universiteit van Montpellier over onderwerpen die met tafonomie (de wijze waarop fossielen ontstaan zijn en hoe ze in het sediment bewaard zijn gebleven) te maken hebben.

Het fotograferen van de fossielen van Graissessac is niet eenvoudig omdat ze meestal niet duidelijk afgetekend zijn tegen het gesteente. In de tijd van de dia's gebruikten we een bron van gepolariseerd licht om het fossiel beter op de foto te krijgen. Dankzij de digitale contrastverbeteringstechnieken is het nu veel eenvoudiger geworden om goede foto's te verkrijgen. Bedenk echter wel dat de foto's in veel gevallen mooier/duidelijker zijn dan de werkelijkheid.

### De wolfsklauwen

Van de wolfsklauwboom *Lepidodendron* hebben wij geen fossielen gevonden die de moeite van het vermelden waard zijn. De wolfsklauwbomen waren trouwens duidelijk op hun retour in het Stefanien.

### *Sigillaria*

Van *Sigillaria* hebben we wat meer gevonden, vooral aan de linkerkant van de beek bij de Découverte de l'Hérault, de groeve die het laatst gesloten is. Het schijnt dat de *Sigillaria*-fossielen voornamelijk direct boven de kolenlagen gevonden worden.

*Sigillaria brardii* is de meest voorkomende soort. De bladlittekens van jongere stammen vormen een ruitvormig patroon en de voor vele *Sigillaria*'s kenmerkende lijsten op de stammen ontbreken (Afb. 4). Bij oudere stammen liggen de bladlittekens ver uit elkaar. Als de buitenbast verdwenen is, blijft een stam over met verticale lijsten, waartussen paren van littekentjes zitten (als hazensporen), die afkomstig zijn van luchtkanalen in de stammen. Deze conserveringsvorm heet *Syringodendron* (Afb. 5). Verder hebben wij geen bebladerde takken of sporenaren van wolfsklauwen gevonden.



Afbeelding 9.  
*Calamites undulatus*.  
Met gegolfde  
ribben. De golven  
zijn misschien  
een fossilisatie-  
verschijnsel. Hoogte  
van de foto 5 cm.

### De paardenstaartachtigen

Deze groep is veel beter vertegenwoordigd. Van de bomen komen stammen, bebladering en sporenaren vrij algemeen voor. Het kruidachtige geslacht *Sphenophyllum* is met slechts één soort vertegenwoordigd, maar dan wel in grote aantallen.

#### *Calamites*

De bekende gelede 'stammetjes' met lengtestrepen zijn in werkelijkheid geen stammen maar opvullingen van de centrale holte van de stammen. Hout en bast zijn geheel verdwenen maar de opvulling van de centrale holte is versteend. De lengtestrepen zijn de afdrucken van bundels xyleem (houtvaten), de dwarslijnen zijn de restanten van de diafragma's, zoals bij bamboe. Soms wordt echter van een stam een afdruk van de echte buitenkant gevonden. Een aantal soorten kan onderscheiden worden.

*Calamites cistii* [Afb. 6]: de geledingen zijn langer dan breed. Op de knopen zitten maar zelden littekens van zijtakken. Een veel voorkomende soort.

*Calamites suckowii* [Afb. 7]: de geledingen zijn breder dan lang. Ook bij deze soort zitten er bijna nooit littekens van zijtakken op de knopen. Tamelijk algemeen.

*Calamites goeppertii* [Afb. 8]: de littekens van de zijtakken vormen een volledige ring op sommige knopen. De knopen zitten op ongeveer even grote afstand van elkaar.

*Calamites undulatus* [Afb. 9]: de lengteribbels zijn gegolfd. Men denkt dat deze golving een secundair verschijnsel is, d.w.z. dat ze bij het fossiliseren zijn ontstaan. De geledingen zijn niet even lang: de kortste



Afbeelding 10.  
*Annularia stellata*.  
Blaadjes van  
een paardenstaart-  
boom. Hoogte van  
de foto 12 cm.

zitten bovenaan, de langste onderaan. De littekens van zijtakken vormen geen complete ring, maar zitten vrij willekeurig verdeeld.



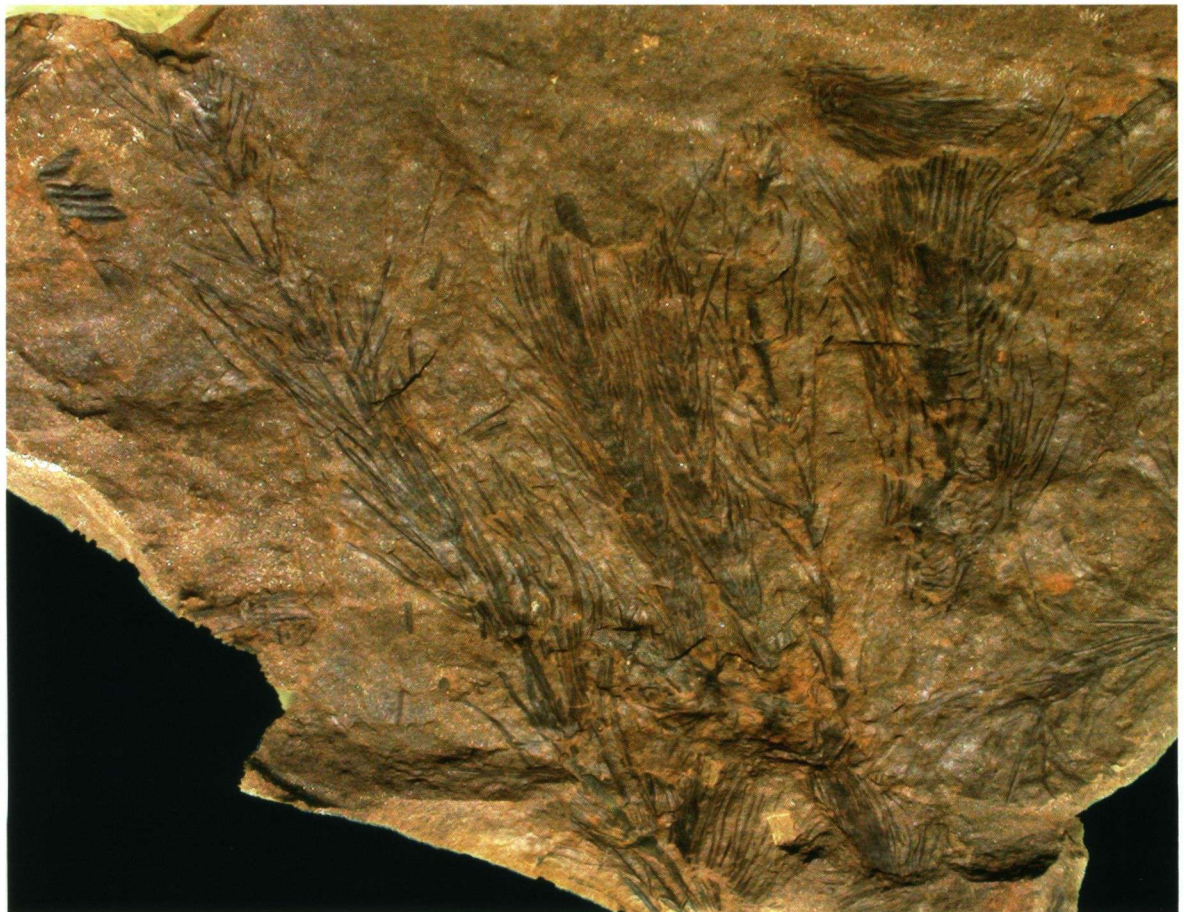


Afbeelding 11.  
*Annularia sphenophylloides*. Blaadjes van een paardenstaart-  
 boom. Hoogte van de foto 5 cm.



Ab. 12.  
*Asterophyllites equisetiformis*. Blaadjes van een paardenstaart-  
 boom. Hoogte van de foto 11 cm.

Afbeelding 13.  
*Asterophyllites longifolius*. Blaadjes van  
 een paardenstaart-  
 boom. Breedte van  
 de foto 20 cm.





Afbeelding 14.

*Macrostachya infundibuliformis*. Sporenaar van een paardenstaartboom. Hoogte van de foto 9 cm.

De door ons niet gevonden soort *A. mucronata* heeft anisophyle bladkransen en wat langere blaadjes (0,5 - 1,8 cm).

#### *Asterophyllites*

In Graissessac hebben we twee soorten van dit geslacht gevonden. Ze zijn niet altijd gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. Vooral bij jonge twijgen is dit moeilijk. De boeken (Cleal & Thomas, Remy & Remy, Doubinger et al., Langiaux) zijn het lang niet altijd met elkaar eens.

#### *Asterophyllites equisetiformis* (Afb 12)

Ongeveer 10 tot 20 blaadjes per krans. Blaadjes smal, maar een middennerf is duidelijk te zien. Lengte van de blaadjes tussen 10 en 25 mm, iets langer dan een geleding. Bij jonge takjes klopt dit laatste kenmerk niet en kunnen ze veel langer zijn dan een geleding. De blaadjes maken een stijve indruk en staan in typische vorm iets omhoog gebogen.

#### *Asterophyllites longifolius* (Afb. 13)

Meer dan 25 blaadjes per krans. Blaadjes zeer smal, 4 tot 7 cm lang, veel langer dan een geleding. De blaadjes staan meestal sterk omhoog gericht, b.v. onder een hoek van 45 graden met de as, of kleiner. Ze maken een wat slappere indruk en zijn nogal eens vervormd. Deze soort is in feite vrijwel zeker een verzameling van diverse soorten, die niet goed van elkaar te scheiden zijn.

### Sporenaren van paardenstaartbomen

Deze zijn vrij gemakkelijk te herkennen aan de compactheid en de geleding. De schubvormige blaadjes van de aren staan, net als andere blaadjes van paardenstaarten, in kransen. De afstanden tussen de knopen zijn evenwel veel korter dan op normale takjes met bladeren.

De meest opvallende soort sporenaar is *Macrostachya infundibuliformis* (Afb. 14). Deze is veel groter en dikker dan de andere aren. De lengte kan oplopen tot 20 cm en de breedte van de aar is meestal ongeveer 2 cm. In veel gevallen is het onderste gedeelte van aar gekromd (Afb. 15).

#### *Calamostachys*

Met enige moeite is het mogelijk een paar soorten te onderscheiden.

*Calamostachys tuberculata* (Afb. 16) heeft uitstaande, omhooggebogen schubjes, die meestal niet verder reiken dan tot de volgende knoop. De aren zijn in het algemeen tussen de 6 en 12 cm lang en de afstand van twee knopen is meestal 5 mm of langer. Deze aar hoort bij *Annularia stellata*.

*Calamostachys germanica* (Afb. 17) heeft wijd uitstaande schubjes die tweemaal zo lang zijn als de afstand tussen twee knopen.

*Calamostachys striata* (Afb. 18) is een lang en smal aartje, waarvan de blaadjes aangedrukt staan. De afstand van twee knopen is klein en de blaadjes zijn ongeveer drie maal zo lang als deze knopenafstand.

#### *Sphenophyllum*

Dit is een kruidachtige plant. De blaadjes staan, zoals bij alle paardenstaarten, in kransen, maar kenmerkend is de driehoekige vorm van deze blaadjes. Ze zijn aan het eind het breedst. Op dit grondpatroon zijn allerlei variaties, afhankelijk van de soort, maar ook aan eenzelfde plant kunnen blaadjes van verschillende vorm

### De bebladering van paardenstaartbomen

Er komen twee groepen paardenstaartblaadjes voor: *Annularia* en *Asterophyllites*. Ze hebben gemeen dat de blaadjes in kransen op de knopen in de stengel zitten, wat een kenmerk is van alle paardenstaarten. Het verschil tussen de twee geslachten is wat moeilijker te omschrijven. Bij *Annularia* liggen de bladkransen in het algemeen in hetzelfde vlak als de assen. De blaadjes van één krans vormen een cirkel of een ellips. Verder zijn de blaadjes smal aan de basis, breder in het midden en afgerond aan de top (Afb. 10 en 11). Bij *Asterophyllites* zijn de blaadjes meestal omhoog gericht en kijk je tegen de zijkant van de bladkrans aan (afb. 12). Ze liggen dus niet uitgespreid in een cirkel of een ellips. Verder zijn de blaadjes zeer smal en verhoudingsgewijs langer dan *Annularia*-blaadjes.

#### *Annularia*

Wij hebben twee soorten kunnen vaststellen. Deze zijn gemakkelijk uit elkaar te houden. Misschien dat nog een derde soort gevonden kan worden, nl. *Annularia mucronata*.

#### *Annularia stellata* (Afb. 10)

Dit is de grote soort. De blaadjes kunnen tot 7 cm lang worden, maar zijn meestal ongeveer 2 - 3 cm. De grootste breedte van het blad ligt in het midden. De blaadjes zijn wat toegespitst. Verder zijn de kransen anisophyl, d.w.z. dat de blaadjes niet even lang zijn. De kransen hebben een elliptische vorm.

