Grondboor & Hamer
is de tweemaandelijkse uitgave van de Nederlandse Geologische Vereniging.
website: http://www.geologienederland.nl
e-mail: info@geologischevereniging.nl.
Leden van de NGV ontvangen van elk nummer van Grondboor & Hamer één exemplaar kostenloos.

Colofon

REDACTIE
Hoofdredactie: Bert de Boer
Eindredactie: Thomas Kuipers
Redactie: Cees Laban en Simon Troelstra

LOSSE NUMMERS
Losse exemplaren zijn, voor zover nog voorradig, bij voorkeur per email, te bestellen bij Paul van Olm | Bongerd 180 | 8212 BK Lelystad | paulvanolm@hotmail.com

KOPIJ
Wilt u een artikel schrijven, neem dan contact met de hoofdredacteur: tel: 0182 385791 | lemdeboer@hetnet.nl.

FOTO OMSLAG
Deel van een blad van de zaadvaren *Eusphenopteris neuropteroides*. Hoogte van de foto 12 cm. Foto: Hans Steur.

EXTRA INFORMATIE G&H
Zie voor extra informatie over boekbesprekingen, literatuurlijsten en overige publicaties: www.geologienederland.nl menukeuze: Publicaties

Alle t/m 2007 verschenen artikelen kunnen worden gedownload via: grondboorenhamer.natuurtijdschriften.nl

VORMGEVING
Rudi Dekker | Grafische Vormgeving & Desktop Publishing, Zwartsluis.

DRUK
VDA-groep, Apeldoorn.

© 2015
Zonder voorafgaande toestemming van de redactie mag op geen enkele wijze iets van de inhoud van dit tijdschrift worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt.

MIX
Papier van verantwoorde herkomst
FSC® C016391
FSC www.fsc.org

Inhoud:

2 Inleiding
3 Geologie
6 Kolenwinning
6 De flora
6 Wolfsklauwen
9 Paardenstaarten
12 Varens
13 Zaadvarens
17 Zaden
17 Enkele opmerkingen
17 De fauna van Ibbenbüren
21 Literatuur
23 Platenatlas

De Boven-Carboonflora van Ibbenbüren

Het aantal plaatsen in Europa waar kool gewonnen wordt, is in de loop der jaren flink teruggelopen, maar in Ibbenbüren (bij Osnabrück) is de kolenwinning nog steeds actief, al wordt ook deze mijn in 2018 gesloten. Voor verzamelaars van Carboonplanten zijn de omstandigheden de laatste jaren ook daar echter verslechterd. Kon je vroeger nog vrij gemakkelijk op bijvoorbeeld de stortberg bij Dickenberg in het weekeinde verzamelen, tegenwoordig is de afvalhoop hermetisch afgesloten. Alleen via georganiseerde excursies zijn er nog mogelijkheden.

Omdat veel verzamelaars nog fossielen uit Ibbenbüren uit vroeger jaren in huis hebben, leek het mij nuttig om een overzicht te geven van de daar voorkomende fossiele planten. Zelf heb ik daar tientallen jaren lang veel verzameld en ik heb van een vijftal andere verzamelaars kratten vol stukken uit Ibbenbüren gekregen. Tezamen vormen deze vondsten een redelijk goed beeld van de Boven-Carboonflora van deze vindplaats.

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

Deze Staringia bestaat uit een tekstgedeelte en een platenatlas. De afbeeldingen in het tekstgedeelte worden aangeduid als "Afb. 1 t/m 31". Naar de illustraties in de platenatlas wordt in de tekst verwezen als "Plaat 1 (A, B, …) t/m "Plaat 21 (A, B, …)".

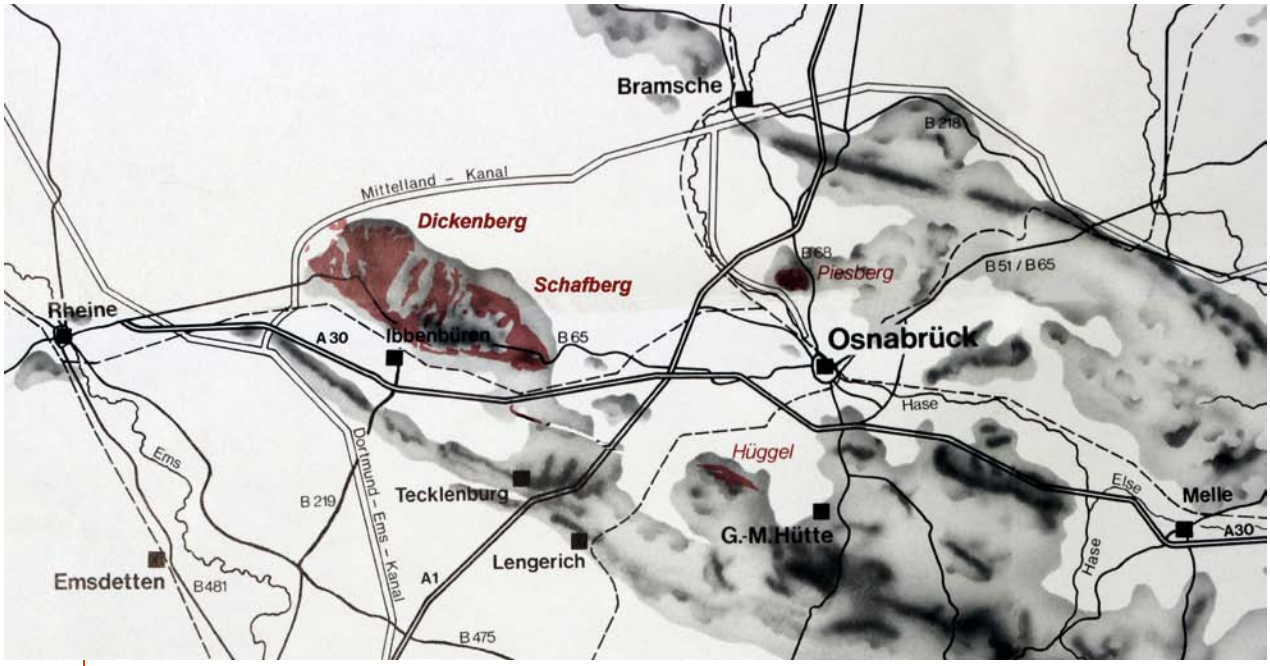
Afbeelding. 1. | *Verzamelen op de Dickenberg anno 2003.*

INLEIDING

Het zwarte goud van Ibbenbüren

Een eerste aanzet om steenkoolfossielen te gaan verzamelen kwam voor mij uit het onvolprezen boekje *Stenen zoeken* van H. Krul (1966). Wat was dat enthousiast geschreven! Zozeer zelfs, dat harde teleurstellingen niet uitbleven, omdat bijvoorbeeld een van de vermelde groeven bleek te zijn gesloten. Maar wat Ibbenbüren betreft was dat niet het geval. Er waren op diverse plaatsen op de Schafberg en de Dickenberg storthopen, waar je je hart kon ophalen. In mijn herinnering zie ik me rond 1970 nog ergens langs de weg achter bosjes mooie stukken met planten verzamelen, maar omdat ik pas later begonnen ben met administreren, kan ik niet meer achterhalen waar en wanneer dat precies was.

Later raakten die oude stortbergen overgroeid doordat de kleinere groeves gesloten werden en was je aangewezen op de grote stortberg bij Dickenberg (Afb. 1). Daar werd het zoeken op zondag gedoogd. Ik ben er in ieder geval



Afbeelding 2. | *Topografische kaart met de steenkoolgebieden van Ibbenbüren en de Piesberg. Naar Klassen (1984).*

nooit weggestuurd. De fossielenrijkdom wisselde sterk. Soms moest je een paar keer lopen om alles te bergen, terwijl je een andere keer met bijna lege handen stond. Later ging dan het gerucht dat er opnieuw veel te vinden was en ging je er natuurlijk weer op af.

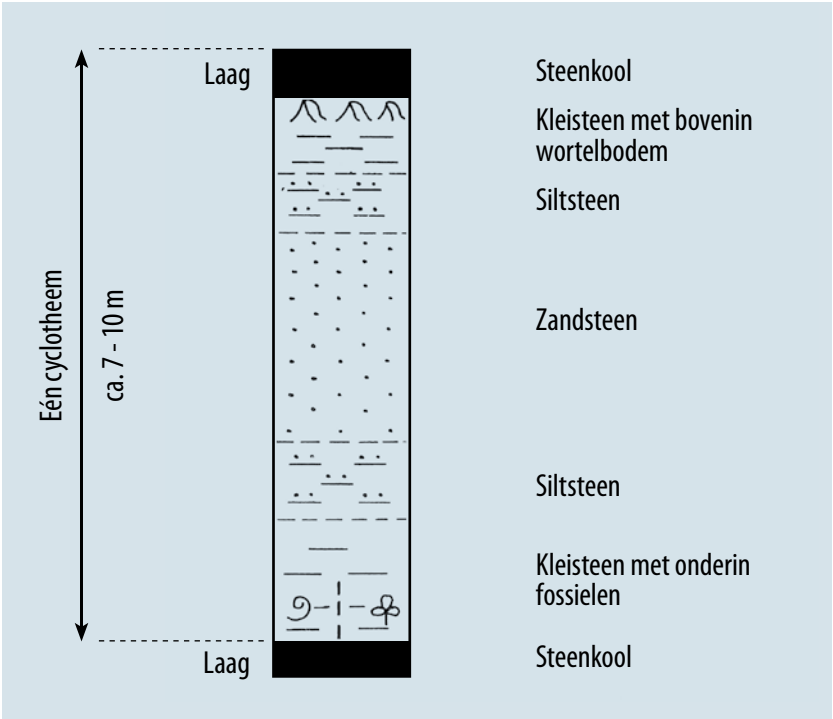
De andere vindplaats van Carboonfossielen in de regio, de ten noorden van Osnabrück gelegen Piesberg (Afb. 2) kwam bij mij pas later in beeld toen ik bij een geologische club in Aalen (Dld) in ruil voor voetafdrukken van sauriërs uit Winterswijk een witglanzend varentje uit deze groeve kreeg. De fossielen van Ibbenbüren hebben die prachtige kleuren (zilver, wit, bruin, blauw, enz.) niet, maar ze zijn wel heel scherp getekend, zodat je de nervatuur goed kunt zien. Dat maakt het determineren een stuk gemakkelijker.

Fossiele planten verzamelen is een prachtige hobby, maar met enige schaamte moet ik zeggen dat het vinden van spinachtigen (samen met Hans van Essen) mijn meest opwindende avontuur is geweest in Ibbenbüren. Zie hierover het eind van deze publicatie.

GEOLOGIE

Tijdens het Boven-Carboon bestonden grote delen van Noordwest- en Centraal-Europa (en ook van andere continenten) uit laagland met moerassen. Hierin vond veenvorming plaats. Veenvorming in het laagland kan alleen plaatsvinden als de aangroei van het veen gelijke tred houdt met de bodemdaling. Van tijd tot tijd werd dit evenwicht verstoord en raakten de moerassen overstroomd door stijging van de zeewaterspiegel. Deze was mogelijk het gevolg van het afsmelten van de ijskap op het zuidelijke Gondwana-continent en de daarmee samenhangende klimaatveranderingen op lagere breedten. Het moeras verdronk en werd bedekt met een laag erosiemateriaal (zand en klei). Door de druk klonken de veenlagen in. Na verloop van tijd was de ontstane depressie met sediment opgevuld, vertraagde de bodemdaling of daalde de zeespiegel en ontstond er op de kleiïge ondergrond weer een moeras.

In de afzettingen bij Ibbenbüren heeft deze cyclus (ook wel *cyclotheem* genoemd, Afb. 3) zich meer dan honderd keer herhaald. Slechts in een beperkt aantal gevallen heeft dit een winbare kolenlaag opgeleverd. Boven iedere kolenlaag bevindt zich een fijnkorrelige kleischalielaag met plantenfossielen. Daarboven ligt een (vaak dikke) laag zandsteen. Onder de kolenlaag ligt altijd de wortelbodem, waarin veel worteldragers van de wolfsklauw- en paardenstaartbomen gefossiliseerd zijn. Behalve door het feit dat deze bodems veel wortelresten bevatten, die meestal nog driedimensionaal in het gesteente zitten, worden deze bodems ook gekenmerkt door het feit dat het gesteente opvallend los is en erg snel verweert.



Afbeelding 3. | *De steenkoolcyclus (Cyclotheem). Naar Klassen (1984).*

Naarmate de oorspronkelijke veenlaag door een steeds dikker sedimentpakket bedekt werd en dus steeds dieper onder het aardoppervlak raakte, namen druk en temperatuur verder toe. Als gevolg daarvan veranderde het veen eerst in bruinkool, daarna in steenkool. Dit inkolingsproces, waarbij het gehalte aan zuivere koolstof steeds verder toeneemt, is vooral afhankelijk van de temperatuur waaraan het gesteente blootgesteld wordt. De druk speelt hierbij nauwelijks een rol, alleen in een heel vroeg stadium bij de ontwatering van het veen. De laatste fase van het inkolingsproces is het *antracietstadium*, waarbij de kool voor meer dan 96% uit zuivere koolstof bestaat. De kool van Ibbenbüren en ook die van de nabijgelegen Piesberg bij Osnabrück (Afb. 2) heeft het antracietstadium bereikt; dit in tegenstelling tot de meeste kolen uit andere kolenvoorkomens zoals het Ruhrgebied of Zuid-Limburg. Aanvankelijk werden de koollagen van de Piesberg en van Ibbenbüren op grond van hun hoge inkoling veel ouder ingeschat dan ze in werkelijkheid zijn. De plantenfossielen geven echter duidelijk aan dat ze jonger zijn dan de koollagen van het zuidelijker gelegen Ruhrgebied.