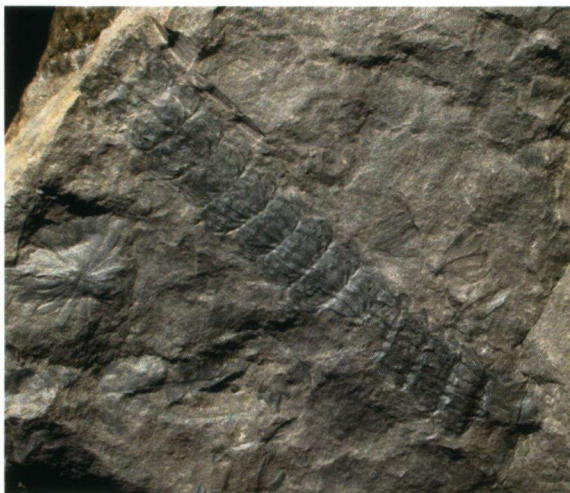
#### *Annularia sphenophylloides* (Afb. 11)

De blaadjes van deze soort zijn klein (tot 1 cm) en spatelvormig. Dit betekent dat de grootste breedte van het blad boven het midden ligt. Bij goede conservering is aan het uiteinde nog een klein stekelpuntje te zien. Verder zijn de blaadjes van een krans ongeveer even lang en heeft een bladkrans dus een cirkelvorm.

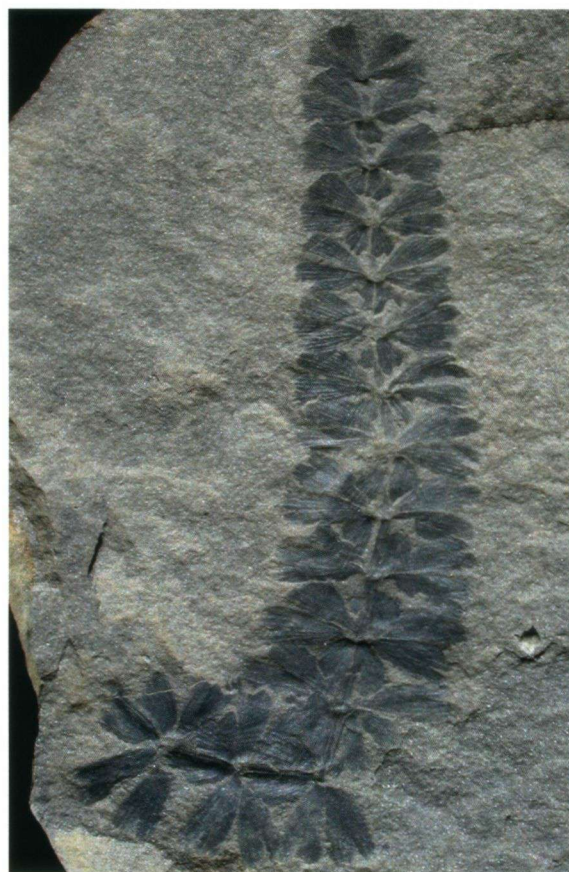
Afbeelding 15.  
*Macrostachya  
infundibuliformis*.  
Gekromde basis  
van de sporenaar.  
Breedte van de foto  
4,5 cm.



Afbeelding 16.  
*Calamostachys  
tuberculata*.  
Sporenaar van  
een paardenstaart-  
boom. Breedte  
van de foto 8 cm.



Afbeelding 18.  
*Calamostachys striata*. Sporenaar van een paardenstaart-  
boom. Hoogte van de foto 7,5 cm.



Afbeelding 17.  
*Calamostachys  
germanica*.  
Sporenaar van  
een paardenstaart-  
boom. Hoogte van  
de foto 5,5 cm.



Afbeelding 19.  
*Sphenophyllum oblongifolium*. Breedte van de foto 8 cm.



voorkomen. Zo zijn de blaadjes van de kranen aan een hoofdstengel vaak sterk gesplitst. Verder zijn de driehoekige blaadjes ook meestal in meer of mindere mate ingesneden of getand. In Graissessac hebben we maar één soort aangetroffen, maar dan wel in grote aantallen.

#### *Sphenophyllum oblongifolium* (Afb. 19)

De bladkranen van deze soort bestaan in verreweg de meeste gevallen uit zes blaadjes die ongelijk van grootte zijn en die altijd op zeer karakteristieke wijze geplaatst zijn: ongeveer als een vlinderdasje. Ze zijn altijd zo gaaf en ongevouwen bewaard gebleven dat de kranen waarschijnlijk scheef aan de assen hebben gezeten (om veel licht op te kunnen vangen). De bladkranen aan de dikkere assen daarentegen zijn vaak omgevouwen bij het neerkomen op de grond.

Waarschijnlijk stonden die blaadjes wel loodrecht op de stengels. Deze blaadjes hebben ook een andere vorm. Vaak zijn ze lang en smal, bijna naaldvormig. Sommige van die dunne blaadjes hebben zelfs een haakje aan het eind. De plant had ook zeer lange assen. Men denkt dat deze plant niet een echte klimplant was maar dat hij over andere planten of planten van zijn eigen soort heen hing (zoals b.v. kleefkruid en bramen).

Van deze soort hebben wij ook sporenaartjes gevonden (Afb. 20). Ze zitten weliswaar niet vast aan de takjes, maar ze liggen er wel tussen. De naam van dergelijke aartjes is *Sphenophyllostachys*.

Deel 2 zal geplaatst worden in een van de volgende nummers van Grondboor & Hamer (red.).



Afbeelding 20.  
Sporenaartjes  
van *Sphenophyllum  
oblongifolium* met  
enkele takjes.  
Hoogte van  
de foto 10 cm.

# DE STEFANIENFLORA VAN GRAISSESSAC (2)

In het eerste deel (Grondboor & Hamer 2009 - 2) werd de geologie van het steenkolenbekken van Graissessac kort besproken en kwamen de wolfsklauwen en paardenstaarten aan bod. In dit tweede en laatste deel volgen de varens, de zaadvarens, de cordaiten en de zaden. In het artikel 'O, Graissessac!' in Grondboor & Hamer 2006 - 4 werd de vindplaats al besproken.

## (Echte) varens

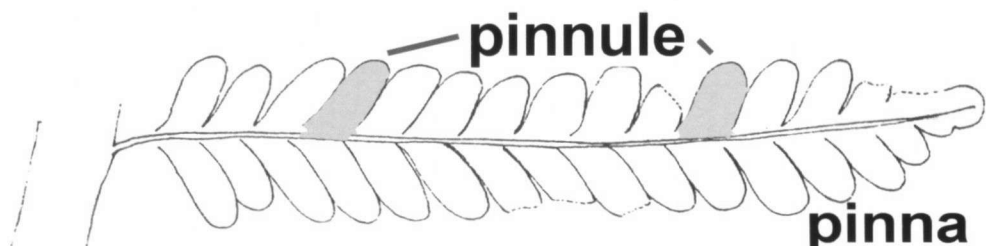
Veel varenachtige fossielen zijn afkomstig van zaadvarens, dus van naaktzadige planten. Maar er zijn ook echte varens en in het Stefanien vormden ze zelfs een belangrijk onderdeel van de flora, met name *Pecopteris*. De meeste *Pecopteris*-bladeren zaten aan grote boomvarens, *Psaronius* genaamd, en zoals in afbeelding 3 is te zien, domineert dit soort bladeren het fossielenbestand.

Terminologie: Een eindveertje van een varenblad wordt pinna genoemd (meervoud: pinna's of ook wel pinnae). Zie afbeelding 21. Een blaadje van zo'n eindveertje heet pinnule (meervoud: pinnulen of ook wel pinnula met meervoud pinnulae).

## *Pecopteris*

Kenmerkend voor *Pecopteris* is dat de pinnulen over de hele breedte van de basis aan de as vast zitten. Verder zijn ze veernervig: een middennerf met zijnerf. Zoals al eerder opgemerkt is, zijn ze vaak moeilijk op soort te determineren. In Graissessac is één soort duidelijk dominant: *Pecopteris polymorpha*.

Afbeelding 21.  
Een eindveertje van een varenachtig blad heet pinna, een blaadje daarvan heet pinnule.



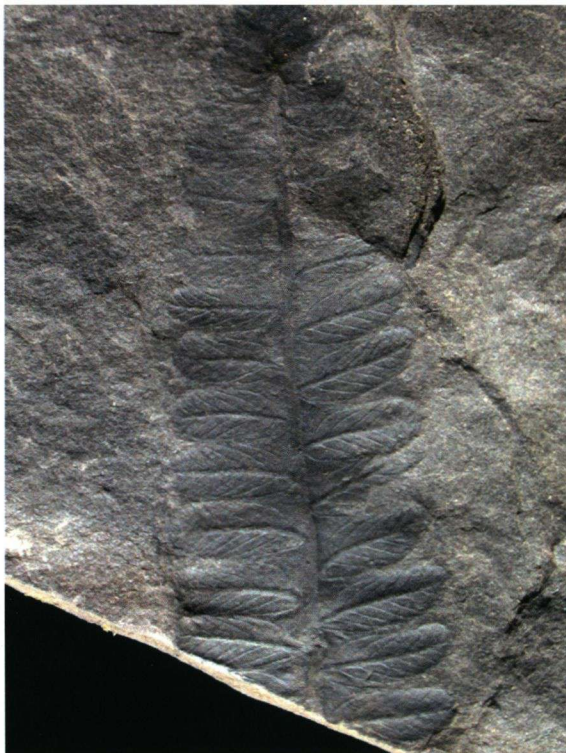


Afbeelding 22.  
*Pecopteris polymorpha*.  
 Een echte varen. Breedte van de foto 5 cm.

*Pecopteris polymorpha* (Afb. 22) heeft relatief grote pinnulen, die parallelrandig zijn en die vaak aan de basis wat samengetrokken zijn. De pinnulen zijn scheef omhoog gericht en staan dicht bij elkaar of tegen elkaar aan. Ze hebben een afgeronde top en zijn vaak wat bol. De middennerf is stevig en ingezonken. De zijnerf zijn dicht bij de middennerf gevorkt en later vaak nog eens. Het overgrote deel van de *Pecopteris*-fossielen hoort tot deze soort. Flinkke bladeren (tot 30 cm) komen voor.

*Pecopteris unita* (Afb. 23). De pinnulen zijn met elkaar vergroeid, waardoor een blad met een gelobde rand ontstaan is. De zijnerf in de pinnulen zijn boogvormig omhoog gebogen.

*Pecopteris parvula* (Afb. 24). Kleine bolle pinnulen met een lengte van 1,5 - 2 mm en een breedte van 0,7 - 1 mm.



Afbeelding 23.  
*Pecopteris unita*. Een echte varen. Hoogte van de foto 4 cm.



Afbeelding 24.  
*Pecopteris parvula*.  
 Een echte varen. Hoogte van de foto 5,4 cm.

*Pecopteris arborescens* (Afb. 25). Pinnulen klein (4 - 6 bij 1,5 mm), parallelrandig, dicht tegen elkaar aan, loodrecht op de as. Middennerf verdiept, duidelijk. Zijnerven losjes, zelden gevorkt, loodrecht op de middennerf.

*Pecopteris candolleana* (Afb. 26). Pinnulen opvallend smal, kunnen lang worden (10 mm), Los van elkaar, iets aflopend. Zijnerven eenmaal gevorkt, losjes.

*Pecopteris miltonii* (Afb. 27). Pinnulen 2 - 8 mm en 2 - 4 mm breed. Ronde top. Bijna loodrecht op de as. Middennerf bijna tot in de top: daar splitst hij zich. Bovenkant van het blad met haren bezet, waardoor de nerven onduidelijk zijn

Afbeelding 25.  
*Pecopteris arborescens*.  
Een echte varen.  
Breedte van de  
foto 10 cm.



Afbeelding 26.  
*Pecopteris candolleana*.  
Een echte varen.  
Hoogte van de  
foto 6 cm.



Afbeelding 27.  
*Pecopteris miltonii*. Een echte varen. Viltig behaarde pinnulen. Hoogte van de foto 4 cm.

## Renaultia en Sphenopteris

De naam *Sphenopteris* wordt gebruikt voor varenachtige bladeren met gelobde of diep-ingesneden pinnulen. Er zijn zowel echte varens als zaadvarens bij. Dat komt omdat dit geslacht een vormgenus is. Daarin worden soorten waarvan men de ware aard nog niet kent, voorlopig ondergebracht. Ook de soorten van het genus *Renaultia* werden vroeger tot *Sphenopteris* gerekend, maar nadat men de sporangia had ontdekt, wist men dat het om een echte varen ging en kreeg de groep zijn eigen naam.