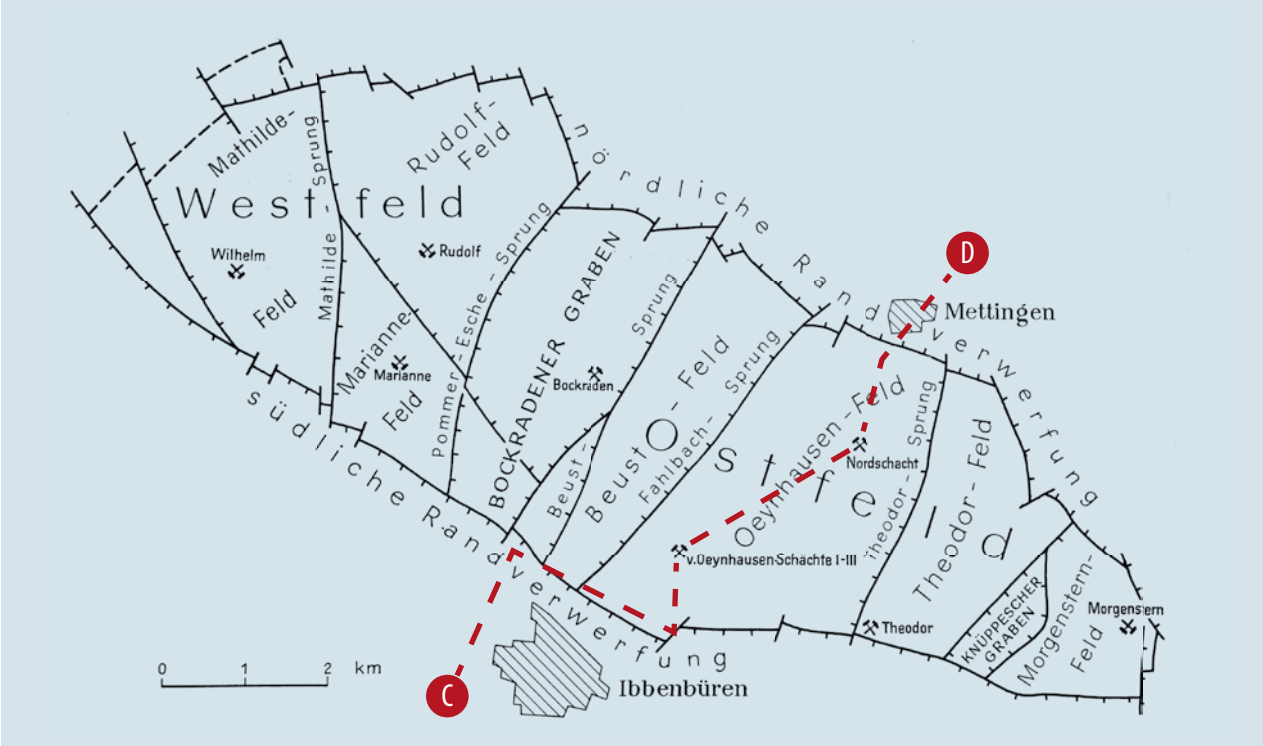
Er zijn twee theorieën, waarmee deze hoge inkoling verklaard wordt. De eerste theorie, die in de jaren 1950 geopperd werd, gaat er van uit dat tijdens het Laat-Krijt bij Bramsche (ten noorden van Ibbenbüren; Afb. 2) een magma-intrusie tot op 5 km diepte in de aardkorst omhoog gedrongen is, voordat hij bleef steken en stolde. Dit *plutoon* wordt het '*Massief van Bramsche*' genoemd en strekt zich uit over zo'n 150 km tussen Ems en Weser. Dit plutoon zorgde voor een flinke temperatuurstijging in de diepe ondergrond.

De andere theorie, die aan het begin van deze eeuw gepubliceerd werd, gaat er van uit dat de koollagen van de Piesberg en Ibbenbüren op meer dan 5 km diepte in de aardkorst gelegen hebben. De hoge inkoling zou het gevolg zijn van de daar heersende hoge temperaturen.

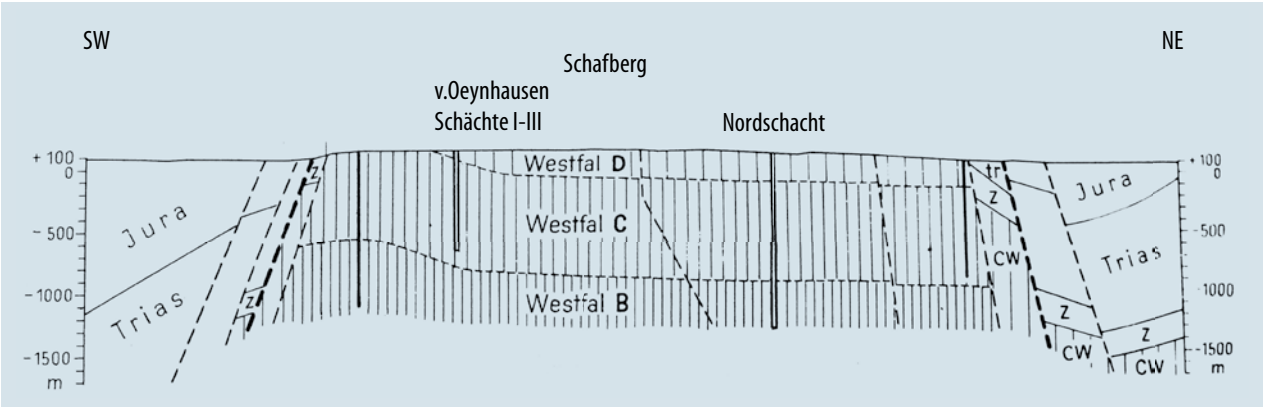
In het Laat-Krijt zijn de Carboon-afzettingen weer aan de oppervlakte geraakt. Bij deze processen in de aardkorst is de Piesberg als een bult omhooggedrukt, terwijl bij Ibbenbüren een schol van ruwweg 15 bij 6 km is losgebroken en omhooggekomen. Deze schol is zelf ook weer in stukken gebroken. In het westen en oosten liggen hoge gedeeltes, de Dickenberg en de Schafberg, terwijl in het midden een laag gedeelte (een slenk) ligt, de Bockradener Graben (Afb. 4).

Het Carboon-lagenpakket bij Ibbenbüren omvat afzettingen uit het Westfalien B, C en D en is minimaal 2 km dik [NB: het Westfalien is het middelste gedeelte van het Boven-Carboon; A is de oudste laag van het Westfalien, D de jongste] Tegenwoordig komt alle gewonnen kool uit de lagen van het Westfalien B (Afb. 5). De dikte van de lagen varieert van enkele centimeters tot 2 m. Zoals gezegd is slechts een beperkt aantal lagen geschikt voor de winning. Het aandeel van de kolenlagen is slechts 3% van het totale gesteentepakket.

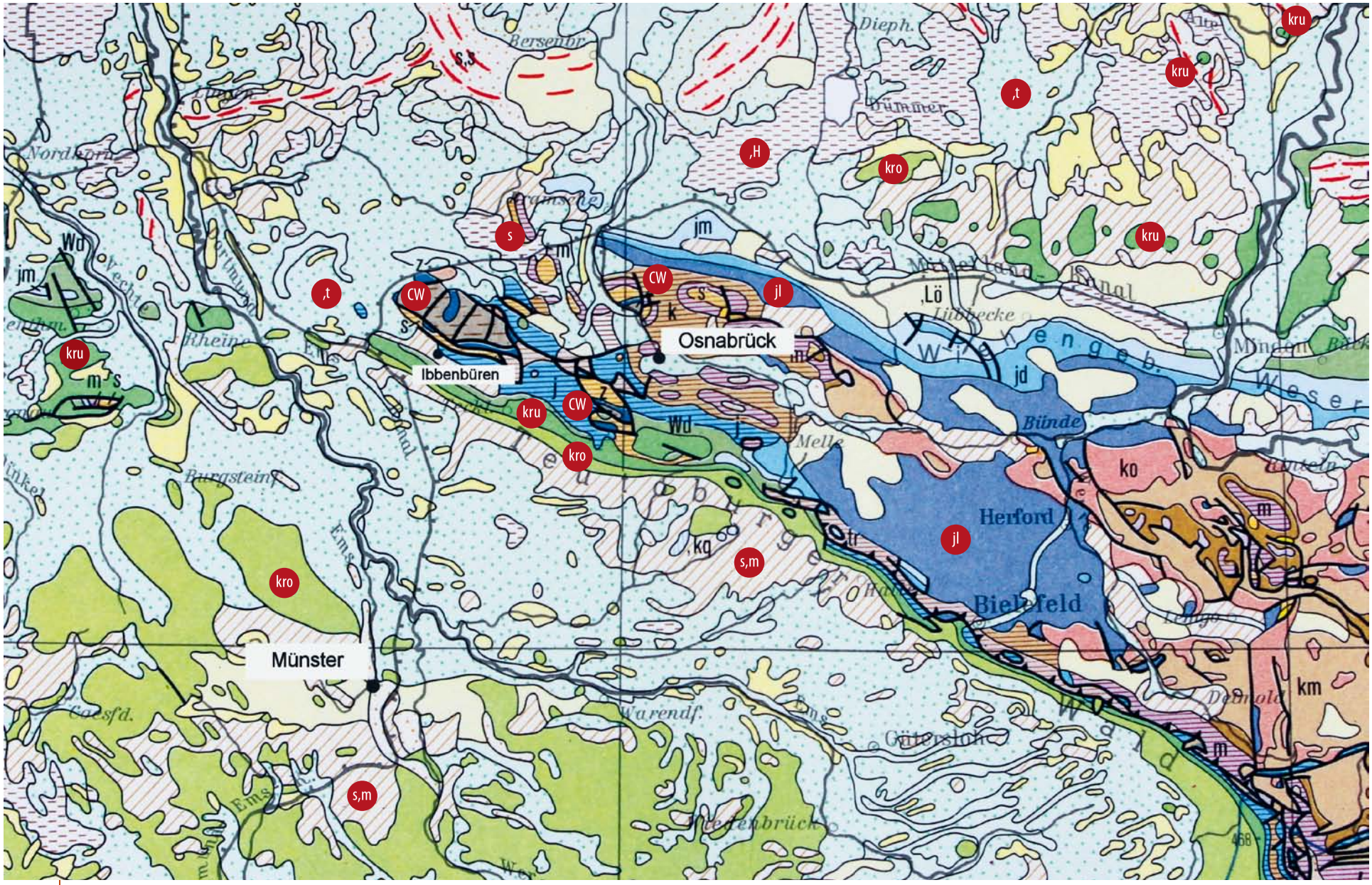
Afbeelding 6 geeft een beeld van de ligging van de Carboonvoorkomens van Ibbenbüren en de Piesberg te midden van Mesozoïsche en Kenozoïsche lagen.