*Renaultia chaerophylloides* (Afb. 28) is de meest voorkomende soort. De pinnulen zijn klein, plat en diep ingesneden. De lobben van de pinnulen zijn hoekig.

*Sphenopteris decorsii* (Afb. 29). Van deze plant is niet bekend of het een varen of een zaadvaren is. De pinnulen lijken op die van de vorige soort maar de plant is wat robuster.

We hebben nog diverse andere stukken gevonden, die duidelijk tot het genus *Sphenopteris* horen, maar deze zijn niet verder op naam te brengen.



Afbeelding 28.  
*Renaultia chaerophylloides*. Een echte varen.  
Breedte van de foto 5 cm.



Afbeelding 30.  
*Odontopteris minor*. Een zaadvaren.  
Breedte van de foto 10 cm.

## Zaadvarens

Zaadvarens zijn ook goed vertegenwoordigd in het bekken van Graissessac. De meest voorkomende soort is *Odontopteris minor*, dan komt *Dicksonites pluckenettii* en vervolgens *Callipteridium pteridium*.

### *Odontopteris*

Kenmerkend voor dit genus is de nervatuur van de pinnulen: er is geen of een zeer onduidelijke middennerf; de nerven zijn min of meer gelijkwaardig en waaieren uit vanaf de aanhechting aan de as (Afb. 34). Vanaf de as gaan verschillende, zich vertakkende, nerven de pinnulen in.

### *Odontopteris minor* (Afb. 30)

Deze soort komt alleen in het Stefanien voor en is zeer algemeen in Graissessac. De pinnulen zijn klein: ongeveer 1 cm lang en 2,5 tot 3 mm breed. Ze zijn enigszins driehoekig en meestal toegespitst. Ze staan tegen elkaar aan de basis maar wijken daarna meestal snel uiteen door hun toegespitste vorm. In afbeelding 31 is een reconstructie van een compleet blad van deze soort weergegeven. Het prachtige fossiel van afbeelding 32, dat Kees van Oorde gevonden en uitgeprepareerd heeft, komt goed overeen met deze reconstructie.



Afbeelding 29.  
*Sphenopteris decorsii*.  
Varen of zaadvaren.  
Breedte van de  
foto 4,5 cm.



Afbeelding 31.  
Reconstructie van  
een compleet blad  
van *Odontopteris minor*.  
Naar Krings et al.  
(2006).



Afbeelding 32.  
*Odontopteris minor*.  
 Groot deel van een  
 heel blad. Vergelijk  
 met de reconstructie!  
 Lengte van het blad  
 30 cm. Coll. Kees van  
 Oorde.



Afbeelding 33.  
*Odontopteris brardii*.  
 Dikke as met veren.  
 Breedte van de foto  
 10 cm.



*Odontopteris brardii* (Afb. 33 en 34)  
 Deze soort is veel minder algemeen in Graissessac en hij is te onderscheiden van de vorige door de grotere pinnulen (tot 2,5 cm lang en 8 mm breed), die dicht opeen staan en zwak S-vormig gebogen zijn. Ze hebben een afgeronde of spitse top. De nerven liggen wat dichterbij elkaar dan bij de vorige soort.

*Odontopteris schlotheimii* (Afb. 35)  
 Kleine, rondachtige pinnulen die breed aan de as vast zitten.

### *Cyclopteris*

Zoals in de reconstructie van afbeelding 31 is te zien, zaten aan de hoofdas van het blad van *O. minor* blaadjes met een afwijkende vorm. Deze blaadjes worden vrij vaak los gevonden (Afb. 36). Ze zijn min of meer driehoekig zijn en hebben een (soms diep) ingesneden rand. Ze kunnen het best aangeduid worden als *Cyclopteris* sp. hoewel deze naam niet in overeenstemming is met hun vorm. Ronde vormen van *Cyclopteris* komen ook wel voor (Afb. 37). Deze kunnen van een andere groep afkomstig zijn.

### *Dicksonites*

*Dicksonites pluckenettii* (Afb. 38 en 39)  
 Deze soort komt veel voor. De pinnulen zijn langgerekt driehoekig tot trapeziumvormig en zitten over de hele

Afbeelding 34.  
*Odontopteris brardii*. Blaadjes met zichtbare nerven.  
 Breedte van de foto 4 cm.



Afbeelding 35.  
*Odontopteris schlotheimii*. Breedte van de foto 5 cm.

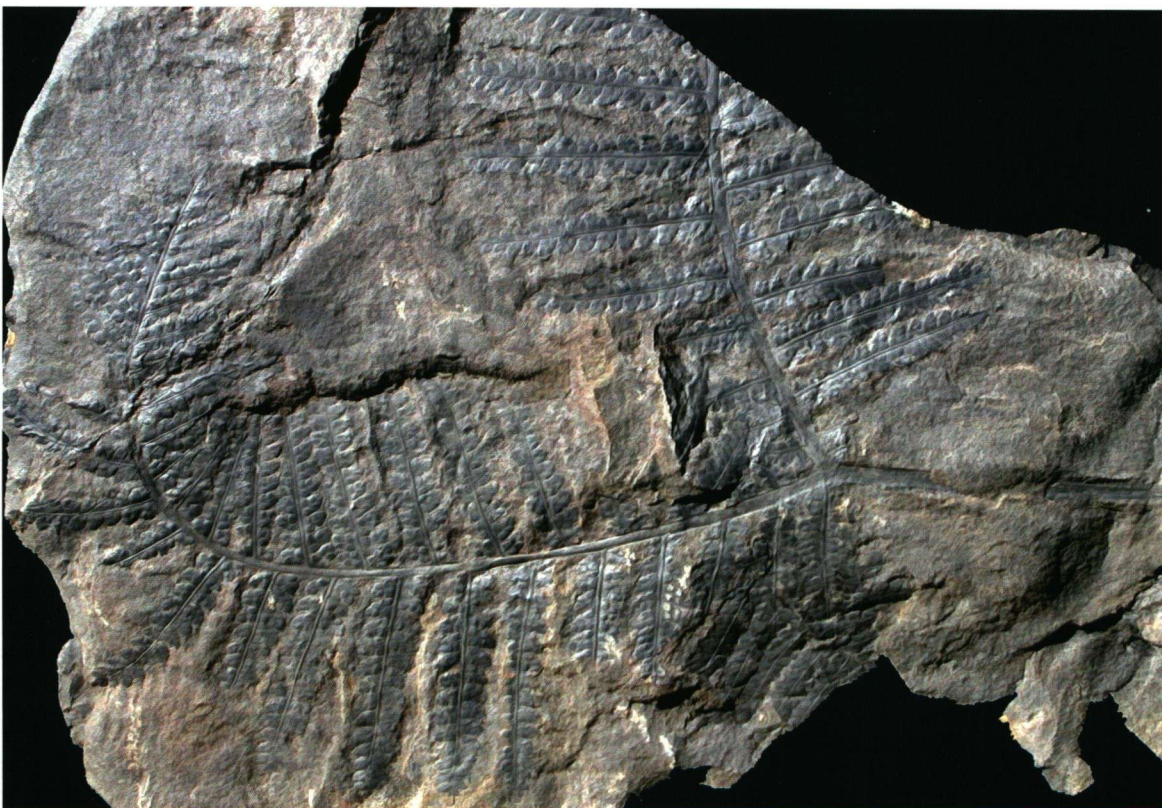


Afbeelding 37.  
*Cyclopteris*. Breedte  
van de foto 3,5 cm.



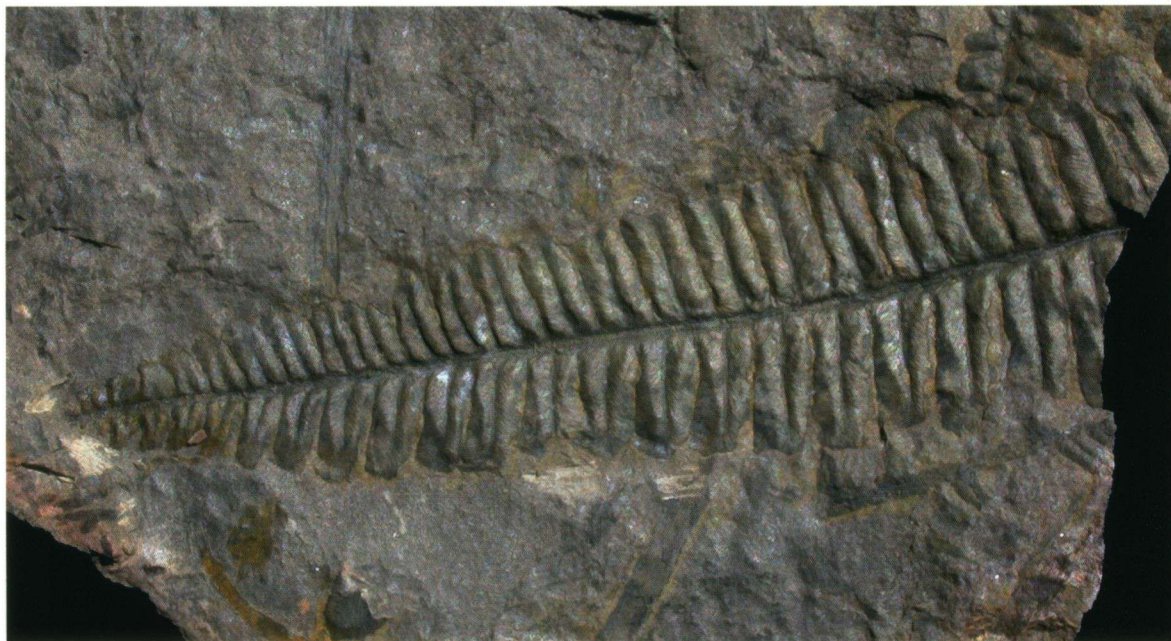
Afbeelding 36.  
*Cyclopteris* van *Odontopteris minor*. Zie ook Afbeelding 31.  
Hoogte van de foto 6 cm.

Afbeelding 38.  
*Dicksonites pluckenetii*. Breedte van de foto 5 cm.



Afbeelding 39.  
*Dicksonites pluckenetii*.  
Deel van een blad  
met rechts een ver-  
takking. Breedte van  
de foto 30 cm.

Afbeelding 40.  
*Callipteridium pteridium*. Breedte van de foto 10 cm.



Afbeelding 41.  
*Pseudomariopteris busquetii*. Breedte van de foto 5 cm.



Afbeelding 42.  
*Cordaites* sp. Breedte van de foto 20 cm.





Afbeelding 43.  
*Poacordaites palmaeformis*. Meerdere (smalle) bladeren.  
Hoogte van de foto 16 cm.

breedte aan de as vast (net als bij *Pecopteris* dus). De top van een pinnule is rond en de bladrand is gelobd. De pinnulen zijn bijna altijd enigszins bol. Aan de pinnulen kunnen zaadjes vastzitten, maar wij hebben ze helaas niet gevonden.

Complete bladeren zijn tweemaal gevorkt. In afbeelding 39 is zo'n vork te zien.

#### *Callipteridium*

*Callipteridium pteridium* [Afb. 40]

Ook dit is een vrij algemeen voorkomende soort. Hij lijkt op een *Pecopteris*, omdat de pinnulen over de hele breedte aan de as vastzitten. De pinnulen hebben een duidelijke, ingezonken middennerf, ze maken een wat onregelmatige indruk en ze zijn opvallend bol.

#### *Pseudomariopteris*

*Pseudomariopteris busquetii* [Afb. 41]

De onderste pinnulen van een pinna hebben net als bij *Mariopteris* een afwijkende vorm: ze hebben een extra grote lob aan de onderzijde. De overige blaadjes zijn driehoekig en min of meer onregelmatig gelobd. In de top van de pinna zitten ze over de hele breedte aan de as vast, lager zijn ze aan de basis ingesnoerd. De middennerf is opvallend.

### Cordaiten

#### *Cordaites*

*Cordaites* [Afb. 42] is een geslacht van naaktzadige bomen en struiken met lange, lintvormige bladeren, die

wel tot 70 cm lang en 15 cm breed kunnen worden. Er worden wel soorten onderscheiden, maar het is de vraag of dat zinvol is. Daarom kunnen de meeste bladeren het best met *Cordaites* sp. worden aangeduid. De smalle bladeren als in afbeelding 43 kunnen tot de soort *Poacordaites palmaeformis* worden gerekend. Van de cordaiten worden ook zaadjes gevonden. Zie daarvoor onder zaden.

### Zaden

Zaden zijn niet dikgezaaid in Graissessac, hoewel we er op sommige plaatsen wel concentraties van vonden. Ze zijn in het algemeen niet goed genoeg bewaard gebleven om ze op soort te kunnen determineren en daarom ga ik hier niet verder dan tot op genus-niveau.

Er waren twee groepen zaadproducerende planten: de zaadvarens en de cordaiten. De meeste zaden zijn afkomstig van de eerste groep.

*Codonospermum* sp. [Afb. 44]

In de vallei hebben we veel cirkelvormige zaden met een diameter van rond 1 cm gevonden. Een aantal daarvan hebben 8 ribben vanuit het middelpunt. Dat is het zaad *Codonospermum*, dat een heel interessante opbouw had. Aan de bovenkant zat een drijflichaam (met de 8 ribben), terwijl het zaad er onder aan hing (zie tekening). De verspreiding van het zaad ging dus via water. Ook ronde zaden zonder ribben behoren waarschijnlijk tot dit geslacht. De ribben kunnen afgesleten zijn of misschien liggen de zaden ondersteboven.

Afbeelding 44.  
*Codonospermum* sp.  
 Zaad met drijf-  
 lichaam. Zie inzet  
 (naar Wittry, 2006).  
 Hoogte van de foto  
 2,5 cm.



*Holcospermum* sp. (Afb. 45)

Dat zijn langwerpige tot rondachtig ovale zaden met 8 tot 12 ribben aan één kant. De afmetingen variëren van middelmatig tot groot. We hebben er enkele gevonden.

*Trigonocarpus* sp. (Afb. 46)

Dit is een zaad met rondom drie (of soms 6) ribben. Bij de platgedrukte exemplaren uit de kolenlagen zijn meestal maar 1 of 2 ribben te zien. De zaden worden toegeschreven aan *Alethopteris* en *Neuropteris*. We hebben er slechts enkele van gevonden. Dat klopt met het feit dat we van beide groepen geen (overtuigende) bladfossielen hebben gevonden, terwijl ze wel kunnen voorkomen. De zaden hebben oorspronkelijk nog een zachtere omhulling gehad, maar die is altijd verdwenen

*Carpolithus* sp.

Dit is een vergaarbak van rondachtige zaden zonder duidelijke kenmerken. Het oppervlak is meestal glad maar het kan ook wel onregelmatig geplooid zijn.

*Samaropsis* sp. (Afb. 47)

Dat zijn gevleugelde kleine zaadjes, die vooral van *Cordaites* maar ook van zaadvarens afkomstig zijn. Ze zijn 3 - 8 mm groot en hebben een helemaal rondlopende vleugel, die aan de top gedeeld is. Het zaadje en de vleugel zouden licht parallel gestreept zijn.

*Cordaicarpus* sp. Kleine zaadjes met een smal randje of vleugeltje. Waarschijnlijk van *Cordaites*.

We hebben nog veel meer zaadjes, maar die zijn niet determineerbaar.

### Tenslotte

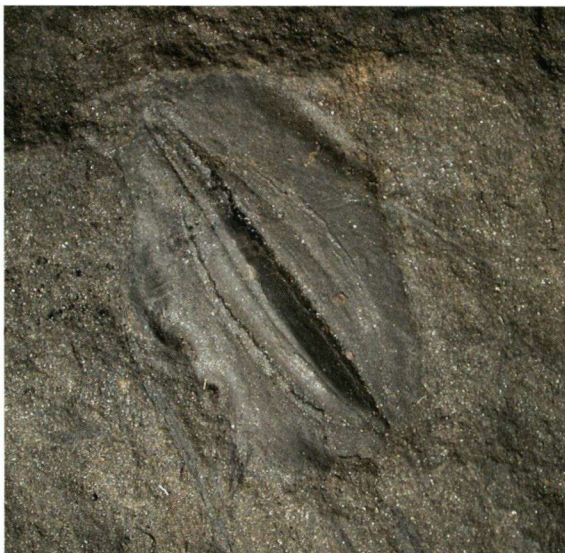
Het overzicht is zeker niet compleet. Onze verzameling bevat nog vele stukken, die wel eens iets anders zouden kunnen zijn, maar die te onduidelijk zijn om op naam te brengen.

Al met al is het mogelijk om in Graissessac een beeld te krijgen van belangrijke planten in de Stefanienflora: *Pecopteris*, *Odontopteris*, *Dicksonites*, *Pecopteridium*, *Sigillaria brardii* en *Sphenophyllum oblongifolium*, om er een paar te noemen.

De wolfsklauwbomen zijn sterk op hun retour, de boomvaren *Psaronius*, met zijn *Pecopteris*bladen beleeft een periode van grote bloei, de zaadvarens *Neuropteris* en *Alethopteris* worden minder talrijk, maar worden vervangen door andere zaadvarens als *Odontopteris*. Leuke vindplaats, dat Graissessac. Jammer dat de kolenwinning gestopt is. Maar er is hoop: als de olieprijsen voldoende stijgen, wordt de kolenwinning weer aantrekkelijk!



Afbeelding 45.  
*Holcospermum* sp. Geribbeld zaad. Breedte van de foto 2 cm.



Afbeelding 46.  
*Trigonocarpus* sp. Hoogte van de foto 3 cm.



Afbeelding 47.  
*Samaropsis* sp. Zaad van *Cordaites* of van een zaadvaren. Hoogte van de foto 1,3 cm.

#### LITERATUUR

**Doubinger J., Vetter, Langiaux, J., Galtier, J., & Broutin, J., 1995**

La flore fossile du bassin houiller de Saint-Étienne. Édition du Muséum, Paris.

**Galtier J., 1999**

La flore carbonifère du bassin de Graissessac (Hérault). Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, 30: pp. 299 - 314.

**Gand, G., Galtier, J., Garric, J., Schneider, J., Körner, F. & Demathieu, G., 2001.**

The Graissessac Carboniferous and Lodève Permian basins (Languedoc-France). Field Trip Guidebook, International Meeting, Siena.

**Krings, M., Klavins, S.D., Taylor, T.N., & Taylor, E.L., 2006**

Fronde architecture of *Odontopteris brardii*: new evidence from the Upper Pennsylvanian of Missouri, USA. The Journal of the Torrey Botanical Society, 133-1: pp. 33 - 45.

**Langiaux J., 1984**

Flores et faunes des formations supérieures du Stéphanien de Blanzky-Montceau. Niet-uitgegeven dissertatie.

**Remy W, Remy R, 1977**

Die Floren des Erdaltertums. Glückauf, Essen

**Richter A.E., 1979**

Südfrankreich und seine Fossilien. Kosmos, Stuttgart.

**Steur H., 2006**

O, Graissessac! Grondboor & Hamer, 2006-4: pp. 82 - 85.

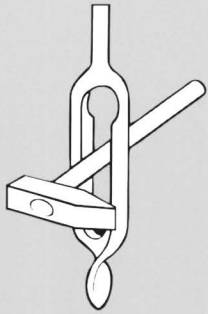
**Wittry J., 2006**

The Mazon Creek fossil flora. Esconi.

#### DANKWOORD

Ik dank Prof. Dr. Hans Kerp van de Forschungsstelle für Paläobotanie van de Wilhelms Universität te Münster heel hartelijk voor het geduldig controleren van mijn determinaties en voor zijn uitgebreide en leerzame commentaar op het ontwerp van dit artikel.

Ik dank Kees van Oorde uit Arnhem voor het beschikbaar stellen van het mooie stuk van afbeelding 32 voor fotografie.



# Grondboor & Hamer

Tweemaandelijks tijdschrift van de Nederlandse Geologische Vereniging  
Jaargang 55 (2001) nummer 3

## Inhoud van dit nummer:

- 1 Hans Steur: De Perm-flora van Lodève.
  
- 15 Wim en Gambit van der Bruggen: Verzamelbeperkingen leidden tot de vondst van 'nieuwe' silurische agnaten en ander belangrijk materiaal.
  
- 20 Frederik van Veen: Staring en zijn Delftse geologiecolleges in 1863.

## De Perm-flora van Lodève

Hans Steur

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

**Al heel wat keren hebben mijn vrouw en ik de oude dakleingroeve Les Tuilières (afb. 1 en 2) bij Lodève in Zuid-Frankrijk bezocht om Permplanten te verzamelen. Telkens weer vonden we een aantal interessante stukken, zodat ik nu een flink aantal kratten vol heb.**

**Les Tuilières is in paleobotanische kringen een wereldberoemde groeve vanwege de mooie stukken die er in de 18de en de eerste helft van de 19de eeuw zijn gevonden. Nadat de exploitatie gestopt was, is de fossielenopbrengst snel teruggelopen.**

**Maar de rijkdom aan fossielen, zelfs in de 'bloeitijd' van de groeve, is aanmerkelijk minder dan die van boveencarbonische vindplaatsen, zoals het nabijgelegen kolenbekken van Graissessac.**

**Hoe komt dat toch?**

**In dit artikel wordt een tipje van de sluier opgelicht en bovendien worden de soorten beschreven die wij in de loop der jaren in Lodève tegengekomen zijn.**

### Veranderingen op Aarde

In de loop van het Perm dreven vrijwel alle continenten naar elkaar toe om tenslotte één supercontinent te vormen: Pangea. Deze enorme landmassa schoof tijdens het Perm langzaam naar het noorden. Die beweging was al eerder op gang gekomen, maar toen was de ligging van de schollen nog zodanig dat de equatoriale zeestromingen min of meer ongehinderd konden doorgaan via de Tethys, een uitbocht van de oceaan Panthalassa. Toen deze doorgang afgesloten raakte, ontstond er een geheel nieuwe situatie. De zeestromingen gingen toen richting Noordpool en Zuidpool lopen. De Noordpool lag in het Perm in zee en doordat zeestromingen het water in het noorden flink opwarmde, ontstond daar geen ijskap. De Zuidpool lag echter wel boven land (Antarctica) en daar ontstond een ijskap die zich tijdens

het Onder- en Midden-Perm sterk uitbreidde over het zuidelijk half-rond.

Een belangrijke oorzaak van klimaatverandering in het Perm was gelegen in het feit dat de matigende invloed van de zee in grote delen van de wereld werd teruggedrongen. Het supercontinent Pangea had een enorm binnenland en een relatief korte kustlijn. Daardoor kreeg het grootste deel van de wereld te maken met een extreem landklimaat met zeer hete zomers, zeer koude winters en grote droogte.

Tijdens het Laat-Carboon bevond West-Europa zich rond de evenaar en was het klimaat aanvankelijk nog warm en vochtig. In Noordwest-Europa was de veenvorming na het einde van het Westfalien D grotendeels opgehouden, doordat de uitgestrekte kustmoerassen na de Variscische plooiing niet meer bestonden: het vroegere laagland was opgeheven. Alleen in de zogenaamde intramontane bekken, zoals het Saar-Nahe-bekken en een aantal bekken in Centraal- en Zuid-Frankrijk, werden nog flinke veenpakketten gevormd, die later in kool omgezet werden.

Ook in het allervroegste Perm is er op enkele plaatsen in Europa nog kolenvorming in moerasgebieden geweest, onder meer bij Manebach in Thüringen en Autun in Frankrijk. Naar deze laatste stad is het onderste deel van het Perm Autunien genoemd.

Tijdens het laatste deel van het Autunien veranderden de omstandigheden definitief en begon een tijd, waarin het leven voor de planten (en de dieren) hard en gevaarlijk was. De rode kleur van de afzettingen uit die tijd wijst op een heet en droog klimaat.

### Veranderingen in de flora

Tijdens het Westfalien D veranderde de samenstelling van de flora. Het meest opvallend was de dramatische teruggang van de boomvormige wolfsklauwen (*Lepidodendron*, *Sigillaria*, e.a.). Waarschijnlijk had dat te maken met het verdwijnen van de uitgestrekte moerassen. Slechts enkele boomvormige wolfsklauwen die beter aangepast waren aan drogere omstandigheden, bleven tot in het Perm bestaan.



Afb. 1: De oude dakleiangroeve 'Carrière des Tuilières' bij Lodève.



Afb. 2: Het naambord van de groeve.

Perm	Zechstein	Thüringen	
	Rotliegendes	Saxonien	
		Autunien	Lodève Manebach
Boven-Carboon	Stephanien		Graissessac
	Westfalien	D	Piesberg Ibbenbüren Zuid-Limburg, België
		C	
		B	
A			
	Namurien		België



Verder is de toename van de voordien reeds aanwezige boomvarens opvallend. De zeer grootbladige zaadvarenbomen waren op hun retour, terwijl meer kleinbladige, soms liaan-achtige, zaadvarens relatief vaker voorkwamen in het Stephanien.

Een nieuwe groep zaadvarens is die van de peltaspermen waarvan het genus *Autunia* (voorheen *Callipteris*) het bekendste is.

De meest succesvolle groep was die van de coniferen (bijvoorbeeld *Walchia*), die de wouden gingen domineren. Fossielen van deze groep zijn in Permafzettingen het meest frequent aanwezig.