Afbeelding 4. | *Geologische schets van het steenkolengebied van Ibbenbüren. Links het Ostfeld (Dickenberg) met gesloten mijnen, rechts het Westfeld (Schafberg) met de Nordschacht, waarin de kolenwinning nog plaatsvindt. De overige actieve schachten worden gebruikt voor beluchting en waterbeheersing. Tussen het Ostfeld en het Westfeld ligt de slenk Bockradener Grabe. Naar Klassen (1984).*



Afbeelding 5. | *Bodemprofiel langs de gebroken lijn CD in afbeelding 4. Hierin is te zien dat de kolenwinning momenteel geheel plaatsvindt in het Westfalien B. Naar Klassen (1984).*



AFBEELDING 6. | *Geologische kaart van het gebied van Ibbenbüren, Osnabrück en Münster. Bewerkt naar een uitsnede van de geologische kaart van West-Duitsland.*

CW = Westfalien (Boven-Carboon);
s = Bontzandsteen (Onder-Trias);
k = Keuper (Boven-Trias);
jl = Lias (Midden-Jura);
kru = Onder-Krijt;
kro = Boven-Krijt;
s,m = kleileem (Pleistoceen);
komma gevolgd door een letter = Holocene afzetting.

KOLENWINNING

Sinds de vijftiende eeuw wordt al kool gewonnen in het gebied. Eerst gebeurde dat via zogenaamde *Stollen*, min of meer horizontale gangen, die de laag volgden waar deze aan de oppervlakte kwam. In de zeventiende eeuw begon men verticale schachten te graven en met de industriële revolutie in de negentiende eeuw werd de mijnbouw sterk geïntensiveerd.

De productie in het Westfeld (Dickenberg) is in 1979 gestaakt. De *Nordschacht* bij Mettingen in het Ostfeld (Schafberg) is nu de belangrijkste productieschacht. Deze stamt uit de vijftiger jaren en is met 1.620 m de diepste kolenmijn ter wereld. Het vele gas, dat uit deze lagen vrijkomt, wordt verbrand en in elektriciteit omgezet.

Water in de mijn is altijd een groot probleem geweest. Vele miljoenen kubieke meters moesten en moeten per jaar weggepompt worden. In het verleden hebben vooral de ondiepe lagen te kampen gehad met wateroverlast omdat die extra gevoelig waren voor neerslag. In 1894 is de mijn zelfs geheel volgelopen en heeft het jaren geduurd voor er weer steenkool gewonnen kon worden.

De meeste kool wordt direct in de elektriciteitscentrale in Ibbenbüren verbrand, een deel wordt op de markt gebracht. Vanwege het hoge koolstofgehalte wordt de kool ook wel gebruikt voor waterzuivering. Daartoe wordt het water door lagen zand, grind en antraciet geleid.

In de loop der tijden zijn er ook diverse kleine groeves en mijnen geweest. De belangrijkste daarvan waren Zeche Mathilde en Grube Mieke, beide gelegen op het westelijk deel van de Dickenberg.

In het mooie Bergbau-Museum te Ibbenbüren (Afb. 7) is de (bewogen) geschiedenis van de kolenwinning fraai in beeld gebracht.

DE FLORA

Over de plantenfossielen van Ibbenbüren is maar weinig literatuur te vinden. In het boek *Geologie des Osnabrücker Berglandes* (Klassen *et al.*, 1984) wordt vrij uitgebreid ingegaan op de geologie en de kolenwinning, maar de flora komt nauwelijks aan de orde. De belangrijkste publicatie is die van Bode (1927), waarin de planten van de dan bekende lagen worden geïnventariseerd. Al met al noemt Bode een kleine honderd soorten, waarvan sommige intussen een andere naam hebben gekregen. In mijn verzameling (inclusief de van andere verzamelaars gekregen fossielen) kom ik tot ongeveer zeventig soorten, waarvan er een aantal niet door Bode genoemd wordt. Dat is ook begrijpelijk, omdat de winning in 1927 het Westfalien B nog niet had bereikt. De laatste jaren komen alle fossielen uit de lagen van het Westfalien B.

De meeste soorten worden hieronder kort beschreven en van een afbeelding voorzien in de platenatlas aan het eind van dit artikel. Zie voor meer informatie over deze planten de determinatiewerken van Josten (1991), Cleal & Thomas (1994) en Remy & Remy (1977).

Afbeelding 8 geeft een mooie sfeerimpressie van het steenkoolmoeras van Ibbenbüren.

WOLFSKLAUWEN

Wolfsklauwbomen vormden een belangrijk onderdeel van de moerasbossen van het Laat-Carboon. De meest voorkomende genera waren *Lepidodendron*, ook wel schubboom genoemd, en *Sigillaria*, ofwel de zegelboom. De Nederlandse namen refereren aan de vorm en plaatsing van de bladkussens, resp. bladlittekens op de stammen. De bladkussens van *Lepidodendron* zijn ruitvormig en staan in spiralen, de bladlittekens van *Sigillaria* zijn min of meer hexagonaal en staan in verticale rijen, gescheiden door ribben.

Naast deze genera zijn er nog enkele minder algemene, zoals *Lepidophloios* en *Asolanus*. De wolfsklauwbomen leverden het grootste deel van de biomassa, soms tot 75%, die later omgezet werd in kool.

NB: de onderstaande beschrijvingen beperken zich tot de voornaamste onderscheidende kenmerken, maar zijn verder verre van compleet. Gebruik de genoemde boeken en de daarin geciteerde literatuur voor meer zekerheid.

Lepidodendron

Lepidodendron aculeatum (Plaat 1-A) heeft grote tot zeer grote langwerpig ruitvormige bladkussens met lang uitgetrokken punten. Het gaat hier om de bast van de stam. Het eigenlijke bladlitteken is het ruitje of vierkantje dat iets boven het midden zit. Bij goede conservering zijn daarin vier indrukken te zien (Afb. 9). Centraal zit het litteken van de vaatbundel van het blad. Links- en rechtsonder

Afbeelding 7. | *Uitzicht vanuit het raam van het Bergbaumuseum te Ibbenbüren op één van de niet meer gebruikte Oeynhausen-Schachten. Foto Mark van Smaalen.*

Afbeelding 8. | *Ibbenbüren in de tijd van het steenkoolmoeras. Schilderij gemaakt door Wolfgang Sippel ter gelegenheid van een tentoonstelling over dit onderwerp in het Naturkunde Museum te Münster.*

zitten littekens van het parichnos-weefsel: een sponsachtig weefsel dat uitsluitend bekend is van Palaeozoische boomvormige wolfsklauwachtigen, en dat vermoedelijk een rol speelde bij de beluchting van de stam. Ook beneden het bladlitteken zitten twee parichnos-littekens. Boven het bladlitteken zit de holte van de *ligula*, een klein schubvormig blaadje dat boven op het blad zit en dat typisch is voor wolfsklauwachtigen. Meestal is deze holte opgevuld met kolig materiaal. De bladkussens werden groter naarmate de stam dikker werd. Ze konden uiteindelijk een lengte van wel 10 cm bereiken. Op een bepaald moment groeide de bast echter niet meer mee en werd de buitenste laag afgeworpen, zoals bij de hedendaagse kurkeik. Veel fossiele stamresten van boomvormige wolfsklauwachtigen zijn afgeworpen bastresten.