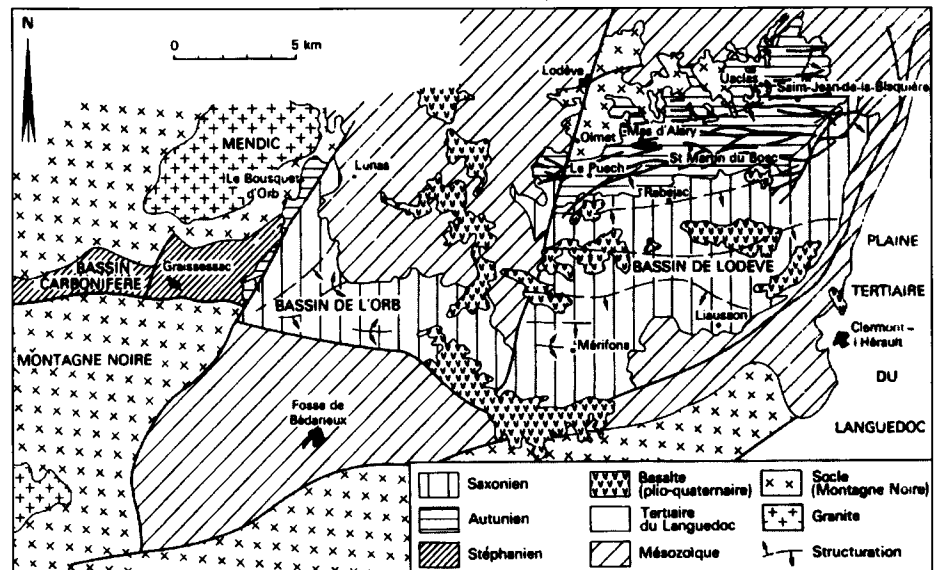
Er worden wel twee groepen fossiele flora's onderscheiden:

- I. flora's die moerasvegetaties representeren.
- II. flora's die vegetaties representeren buiten het eigenlijke sedimentatiebekken.

Bij de tweede groep kan gedacht worden aan plantenresten die via een rivier in een meer of een delta werden afgezet.



Afb. 3: Samenspoeling van planten: grote tak van *Walchia piniformis*, diagonaal daar overheen *Trichopitys heteromorpha*. H = 42cm



Afb. 4: Geologische kaart van het Bassin van Lodève. Naar Saint-Martin et al. (1989).

De bekende flora's van het Boven-Carboon behoren bijna allemaal tot de eerste groep; die van het Perm voornamelijk tot de tweede. De fossilisatiemogelijkheden waren in de eerste groep veel beter dan in de tweede,

zoals de prachtige en rijkelijk aanwezige steenkolenfossielen wel aantonen. Bij de tweede groep legden de plantenresten vaak een lange weg af in het water alvorens ingebed te worden in het sediment. Daardoor zijn ze vaak sterk fragmentarisch.

Het sediment waarin de flora van Lodève voorkomt, is een meerafzetting. Van de via het water getransporteerde plantendelen zijn vooral de wat steviger resten, zoals de coniferen, goed vertegenwoordigd. Varens zijn zeer zeldzaam: deze waren kennelijk niet zo goed tegen het transport bestand. Kleine coniferentakjes kunnen ook tijdens stormen het meer ingewaaid zijn.

De Carboonflora's groeiden in het algemeen in een zeer vochtig milieu. De door coniferen gedomineerde Permflora's vertegenwoordigen een heel ander milieu. Doordat de biotopen en afzettingsomstandigheden zo verschillend waren, is het moeilijk een goed overzicht te krijgen van de ontwikkeling van de plantwereld in het jongste Carboon en het Perm. In het algemeen kan gezegd worden dat het aantal vochtminnende vegetaties in de loop der tijd sterk afnam en dat aan drogere omstandigheden aangepaste vegetaties in de loop van het Perm steeds meer op de voorgrond traden.

## De vindplaats

Richter (1979) beschreef de groeve in zijn boek 'Südfrankreich und seine Fossilien' en zo hebben we de plek gevonden. Neem vanuit Lodève (in oostelijke richting) de D153E richting Soumont en houd daarbij 'La Vierge' aan: het grote beeld op de berg. Bij een splitsing links aanhouden. Na ongeveer 3,5 km vanaf de N9, als je op het hoogste punt bent, zie je aan de rechterkant de groeve. Er liggen grote bergen beige gekleurde plaatjes, die je naar hartelust kunt splijten. Verwacht echter geen snelle successen. De fossielen zijn tamelijk zeldzaam, maar met wat volharding zijn hier toch leuke vondsten te doen. De laatste keer dat we er waren, vonden we rechts van het pad dat langs de groeve loopt, flinke platen, die aardige fossielen opleverden. We hebben ook een keer het geluk gehad dat een deel van de afvalhopen was verplaatst om de aangrenzende wijngaard te vergroten. In de 'verse'

platen die daardoor aan de oppervlakte waren gekomen, sloegen we een goede slag.

De beste vondst deed onze zoon toen we er voor de eerste keer waren en er nog grote platen lagen. Hij vond een stuk van meer dan een halve meter vol met verschillende planten (afb. 3). Het hangt op een ereplaats. Maar nu moet je tevreden zijn met veel kleinere stukken.

Naar schatting maken coniferentakjes zo'n 95 % van het aantal fossielen uit. Varenachtige fossielen zijn zeldzaam en meestal klein. Ook cordaïeten zijn zeldzaam. Verder kom je vrij veel kegels, zaden en schubben van bloeiwijzen tegen.

En een heel enkele keer vind je een voetafdruk van een klein reptiel of amfibie.

Zoals gezegd, is de flora van Lodève beroemd door de prachtige stukken die (vooral) in de 19de eeuw zijn verzameld. Verschillende paleobotanici hebben deze flora bestudeerd, onder wie Brongniart (1828-1836), Zeiller (1898), Doubinger (1956) en Florin (1939-1945).

## De geologie van het bekken van Lodève

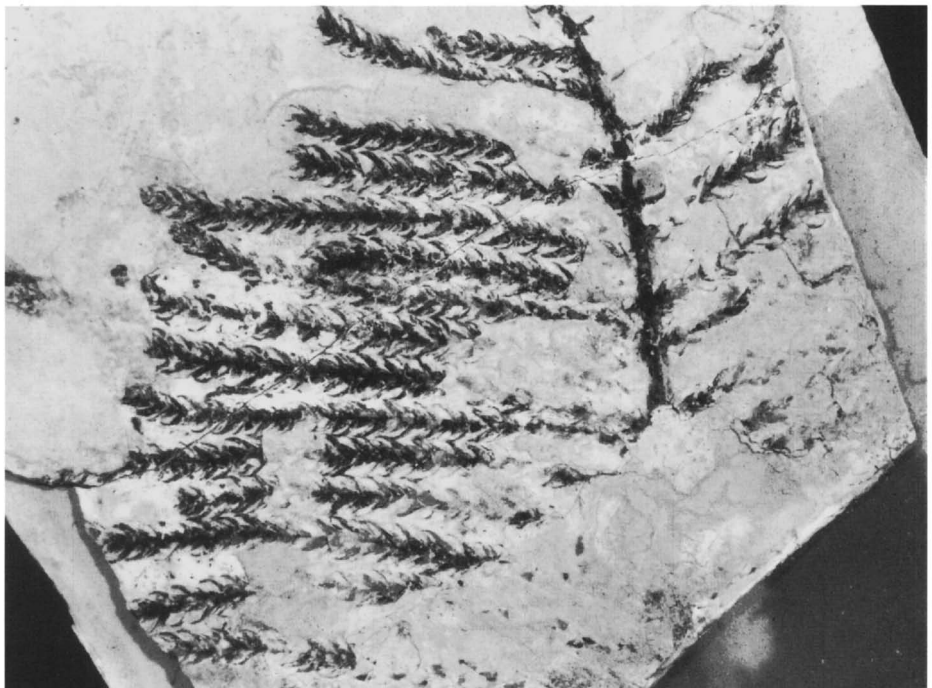
Het gebied dat begrensd wordt door de Montagne Noire, de Causses en de vlakte van de Languedoc wordt wel het Bekken van Lodève genoemd (afb. 4). Het sluit aan op het bekken van Graissessac, waar kolenlagen uit het Stephanien ontsloten zijn en in dagbouw geëxploiteerd worden.

Over de plaatsing van de geologische lagen in het Bekken van Lodève lopen de meningen van de verschillende auteurs uiteen. Maar het 'Autunien gris', waartoe het gesteente van de groeve Les Tuilières behoort, wordt algemeen in het Boven-Autunien geplaatst. De ouderdom komt daarmee op ongeveer 280 miljoen jaar. Het landschap was in die tijd bergachtig en doorsneden met rivierdalen. De plantenresten die aangevoerd werden door de rivieren, werden afgezet in rustig water in meren.

Boven het 'Autunien gris' volgt de afzetting 'Autunien alternant rouge et gris'. De rode kleur, die duidt op een heet, droog klimaat, domineert in deze lagen. In dit gesteente werden de nu gesloten uraniummijnen in Mas d'Alary en Rabejac geëxploiteerd. Er komen mooie pootafdrukken van vele soorten reptielen en amfibieën in voor. Bij het gehucht La Lieude is een met voetsporen bedekte versteende



Afb. 5: De conifeer *Walchia piniformis*. B = 10 cm



Afb. 6: De conifeer *Otovicia hypnoides*. B = 9 cm

moddervlakte door middel van een overkapping tot een indrukwekkend natuurmonument gemaakt. Wij hebben jaren geleden aardige stukken met voetsporen gevonden bij Mas d'Alary, maar de mogelijkheden zijn nu zeer beperkt. Er komen ook plantenresten voor, maar die zijn veel slechter geconserveerd dan die van Lodève.

Boven het 'Autunien gris alternant' zit het 'Autunien rouge' dat, zoals de naam zegt, geheel rood is. Deze afzetting bevat heel weinig fossielen.

## De planten van Lodève

Hieronder volgt een bespreking van de verschillende plantenfossielen die

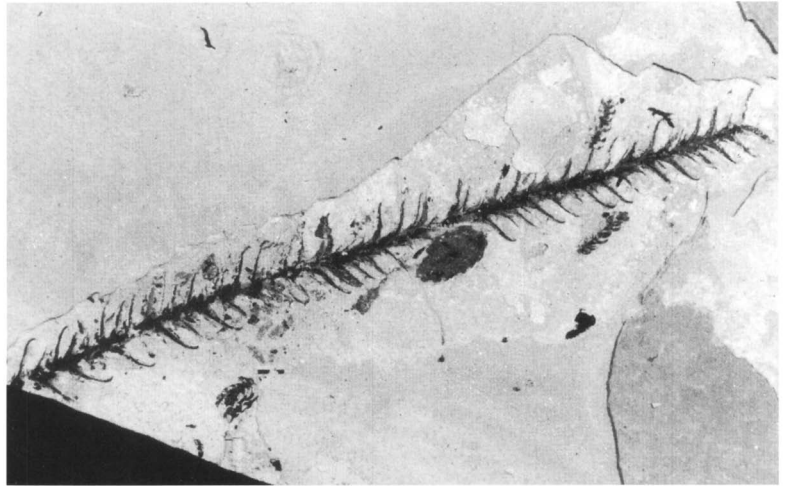
we in de Carrière des Tuilières in de loop der jaren gevonden hebben. Natuurlijk zijn er veel meer planten gevonden. In de afgelopen twee eeuwen zijn vele grote, mooie stukken te voorschijn gekomen die goed op naam konden worden gebracht. Bij de veel kleinere stukken die wij gevonden hebben, is het vaak niet mogelijk met zekerheid op soort te determineren en moet je al tevreden zijn als het genus vastgesteld kan worden.

## De coniferen

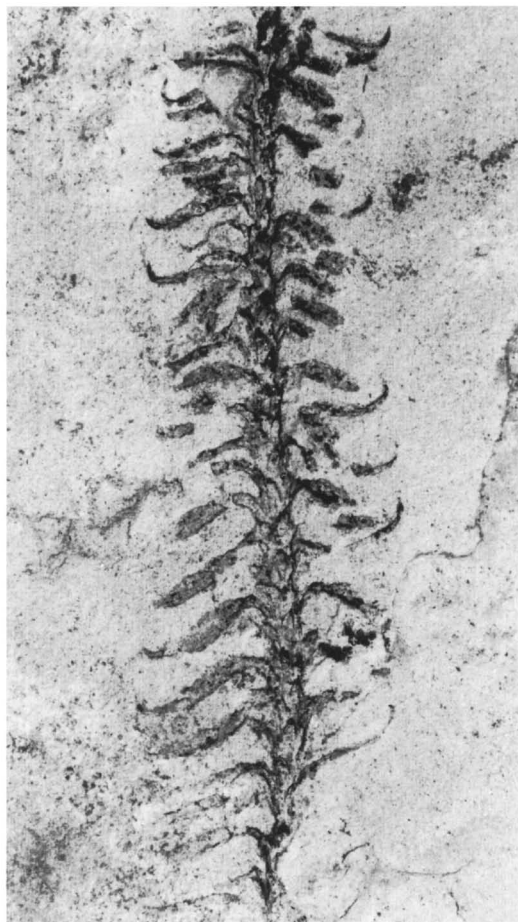
De coniferentwijgjes van het Onder-Perm lijken meestal op takken van de kamerden (*Araucaria heterophylla*),



Afb. 7: De conifeer *Culmitzschia speciosa*. Lange tak: 11,5 cm.