EÉN PLANT, MEERDERE GENUS- EN SOORTNAMEN

De genusnaam *Lepidodendron* wordt gebruikt voor stammen en takken van een bepaald type wolfsklauwboom. Diverse onderdelen van deze bomen hebben echter in de loop der tijden van auteurs een andere genusnaam gekregen, omdat op het moment van beschrijving de wolfsklauwboom als compleet organisme nog niet bekend was.

Tegenwoordig wordt de boom als geheel ook als *Lepidodendron* aangeduid. De naam die als eerste aan een bepaald onderdeel werd gegeven, blijft echter geldig. Zo heten de kegels *Lepidostrobus* en de worteldragers *Stigmaria*.

Wat nog veel vaker voorkomt, is dat delen van één organisme verschillende soortnamen dragen. Voorbeeld: schors van *Lepidodendron* heet *L. aculeatum*, terwijl twijgen *L. lycopodioides* heten.

Iets dergelijks geldt voor veel Carboonorganismen.

Lepidodendron obovatum (Plaat 1-B) heeft kleinere en breder ruitvormige bladkussens. Deze zitten op de takken van de boom. De bladkussens missen de puntig uitgetrokken boven- en ondereinden van de vorige soort.

Tussen deze en de vorige soort komen overgangsvormen voor, waarvan het nog bebladerde takje van plaat 1-C een voorbeeld is.

*Lepidodendron lycopodioide*s (Plaat I-D) is de naam van (meestal) bebladerde takjes. Deze bladeren zijn lijnvormig en 1 tot 2 cm lang (soms nog wat korter). De bladkussens zijn heel klein en liggen dicht tegen elkaar aan.

Knorria

Dit is een algemene term voor stammen waarvan de bast met de bladlittekens is afgevallen. Kenmerkend voor knorria van *Lepidodendron* (Plaat 2-A) zijn de in spiralen geplaatste littekens van de vaatbundels; de ruitvormige omtrek van de bladlittekens is meestal nog te herkennen.

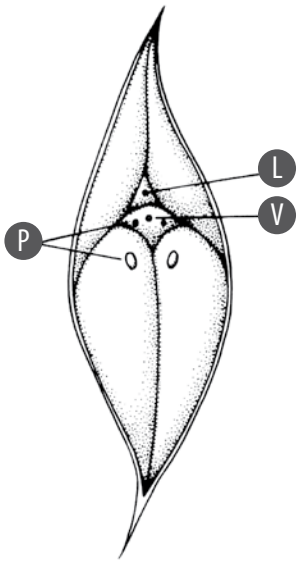
Lepidostrobus (Plaat 2-B)

Dit is de kegel (sporenaar) van *Lepidodendron*. Hij bestaat uit een as met dicht opeen staande, sporangiëndragende, schubben. Deze staan loodrecht op de as maar de top is omhooggebogen. *Lepidostrobus* is meestal moeilijk te onderscheiden van *Sigillariostrobus*. Zie voor het onderscheid aldaar; pag. 9). Een enkele maal wordt een 'bloem'-achtige structuur gevonden als in plaat 2-C. Dit is een dwarse doorsnede van de sporenkegel, die in het midden de kegel-as toont met de daaraan zittende kegelschubben. *Lepidodendron* kon wel 40 m hoog worden. Als de kegels afgeworpen werden en ze van grote hoogte naar beneden vielen, bleven ze soms rechtop in de moerassige ondergrond steken. Ze werden dan loodrecht op de gelaagdheid ingebed, wat resulteerde in de hier getoonde dwarsdoorsnede. In de meeste gevallen zijn de kegels *heterospoor*, d.w.z. dat ze zowel micro- als macrosporen bevatten. De microsporen zitten dan in de het bovenste deel van de kegel, de macrosporen in het onderste deel.

Lepidostrobophyllum

Lepidostrobophyllum hastatum (Plaat 2-D) is een van de vele schubvormige blaadjes waaruit de kegel is opgebouwd. De sporangiën zaten op het kleine, driehoekige deel. *L. hastatum* is de korte vorm.

Lepidostrobophyllum lanceolatum (Plaat 2-E) is een langgerekte kegelschub.



Afbeelding 9. | *Bladkussen van* Lepidodendron aculeatum. *In het midden zit het bladlitteken. V = vaatbundel, P = parichnos, L = ligula. Naar Taylor* et al. *(2009).*

Afbeelding 10. | *Bladlittekens van* Sigillaria mamillaris *uit Zuid-Limburg. V = vaatbundel, P = parichnos, L = ligula.*

Lepidophloios

Lepidophloios laricinus (Plaat 2-F) heeft bladkussens die, in tegenstelling tot die van *Lepidodendron*, breder zijn dan hoog. Bij goede conservering is in het onderste deel van het bladkussen een bladlitteken te zien.

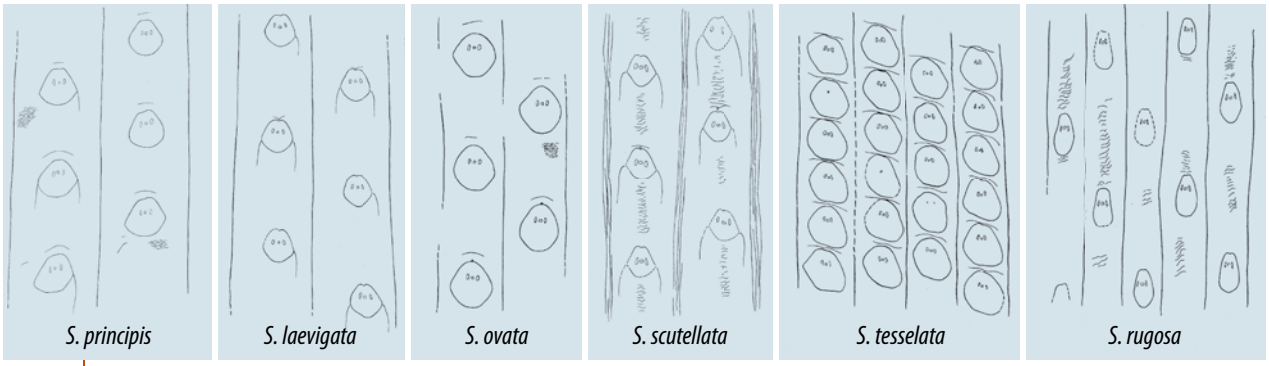
Bomen van het genus *Lepidophloios* zagen er net zo uit als *Lepidodendron*-bomen maar ze werden minder hoog. De sporenkegels zijn heel moeilijk van die van *Lepidodendron* te onderscheiden en worden daarom meestal ook met de naam *Lepidostrobus* aangeduid.

Sigillaria

Sigillaria-bomen werden minder hoog dan die van *Lepidodendron* maar ze konden toch een hoogte van zo'n 20 m bereiken. Terwijl de bladlittekens bij *Lepidodendron* klein zijn en op een bladkussen zitten, zijn ze bij *Sigillaria* groter en verbergen ze het bladkussen, dat eronder zit. Net als bij *Lepidodendron* zijn bij goede conservering de littekens van de *parichnos*, de vaatbundel en de *ligula* te zien (Afb. 10). Verder zitten de littekens in verticale rijen, meestal gescheiden door ribben.