Afb. 8: De conifeer *Culmitzschia goeppertiana*. Lengte tak 10,5 cm.



Afb. 9: De conifeer *Ernestiodendron filiciforme*. Lengte tak 4,5 cm.

maar ze zijn daar niet rechtstreeks mee verwant. Ze hebben stijve, naaldvormige tot langgerekt driehoekige, langs de stengel aflopende blaadjes, die vaak S-vormig gebogen zijn. De assen van de voorlaatste orde zijn min of meer veervormig vertakt: ze hebben aan weerszijden evenwijdig lopende zijtakjes die in één vlak liggen.

Sternberg beschreef in 1825 het genus *Walchia* waartoe hij al dit soort fossielen rekende. Veel soorten hebben inmiddels een andere naam gekregen. Florin heeft tussen 1938 en 1945 een monumentale, achtdelige monografie het licht doen zien waarin deze coniferen zeer uitgebreid behandeld worden. Zo zijn van veel planten ook de cuticula's afgebeeld. Florin gebruikte de naam *Walchia* voor een vormgenus dat de soorten omvatte, waarvan de cuticula en/of de fructificaties onbekend waren. De soorten waarvan de cuticula en soms ook de fructificaties wel bekend waren bracht hij onder in het nieuwe geslacht *Lebachia*.

Later bleek de naam *Lebachia* niet aan de regels te voldoen, waardoor deze weer verdween (Clement-Westerhof, 1984).

Visscher, Kerp en Clement-Westerhof (1986) onderscheiden de volgende genera:

*Walchia* voor de soorten waarvan cuticula en fructificaties goed bekend zijn en die op grond hiervan in een natuurlijk genus ondergebracht kunnen worden.

*Culmitzschia* voor de soorten waarvan wel de cuticula bekend is maar de fructificatie niet.

*Hermitia* voor de soorten waarvan

noch de cuticula noch de fructificatie bekend is.

*Ernestiodendron* met één soort, *E. filiciforme*, waarbij de blaadjes loodrecht op de as staan.

Enkele soorten, die teveel verschilden van *Walchia*, zijn uit dit geslacht gehaald en in nog een ander genus ondergebracht.

Al met al een gecompliceerde situatie. Het onderscheiden van de soorten en genera op grond van de steriele takjes

is daardoor erg moeilijk en soms onmogelijk. In veel gevallen is een juiste determinatie alleen maar mogelijk aan de hand van een cuticula-preparaat. De kreet 'Ik heb een *Walchia* gevonden!' is dan ook zo gek nog niet.

De determinaties van de *Walchia*-achtigen op de foto's zijn een zo goed mogelijke benadering van de verschillende plantentypen.

*Walchia piniformis* (afb. 5)

De takjes van de laatste orde hebben zwak concave tot S-vormige blaadjes, die 5 tot 8 mm lang en 1 mm breed zijn en waarvan de top ongeveer evenwijdig loopt aan de as. Dit is de meest voorkomende soort. Hij treedt hier en daar al op in het Stephanien.

*Otoviccia (Walchia) hypnoides* (afb. 6 en 12)

De plant heeft korte, stijve, elkaar overlappende blaadjes met een lengte van 2 tot 8 mm. Door de korte blaadjes zijn de takjes van de laatste orde, inclusief de blaadjes, relatief dun.

*Culmitzschia speciosa* (afb. 7)

Krachtige plant met relatief dikke assen van de voorlaatste orde. De takken van de laatste orde zijn veel dunner: met de blaadjes meegerkend zijn ze tot 14 mm in doorsnede. De blaadjes zijn S-vormig, ze lopen breed af aan de as, ze staan onder een vrij grote hoek met de as en ze zijn tot 12 mm lang.

*Culmitzschia goeppertiana* (afb. 8)

Lijkt op *C. speciosa* maar is kleiner. Twijgen van de laatste orde zijn inclusief de blaadjes tot 10 mm in doorsnede.

*Ernestiodendron filiciforme* (afb. 9)

De blaadjes van deze plant staat loodrecht op de as en zijn sterk gekromd, waardoor de spits evenwijdig loopt aan de as.

Doubinger (1956) noemt nog een hele reeks andere soorten die in Lodève gevonden zijn. Vertaald naar de nieuwe namen zijn dit: *C. intermedia*, *C. laxifolia*, *C. parviflora*, *H. gallica*, *H. schlotheimii* en *H. anhardtii*.

Deze soorten zijn echter in het voorliggende materiaal niet met zekerheid vast te stellen. Wie pogingen wil doen om coniferentakjes verder op soort te determineren, kan zijn voordeel doen met het overzicht op blz. 102 van Haubold (1983).



Afb. 10: *Walchianthus cylindraceus*. Mannelijke coniferenkegel. Lengte 8 cm.

*Walchianthus cylindraceus* (afb. 10)  
Dit is een mannelijke kegel. Hij is ongeveer 8 cm lang en 2 cm breed.

*Walchianthus* sp. (afb. 11, 12, 16)

Hieronder vallen de vrij algemeen voorkomende kleinere mannelijke kegels met ovale vorm. Soms hangen deze kegels nog aan een bebladerd takje.

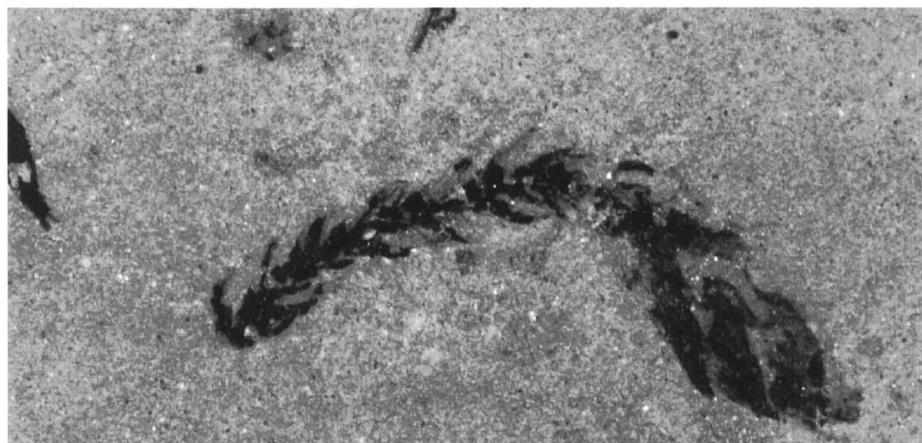
In een aantal gevallen is bekend bij welke coniferensoort de kegel hoort. In dit geval krijgt het fossiel de naam van deze natuurlijke soort. Zie bijvoorbeeld de afbeeldingen 11 en 12.

*Walchiostrobus* sp. (afb. 13, 14, 15)

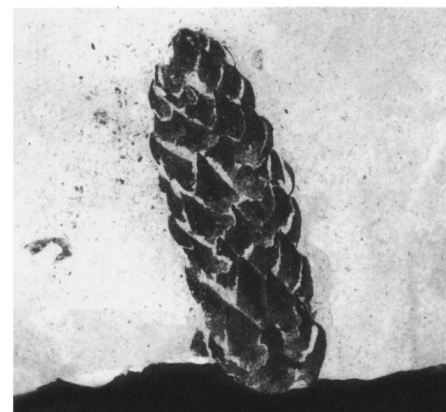
Hieronder vallen de vrouwelijke kegels van de *Walchia*-achtige coniferen. Deze kegels zijn opgebouwd uit een of meer 'dwarfshoots' (dwergscheuten) die elk een vruchtblad met een ovulum (zaad of a.s. zaad) dragen. De 'dwarfshoots', die een afmeting van ongeveer 1 cm hebben, worden nogal eens los gevonden. Complete kegels zitten met een steeltje aan een as en staan min of meer rechtop.

Zaad van een conifeer (afb. 17)

Een hartvormig zaad met twee uitstekende punten aan de top en smalle vleugels.



Afb. 11. Mannelijke kegel van *Otoviccia hypnoides*. Lengte takje met kegel 2,2 cm.



Afb. 12. Mannelijke kegel van *Otoviccia hypnoides*. Lengte kegel 2,2 cm.

*Gomphostrobus bifidus* (afb. 18 en 19)  
Dit zijn gevorkte, schubvormige blaadjes. Ze worden meestal los gevonden. Ze kwamen aan de coniferenplant op drie manieren voor:

1. als schubben in de vrouwelijke kegel;
2. als normale bebladering aan stammen en takken van de voorlaatste orde;
3. als afwijkende bebladering.

*Gomphostrobus bifidus* heeft een verbrede basis en een gespleten top. Een enkele keer worden ze nog aangehecht gevonden (afb. 20).

#### *Dicranophyllum* sp.

Dit is een coniferengenus met een- of tweemaal gevorkte naalden. Wij vonden geen fossielen van deze zeldzame groep.

## De zaadvarens

### Callipteriden

Vanaf het bovenste Carboon komen callipteriden (peltaspermen) voor. Dat zijn zaadvarens met zeer karakteristieke bladeren en fructificaties die min of meer parapluvormig zijn, met aan de onderzijde zaden. Zo'n fructificatie wordt *Peltaspermum* genoemd. De bladeren zijn tot bijna een meter lang en veervormig. Ze hebben typische, zogenaamde tussenblaadjes, die direct aan de bladsteel zijn gehecht. Deze callipteriden zijn in het Perm relatief wijdverbreid. Vormen met min of meer driehoekige sporofyllen worden tot het genus *Autunia* gerekend. Enkele bladvormen waarvan de fructificaties nog niet bekend zijn, zijn: *Rhachiphyllum*, *Lodevia* en *Gracilopteris*.

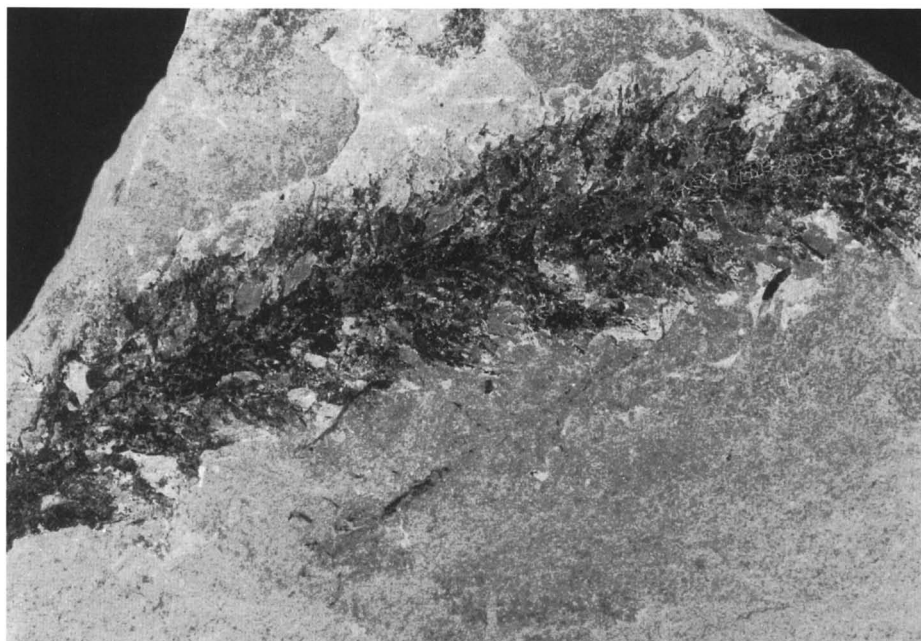
Al met al is het moeilijk om de *Callipteris*-achtige plantenresten, zoals wij die in Lodève hebben gevonden, op naam te brengen.

#### *Autunia conferta* (afb. 21, 22)

De blaadjes staan (meestal) scheef op de as, dicht bij elkaar en ze lopen af langs de as. Ze zijn ongeveer 1 cm lang en 5 mm breed. De middennerf is enigszins ingezonken en daardoor goed te zien. De vertakking van de nerven is veervormig, terwijl er ook enkele nerven uit de hoofdas komen. De zijnerf is meestal niet vertakt. De bladvorm is verder buitengewoon variabel. Dit heeft er toe geleid dat veel vormen van *A. conferta* een eigen soortnaam hebben gekregen. Kerp (1988a) heeft veel van deze 'soorten' ontmaskerd en ze tot synoniemen van *A. conferta* verklaard.



Afb. 13: Coniferentak met knoppen en onderaan een vrouwelijke kegel. Lengte van de tak 15 cm.