Afbeelding 11 laat een schets zien van de kenmerken van onderstaande soorten: *Sigillaria principis* (Plaat 3-A) heeft dwars-elliptische tot rondachtige bladlittekens, die op ruime afstand van elkaar staan. Er zijn aflopende lijntjes vanaf de zijhoeken en boven het bladlitteken zit een boogvormig lijntje. Er zijn geen dwarsrimpels.

Sigillaria laevigata (Plaat 3-B) heeft bladlittekens met puntige zijkanten waaruit lijntjes omlaag lopen. Ze staan op flinke afstand van elkaar. Geen rimpels.



Afbeelding 11. | *Schetsen van de hier beschreven soorten van* Sigillaria. *Naar Josten (1991).*

Sigillaria ovata (Plaat 3-C) heeft rondachtige tot langgerekt ovale bladlittekens die meestal tamelijk ver van elkaar staan. Geen rimpels en geen aflopende lijntjes.

Sigillaria scutellata (Plaat 3-D) heeft (vaak) wat klokvormige bladlittekens met kleine lijntjes vanaf de hoeken. Onder de littekens zit een duidelijke rimpeling. Afstand van de littekens is 1 tot 3 littekenlengtes.

Sigillaria tesselata (Plaat 4-B) heeft zeshoekige rondachtige bladlittekens, die verticaal zeer dicht bij elkaar staan. Er is een dwarslijntje boven de bladlittekens, maar verder zijn er geen rimpels.

Sigillaria rugosa (Plaat 4-C) heeft langgerekte, peer- of druppelvormige bladlittekens, die op flinke afstand van elkaar staan. Er is een onregelmatige rimpeling tussen de littekens.

Sigillariostrobus (Plaat 4-A) is de sporenkegel van de *Sigillaria*-boom. Bij onrijpe kegels staan de vele schubben dicht opeen aan een as, zodat alleen de buitenkant met de omhooggerichte punten te zien is. Zulke kegels zijn vaak niet te onderscheiden van die van *Lepidodendron*. Zodra de kegel rijp was, vielen bij *Sigillariostrobus* de schubben af en in dat geval is op de as een zeer langzaam omhooglopende spiraal van puntjes te zien; bij *Lepidostrobus* is de spiraalvorm veel duidelijker en steiler. Complete kegels van *Sigillariostrobus* zijn erg zeldzaam.

Sigillariophyllum (Plaat 4-D) is het blad van *Sigillaria*. Het is zeer langgerekt en heeft een kiel aan de onderzijde. Deze bladeren worden bijna altijd los gevonden.

Stigmaria (Plaat 5-A) is de naam van de worteldragers van zowel *Lepidodendron*- als *Sigillaria*-bomen. Ze waren vlak uitgespreid, vertakten zich vorksgewijs en konden zo een groot oppervlak beslaan. Op deze wijze konden de bomen ook in moerassig milieu goed overeind blijven. Als de kleine worteltjes waren verdwenen, bleven ronde littekens (stigmata) achter.

Syringodendron (Plaat 5-B) is de stam van *Sigillaria* waarvan de bast met de bladlittekens afgeworpen is. De ribben zijn dan nog wel te zien alsmede de *parichnos*-littekens ('hazensporen').

Asolanus

Asolanus camptotaenia (Plaat 5-C) is de enige soort van dit genus. Het gaat om een boom waarvan de blaadjes lijken op die van *Lepidodendon*. De bladlittekens zijn ruitvormig en staan in ruime spiralen gerangschikt. Ze zijn altijd breder dan hoog. Kenmerkend is een streping die zich tussen de littekens door slingert. Soms zijn er naar boven en beneden driehoekige uitbreidingen te zien, die aan bladkussens doen denken (Afb. 12).

Bothrodendron

Bothrodendron minutifolium (Plaat 5-D) is een grote boom, die lijkt op *Lepidodendron*, maar waarvan de blaadjes veel kleiner zijn. Op de takjes is een zeer fijne rimpeling te zien die dwars op de lengterichting van de tak staat. De bladlittekens zijn zeer klein. Op de stam zitten grote littekens van afgevallen takken. Knorria (stam waarvan de bast is afgevallen) van deze soort wordt gekenmerkt door groefachtige verdiepingen in de lengterichting (Afb. 13).

PAARDENSTAARTEN

Er waren in het Laat-Carboon zowel kruidachtige als boomvormige paardenstaarten. De bomen werden tot 20 m hoog. Ook zij hadden een aandeel in de vorming van steenkool. Paardenstaarten worden gekenmerkt door gelede stammen en takken met *diafragma's* (knopen). De zijtakken, bladeren en sporenaren staan altijd op de knopen, de bladeren staan in kransen.

Afbeelding 12. | *Bladlitteken van* Asolanus camptotaenia *van de Piesberg, waarbij ook een bladkussen is te zien. Hoogte foto 1 cm.*

Calamites

Dit is de naam van het genus waartoe verreweg de meeste paardenstaartbomen behoren. Het genus wordt vaak in ondergenera verdeeld. De fossielen worden meestal gekenmerkt door ribben in de lengterichting en overdwarse knopen. In deze gevallen gaat het om versteende opvullingen van de centrale holte van een stam of een rhizoom (ondergrondse as met wortelkransen). De ribben zijn de afdrukken van de binnenkant van de houtcilinder. Onder de knoop zijn bij goede conservering ovale littekens te zien van kanalen die door het merg bij het diafragma liepen (Afb. 14). Bij nog betere conservering zijn heel kleine bladlittekens te zien boven de knoop. Soms worden ook gladde of verweerde paardenstaartstammen gevonden. Het gaat dan om de buitenkant van stam.

De ondergenera worden onderscheiden aan de hand van de plaatsing van de littekens van de zijtakken op de knopen. Zie afbeelding 15.

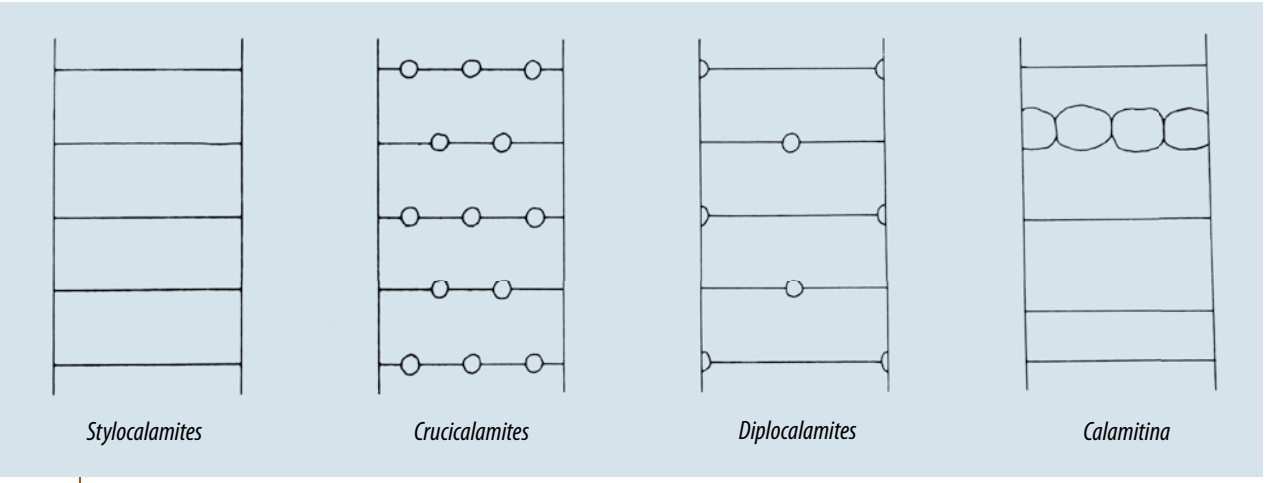
- *Stylocalamites* heeft vrijwel geen zijtaklittekens.
- *Crucicalamites* heeft op iedere knoop zijtaklittekens die op regelmatige afstanden van elkaar zitten. Per knoop verspringen ze.
- *Diplocalamites* heeft op iedere knoop twee zijtaklittekens tegenover elkaar zitten. Per knoop draaien ze over 90 graden.
- *Calamitina* heeft knopen met dicht opeenstaande zijtaklittekens gevolgd door meerdere knopen zonder littekens. Boven de knoop met de littekens zit een kort *internodium* (stengeldeel tussen twee knopen). Dit wordt gevolgd door in lengte toenemende internodiën, totdat weer een knoop met littekens optreedt.

Deze indeling en de reconstructies van *Calamites*-bomen, die vaak op landschapsreconstructies te zien zijn, stammen uit de jaren 1920. Het is intussen duidelijk dat deze indeling kunstmatig is. Nieuwere reconstructies tonen deze bomen met een groeivorm die vergelijkbaar is met die van een boomvaren of een palm, met een stam zonder zijtakken en bovenin een kroon die bij deze reuzenpaardestaarten bestond uit meerdere kransen van zijtakken, die periodiek afgeworpen werden als er weer nieuwe gevormd werden.

Calamites (*Stylocalamites*) *cistii* (Plaat 6-A) is te herkennen aan het feit dat de stamdelen tussen twee knopen langer zijn dan breed. Er zijn geen littekens van zijtakken.

Afbeelding 13. | *Knorria van* Bothrodendron *(Piesberg).*

Afbeelding 14. | *Infranodale littekens zitten onder de knopen bij* Calamites.

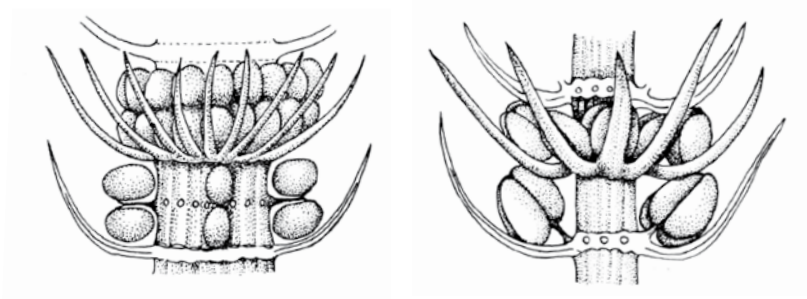


Afbeelding 15. | *De vier ondergenera van* Calamites. *De cirkeltjes stellen de zijtaklittekens voor op de knopen. Naar Josten (1991).*

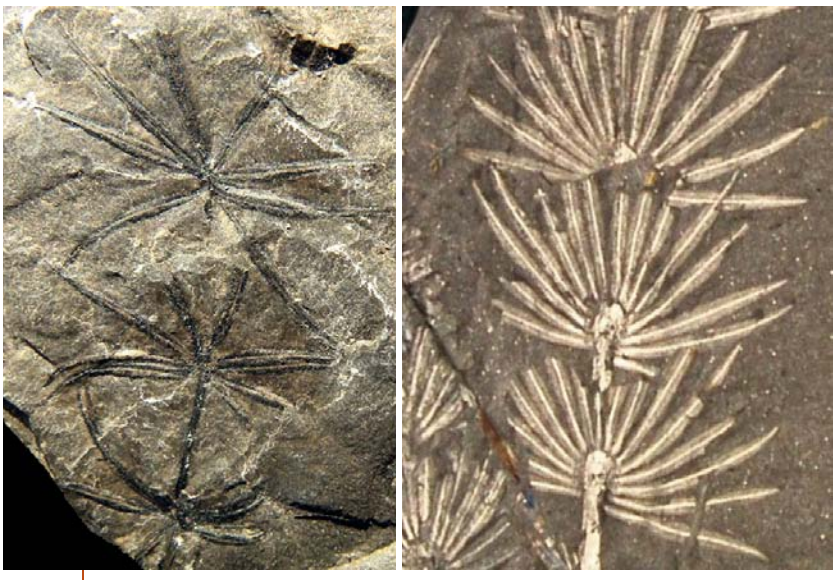
Calamites (*Stylocalamites*) *undulatus* (Plaat 6-B) heeft zigzagvormige ribben.

Calamites (*Stylocalamites*) *suckowii* (Plaat 6-C) heeft stamdelen die breder zijn dan lang. Ook hier zijn geen zijtaklittekens.

Calamites (*Diplocalamites*) *rugosus* of *C. carinatus* (Plaat 7-D). Beide soorten hebben twee of drie flinke zijtaklittekens met een vrije binnenruimte. Ze zijn alleen te onderscheiden als de buitenkant van de stam bewaard is gebleven: *C. rugosus* heeft dan een ruw oppervlak en *C. carinatus* een glad.



Afbeelding 16. | *Plaatsing van de sporangiën bij de sporenaren van paardenstaartbomen. Naar Stewart & Rothwell (1993).*



Afbeelding 17. | *Links:* Annularia *heeft uitgespreide bladkransen. Rechts:* Asterophyllites *heeft omhooggebogen bladkransen.*

Calamites (*Calamitina*) *goeppertii* (Plaat 7-C) heeft op sommige knopen een ring van littekens van zijtakken. Vaak is bij deze soort de buitenkant van de stam gefossiliseerd. Op een knoop staan de taklittekens meestal dicht tegen elkaar aan.

Palaeostachya en *Calamostachys*

(Plaat 7-A en B)
Deze beide genera zijn sporenaren van paardenstaartbomen. Ze zijn te onderscheiden van de sporenaren van wolfsklauwbomen doordat de steriele en de sporangiëndragende schubben in kransen staan. De twee genera zijn in de praktijk bij compressiefossielen (= platgedrukte fossielen),zoals van Ibbenbüren, maar zelden uit elkaar te houden. Het onderscheid is alleen bij zeer goede conservering te zien.
Bij *Palaeostachya* zitten de gesteelde sporangia in de oksels van de schubben, bij *Calamostachys* zitten ze midden tussen twee knopen aan de stengel vast (Afb. 16).

Annularia en *Asterophyllites*

De bladeren van de paardenstaartbomen waren relatief klein. Ze worden verdeeld in twee genera (Afb. 17):
Annularia: met bladkransen waarvan de blaadjes aan de basis met elkaar vergroeid zijn en die daardoor in één vlak liggen; de bladkransen zijn cirkel- of ellipsvormig;
Asterophyllites: met bladkransen waarvan de blaadjes schuin omhoog staan.

Annularia radiata (Plaat 8-A) heeft smalle, lancetvormige blaadjes die toegespitst zijn. Ze zijn gemiddeld 10 – 15 mm lang. Meestal worden losse bladkransen gevonden.

Annularia galioides (Plaat 8-B) heeft heel kleine blaadjes (meest 2-4 mm lang) met enigszins afgeronde top. Per krans gemiddeld 8 blaadjes.

Asterophyllites equisetiformis (Plaat 8-C) heeft kransen van vrij stijve, iets gebogen, schuin omhoogstaande blaadjes. De soort *A. longifolius* heeft kransen met meer blaadjes (rond de 30), waarbij de blaadjes ook langer en slapper zijn.