Afb. 14: Vrouwelijke kegel van een conifeer. Lengte 6,4 cm.

De bloeiwijze is in Lodève nog niet gevonden. Het betreft een aar met omgekeerd driehoekige blaadjes, waarbij aan de onderkant twee zaadjes zitten.

Wij hebben geen duidelijk herkenbare fossielen van *A. conferta* gevonden, hoewel deze plant er vroeger wel gevonden is. De foto van afbeelding 22 is van een stuk dat afkomstig is van de bij Lodève gelegen Cogema-mijn.

#### *Rhachiphyllum schenkii*

De blaadjes hebben, vooral in het middendeel van het blad, lobjes aan de voet. Soms zijn er ook insnijdingen in de blaadjes. Daardoor zijn deze takjes moeilijk van de vorige soort te onderscheiden. De middennerf is echter onopvallend en niet ingezonken. Verder zijn de nerven diverse keren vertakt, ook de nerven die direct uit de hoofdas komen.

Van het geslacht *Rhachiphyllum* zijn geen cuticula's bekend.

*Rhachiphyllum subauriculata* (afb. 23)  
Deze soort heeft oortjes aan de basis van de blaadjes en in dit geval geldt dit voor (bijna) alle blaadjes. De blaadjes zijn kleiner dan die van *A. conferta*, ze staan verder uit elkaar en ze zijn wat meer afgerond aan de top.

*Rhachiphyllum lodevensis* (afb. 24)  
Deze soort is in 1835 door Brongniart voor het eerst beschreven aan de hand van een fossiel uit Lodève. Het is een soort met kleine blaadjes, die insnijdingen vertonen.

*Gracilopteris bergeronii* (afb. 25, 26)  
Van deze soort zijn vroeger in Lodève grote bladfragmenten gevonden. De blaadjes zijn sterk verdeeld, met smalle, rechte lobben die loodrecht op de middennerf staan. De assen zijn dik in vergelijking met de afmetingen van de blaadjes.

*Gracilopteris strigosa* (afb. 27)  
Deze soort lijkt op de vorige maar de lobben zijn nog langer en smaller.

*Lodevia nicklesi* (afb. 28, 29)  
Bij deze soort hebben de blaadjes smalle rechte, evenwijdig lopende, lobben. De plant is in 1898 door Zeiller beschreven aan de hand van een fossiel uit Lodève.

Andere callipteriden in Les Tuilières zijn: *Autunia naumannii*, *Rhachiphyllum diabolica*, *Dichophyllum flabellifera* en *Arnhardtia mouretii*.

## Overige zaadvarens en varens

*Neuropteris* sp. (afb. 30)  
Van dit genus zijn in het Perm nog maar enkele soorten over. *Neuropteris* wordt in het Carboon gekenmerkt door veernervige blaadjes die in één punt aan de as vast zitten. Wij vonden een enkel *Neuropteris*-achtig blaadje.

*Odontopteris* sp. (afb. 31)  
Ook het geslacht *Odontopteris*, dat in Stephanien nog overvloedig aanwezig was, is in het Perm flink teruggelopen. Onze summiere vondsten behoren waarschijnlijk tot de soort *O. lingulata*, die lange, tongvormige eindblaadjes heeft.

*Pecopteris* sp.  
Van deze in het Laat-Carboon en begin van het Perm nog zeer veel voorkomende varen hebben we geen fos-

## Vormgenus en natuurlijk genus

Een natuurlijk genus bevat soorten die echt verwant zijn. Deze verwantschap kan bijv. aangetoond worden aan de hand van cuticula-structuur en de bouw van de fructificaties, al dan niet gecombineerd met andere kenmerken. Vaak is het (nog) niet mogelijk deze verwantschap vast te stellen. In dat geval worden plantendelen (zoals zaden, kegels, bladeren, e.d.) die bepaalde gemeenschappelijke kenmerken hebben in een vormgenus geplaatst. De reconstructie van 'natuurlijke planten' uit materiaal dat in afzonderlijke vormgenera is ondergebracht, is een van de taken van paleobotanici. Voorbeelden daarvan zijn het werk van J. Clement-Westerhof aan de Walchia-achtige planten en dat van H. Kerp aan de Callipteris-groep.

## Cuticula

De cuticula van een plant is het zeer resistente laagje dat de plant beschermt tegen uitdroging, infecties en uv-straling. Deze laag is zo resistent, dat hij in gunstige omstandigheden kon fossiliseren. Op sommige vindplaatsen bezitten de plantenfossielen de cuticula nog en dat is van groot belang voor de wetenschap. Door stukjes plant met bepaalde chemische middelen te behandelen, is het mogelijk de aanwezige kool op te lossen en de cuticula in doorzichtige vorm te isoleren. Deze kan op een objectglasje van een microscoop gemonteerd worden en vervolgens bestudeerd worden. Ook de huidmondjes zijn dan te zien en deze leveren veel informatie over mogelijke verwantschappen met andere soorten.

sielen gevonden. Doubinger (1956) meldt nog twee soorten voor Lodève.

*Taeniopteris multinervis* (afb. 32)  
Dit is een soort met zeer lange (tot 40 cm), parallelrandige bladeren, die veernervig zijn. Er is een brede middennerf. De vondsten zijn meestal fragmentarisch. Op de bladeren zijn in andere vindplaatsen zaden gevonden. De verwantschap met andere plantengroepen is nog niet opgehelderd. Misschien waren sommige *Taeniopteris*-soorten vroege cycasachtige planten.

## Paardenstaarten

Fossielen van *Calamites* zijn bekend van Lodève, hoewel Doubinger (1956) ze niet noemt. Wij vonden slechts één stuk, waarop een stamopvulling van deze boomvormige paardenstaart te zien is (afb. 33).

## Cordaites-fossielen

Cordaiten waren naaktzadige bomen met lintvormige, soms zeer lange, bladeren. Ze speelden een belangrijke rol in het Boven-Carboon, en in het Perm waren ze nog steeds aanwezig, maar niet overvloedig. Na het

Autunien zijn er geen fossielen van *Cordaites* meer gevonden. Wij vonden in Les Tuilières geen duidelijk herkenbare fossielen van deze groep, hoewel Doubinger (1956) ze wel noemt.

## Ginkgo-achtige fossielen

In het Boven-Perm komen met zekerheid de eerste *Ginkgo*-fossielen voor. Het gaat daarbij om sterk verdeelde bladeren, waarvan men de cuticula heeft kunnen bestuderen. In Lodève zijn bladeren gevonden die daarop lijken, maar waarvan men niet heeft kunnen vaststellen dat ze bij deze groep horen. Beschreven zijn genera met de naam *Ginkgophyllum*, *Ginkgoites* en *Sphenobaiera*.

*Trichopitys heteromorpha* (afb. 34)  
Deze alleen in Lodève gevonden soort heeft ook *Ginkgo*-achtige, vertakte, lijnvormige blaadjes. Ook de bloeiwijze is bekend: een vertakt steeltje met aan het einde van iedere vertakking een zaad(knop). Het is niet onmogelijk dat ook deze plant tot de *Ginkgo*-groep behoort, maar zeker is dat niet. Op het grote stuk dat wij de eerste keer vonden, zat een grote tak van deze plant, echter



Afb. 15: Vrouwelijke kegel van een conifeer. Lengte 5 cm.



Afb. 16: *Walchianthus* sp. Mannelijke coniferenkegel. Lengte kegel 3,3 cm.

zonder bloeiwijze. Later hebben we nog enkele losse, vertakte bladeren gevonden.

### Zaden

(afb. 35, 36, 37)

In Les Tuilières worden veel zaden gevonden. Meestal zijn ze klein. In het algemeen is niet bekend van welke plant deze zaden afkomstig zijn.

Het fossiel van afbeelding 38 lijkt wat op een *Peltaspermum*, maar is daar waarschijnlijk te klein voor.

### Het landschap

Het gebied rond Lodève ten tijde van het Autunien moet men zich voorstellen als een landschap met geërodeerde bergen, doorsneden met rivieren. De oevers waren dicht begroeid met bossen van *Walchia*-achtige bomen, afgewisseld met zaadvarens en *Cordaites*-bomen. Varens zullen er vast ook gegroeid hebben, maar die hebben een geringe fossilisatiekans, doordat ze een dunne cuticula hebben.

Men heeft lang gedacht dat *Walchia*-achtige coniferen in zeer droge omstandigheden groeiden, maar de groeve Les Tuilières heeft aangetoond dat dit niet altijd het geval hoeft te zijn. Zaadvarens en *Cordaites*, die in matig vochtige tot matige droge omstandigheden groeien, komen hier voor samen met *Walchia*.

Er is in de groeve Les Tuilières veel moois gevonden in de loop van de laatste twee eeuwen en wat we er nu nog uit halen zinkt daarbij in het niet. Desondanks is het mogelijk, via deze fragmentarische fossielen een beeld op te bouwen van de flora in het Boven-Autunien, zo'n 280 miljoen jaar geleden.

## Dankwoord

Graag wil ik prof. dr. H. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Wilhelmsuniversiteit te Münster danken voor zijn bijstand bij het schrijven van dit artikel en bij het op naam brengen van de fossielen. Ook voor het maken van de foto van afbeelding 22 ben ik hem erg dankbaar.

De foto van afb. 22 is van H. Kerp. Alle andere foto's zijn van de auteur. De zwart/wit-foto's zijn gemaakt van in alcohol ondergedompelde fossielen. Alle stukken zijn uit de verzameling van de auteur, uitgezonderd dat van afb. 22.

## Literatuur

Clement-Westerhof, J.A., 1984. The conifer *Ortisea* from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special reference to a revised concept of the Walchiaceae. Rev. Palaeobot. Palynol. 41: 51-166.

Doubinger, J, 1956. Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes. Mém. Soc. Géol. Fr., 35(1/2), Mém. 75: 1-180.

Geys, J.F., 1996. De geschiedenis van het leven, deel 6a: Perm – Invertebraten. Antwerpen (BVP), 284 pp.

Geys, J.F., 2000. De geschiedenis van het leven, deel 6c: Perm – Planten, P/T-crisis, Kupferschiefer. Antwerpen (BVP), 248 pp.

Haubold, H., e.a., 1982. Die Lebewelt des Rotliegenden. Neue Brehm-Bücherei 154, 246 pp. Wittenberg-Lutherstadt (Ziemsen Verlag).

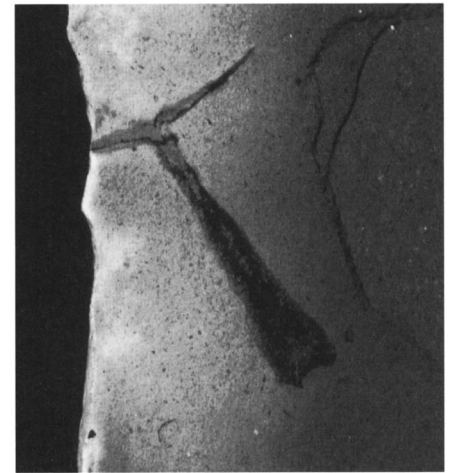
Kerp, J.H.F., 1988. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, X. The West- and Central European species of the genus *Autunia* and the form-genus *Rhachiphyllum* (Callipterid foliage). Rev. Palaeobot. Palynol. 54: 249-360.

Kerp, H., 1996. Post-Variscan late Palaeozoic Northern Hemisphere gymnosperms: the onset to the Mesozoic. Rev. Palaeobot. Palynol. 90: 263-285.

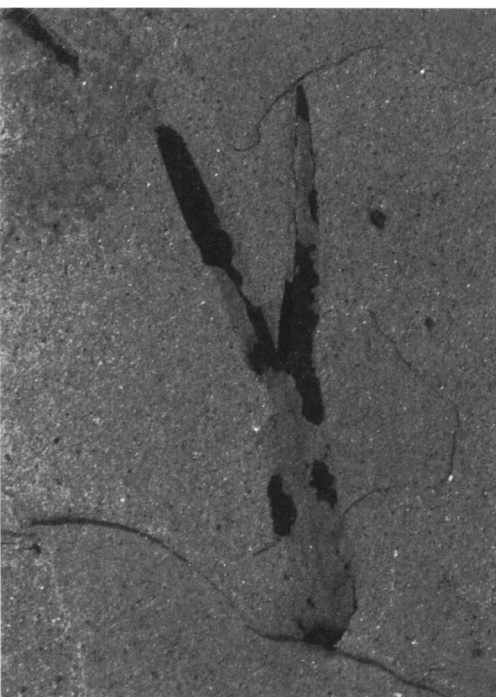
Kerp, J.H.F. & H. Haubold, 1988. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, VIII. On the reclassification of the West-



Afb. 17: Zaadje van een conifeer. Lengte zaad 1 cm.



Afb. 18: *Gomphostrobus bifidus*. Lengte 2,1 cm.



Afb. 19: *Gomphostrobus bifidus*. Lengte 2,1 cm.



Afb. 20: Vrouwelijke coniferenkegel met *Gomphostrobus*-achtige bebladering. Lengte kegel 2,7 cm.



and Central European species if the form-genus *Callipteris* Brongniart 1849. Rev. Palaeobot. Palynol. 54: 135-150.

Kerp, H. & J. Fichter, 1985. Die Makrofloren des saarpfälzischen Rotliegenden. Mainzer Geowiss. Mitt. 14: 159-266.

Kerp, J.H.F., R.J. Poort, H.A.J.M. Swinkels & R. Verwer, 1990. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, IX. Conifer-dominated Rotliegend Floras from the Saar-Nahe Basin with special reference to the reproductive biology of early conifers. Rev. Palaeobot. Palynol. 62: 205-248.

Odin, B., J. Doubinger & G. Conrad, 1986. Attribution des formations détriques, rouges, du Permien du Sud de la France au Thuringien, d'après l'étude du bassin

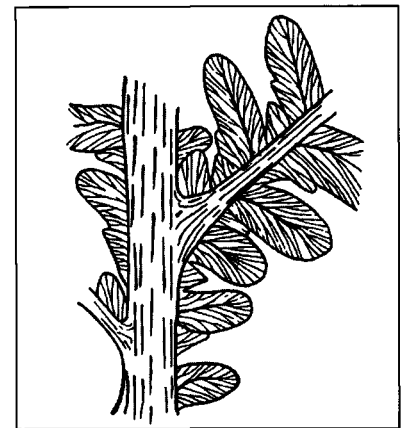
de Lodève: implications géologiques, paléontologiques et paléoclimatiques. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 302, Série II, no. 16.

Richter, A.E., 1979. Südfrankreich und seine Fossilien. Stuttgart. (Kosmos) 192 pp.

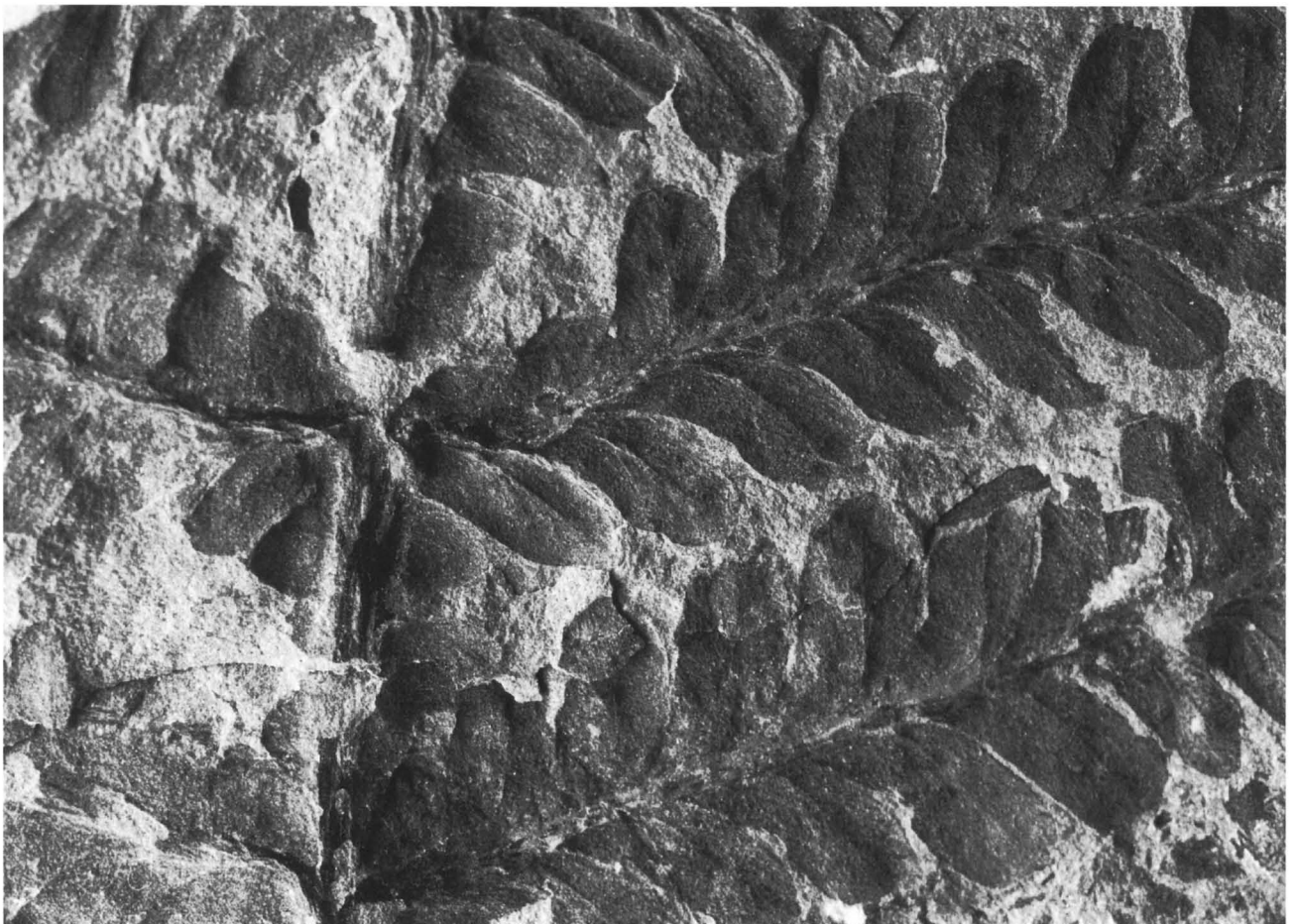
Saint-Martin J. & C. Vinchon, 1989: Le bassin de Lodève. In: Synthèse géologique des bassins permien Français. Memoires du Bureau de recherches géologiques et minières 128.

Visscher, H., J.H.F. Kerp & J.A. Clement-Westerhof, 1986. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, VI. Towards a flexible system of naming Palaeozoic conifers. Rev. Palaeobot. Palynol. Acta Bot. Neerl. 35 (2): 87-99.

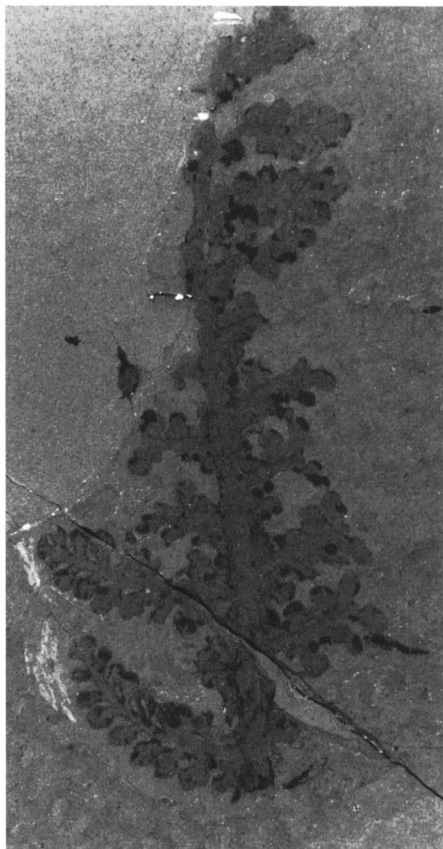
Zeiller, R, 1898. Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permien de Lodève. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille (1): 6-69.



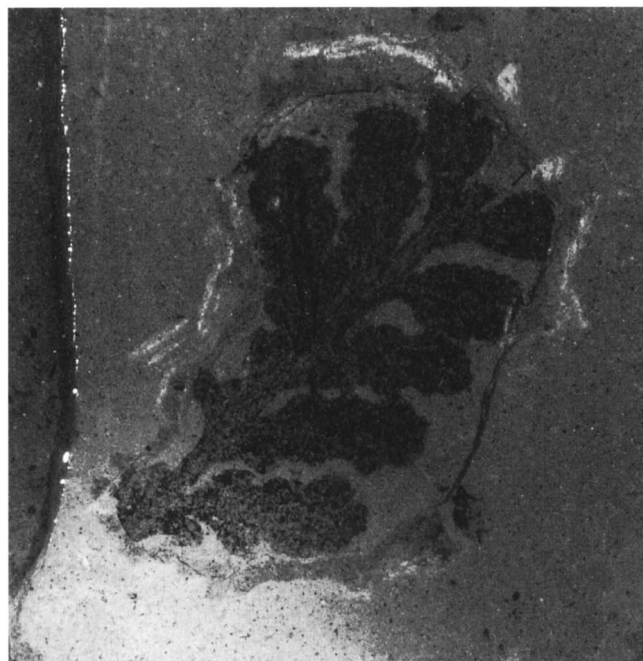
Afb. 21: *Autunia conferta*.  
Naar Doubinger 1956.



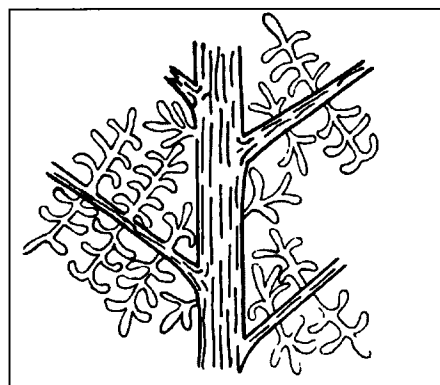
Afb. 22: *Autunia conferta*. Cogema-mijn bij Lodève.  
Foto H. Kerp.



Afb. 23: *Rhachiphyllum subauriculata*. Hoogte tak 7 cm.



Afb. 24: *Rhachiphyllum lodevensis*. Lengte blad 2,2 cm.



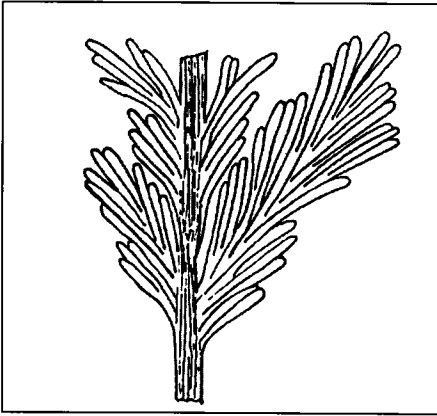
Afb. 25: *Gracilopteris bergeronii*.  
Naar Doubinger 1956.



Afb. 26: *Gracilopteris bergeronii*. Lengte blad 3,2 cm.



Afb. 27: *Gracilopteris strigosa*. Lengte blad 6,6 cm.



Afb. 28: *Lodevia nicklesii*. Naar Doubinger 1956.



Afb. 30: *Neuropteris* sp. (misschien *Odontopteris* sp.)  
Lengte takje 1,1 cm.



Afb. 31: *Odontopteris* sp. Lengte takje 2,2 cm.



Afb. 29: *Lodevia nicklesii*. Lengte blad 3,8 cm.



Afb. 32: *Taeniopteris multinervis*. Lengte blad 10,8 cm.



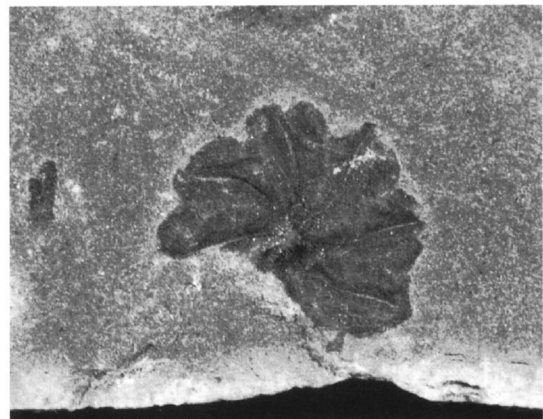
Afb. 33: *Calamites* sp. Paardenstaart.  
Lengte 8 cm.



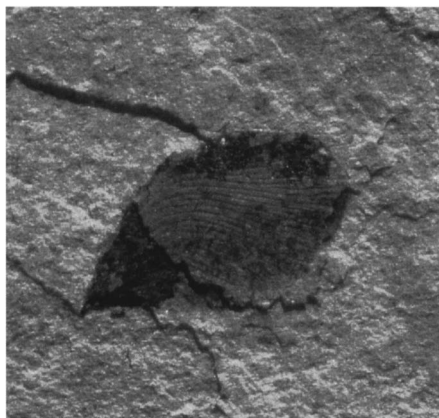
Afb. 34: *Trichopitys heteromorpha*. Detail van afb. 3.  
Lengte tak 10,8 cm.



Afb. 35: Zaadje. 6 mm.



Afb. 38: Object dat lijkt op *Peltaspermum*,  
maar kleiner is. Diameter 8 mm.



Afb. 36: Gestreept zaadje. 1,1 cm.



Afb. 37: Gevleugeld zaadje. 5 mm.