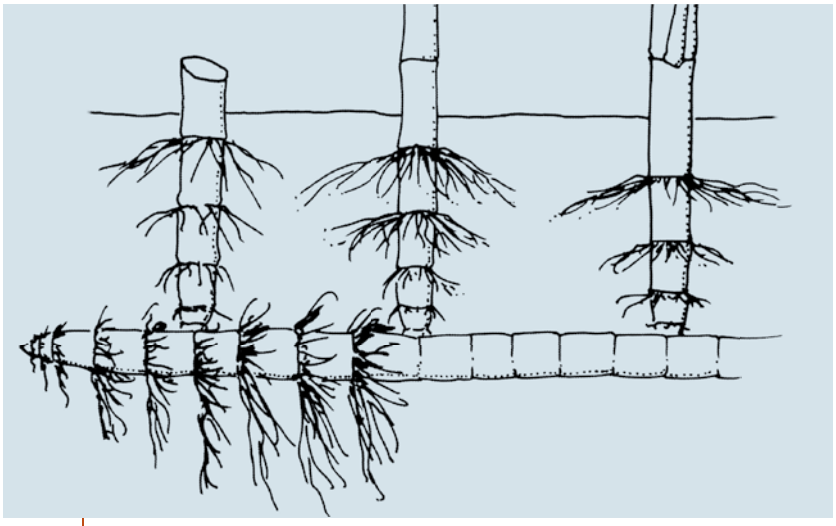
Asterophyllites grandis (Plaat 8-D) heeft kransen van een tiental zeer kleine (2-4 mm) boogvormig omhooggebogen blaadjes.

Asterophyllites charaeformis (Plaat 8-E) heeft nog kleinere blaadjes dan de vorige soort. Deze zijn vaak wat haakvormig omhooggebogen. Verder zijn er maar 4 of 5 blaadjes in een krans.

Wortels van paardenstaartbomen

Paardenstaartbomen hadden *rhizomen*. Dat zijn ondergrondse stengels met knopen waaruit worteltjes groeiden. Deze worteltjes zijn zelf niet geleed. Van tijd tot tijd groeide er uit zo'n knoop ook een nieuwe spruit, waaruit een boom ontstond (Afb. 18). Op deze wijze konden er *Calamites*-bossen

Afbeelding 19. | *De bladkransen van* Sphenophyllum *liggen meestal uitgespreid op de splijtvlak van het gesteente.*



Afbeelding 18. | *Het ondergrondse deel van paardenstaartbomen. Rhizoom met worteltjes en uitlopers op de knopen. Naar Taylor* et al. *(2009).*

ontstaan waarin weinig andere planten en bomen konden groeien. Van de worteltjes worden twee soorten onderscheiden:
Pinnularia capillacea (Plaat 9-A) heeft wortels waarbij de zijworteltjes in twee rijen liggen.
Myriophyllites gracilis: hierbij zijn de zijworteltjes onregelmatig ingeplant.

Sphenophyllum

Dit is een geslacht van kruidachtige paardenstaarten met op de knopen kransen van wigvormige, al dan niet ingesneden blaadjes. De bladkransen liggen meestal als cirkels of ovalen op het splijtvlak van het gesteente (Afb. 19). De knopen zijn wat verdikt en de stengels zijn drie- tot zeskantig. Het aantal blaadjes per krans is meestal 6, 9 of 12. Sommige soorten hebben meerdere bladvormen aan dezelfde plant (*heterophylie*).

Sphenophyllum heeft vaak sterk behaarde stengels, en blaadjes die eindigen in haakvormige structuren. Hoewel individuele stengels heel lang kunnen worden, is hun doorsnede altijd relatief klein en nagenoeg constant. Men neemt daarom aan, dat deze stengels niet zelfstandig rechtop konden staan en dat *Sphenophyllum* een klimplant was of een dichte struikvormige begroeiing vormde vergelijkbaar met onze huidige braamstruiken.

Sphenophyllum cuneifolium (Plaat 9-B) heeft kransen met driehoekige, aan de buitenrand scherp getande blaadjes. De plant vertoont heterophylie en heeft diep ingesneden blaadjes aan de dikkere assen. Het is een algemeen voorkomende soort.

Sphenophyllum myriophyllum (Plaat 9-C) is een vrij zeldzame soort met heel smalle blaadjes die iets boven de aanhechting gevorkt zijn.

VARENS

Hoewel een groot deel van de fossielen uit Ibbenbüren varenachtige bladeren heeft, behoort slechts een vrij klein deel daarvan tot de echte varens. De meeste horen bij de naaktzadigen en worden 'zaadvarens' genoemd. Deze naam is misleidend omdat het geen varens zijn maar zaadplanten. Er is nog een derde categorie en dat is de groep varenachtige bladeren waarvan niet bekend is of het om een (echte) varen of een zaadvaren gaat.

Alloiopteris

Alloiopteris is een genus van varens met kleine, *Sphenopteris*- of *Pecopteris*-achtige pinnulen die loodrecht op de as staan.

Alloiopteris similis (Plaat 9-D) is een varentje met heel fijne pinnulen (1 tot 3 mm lang), die onderling aan de basis met elkaar vergroeid zijn. De pinna's hebben evenwijdige zijranden.

Fortopteris

Fortopteris latifolia (Plaat 10-B) heeft erg variabele pinnulen, die meestal aan de bovenrand fijn getand zijn. Ze zitten aan de basis breed aan de as vast en lopen enigszins af. De soort heette vroeger *Mariopteris latifolia* maar toen er sporangiën gevonden werden, heeft de soort een andere genusnaam gekregen.

Pecopteris

Dit is het meest voorkomende varengenus. De pinnulen zijn over hun volle breedte aangehecht en hebben een veervormige nervatuur. Ze zijn meestal tongvormig, maar ze kunnen ook wat driehoekig zijn. Het op soort determineren is vaak moeilijk bij dit genus. Veel soorten zijn op grond van de vorm en de plaatsing van de sporangiën in een eigen genus geplaatst, maar in de praktijk wordt meestal nog de naam *Pecopteris* gebruikt. De eigen genusnaam staat hieronder tussen haakjes.

Pecopteris (*Asterotheca*) *miltoni* (Plaat 10-A) heeft 2 tot 14 mm lange pinnulen, die een wat gegolfde zijrand hebben. Het komt vaak voor dat pinnulen zo diep ingesneden zijn dat het bijna pinna's lijken. Soms is te zien dat de pinnulen viltig behaard zijn.

Pecopteris (*Senftenbergia*) *pennaeformis* (Plaat 10-C) heeft kleine pinnulen, die min of meer evenwijdige zijranden hebben en die loodrecht op de as staan. De nerven staan niet dicht op elkaar en zijn aan de basis eenmaal vertakt.

Pecopteris (*Senftenbergia*) *plumosa* (Plaat 10-D) heeft kleine, enigszins driehoekige, pinnulen die schuin naar voren gericht zijn.

Afbeelding 20. | *Reconstructie van een blad van de zaadvarenboom* Neuropteris *in museum Natura Docet in Denekamp.*

Pecopteris (*Senftenbergia*) cf. *volksmannii* (Plaat 11-A) heeft iets grotere pinnulen dan de vorige soort (tot 1 cm) en rechte of gegolfde zijranden. Ze staan wat scheef aan de as en hebben nerven die meestal moeilijk te zien zijn. Bode (1927) vermeldt deze soort met de aanduiding cf. (cf. = Latijn: *confer* = vergelijk; deze afkorting wordt gebruikt in de betekenis van 'lijkt het meest op maar kan niet met zekerheid als zodanig gedetermineerd worden'). Dit lijkt ook van toepassing op het exemplaar van de foto.

Sphenopteriden

Dit zijn soorten die vroeger tot *Sphenopteris* gerekend werden, maar die nu op grond van de sporangiën in andere genera ondergebracht zijn.

Oligocarpia brongniartii (Plaat 11-B) is een voorbeeld van een varenachtig blad dat later als een echte varen herkend is. Het is een vorm met kleine, langwerpige pinnulen, die een geschulpte rand hebben.

Renaultia gracilis (Plaat 11-C) lijkt erg op de vorige soort maar heeft pinnulen met dieper ingesneden randen.

Opmerking: van alle genoemde varensoorten zitten maar één of enkele stukken in de verzameling.

ZAADVARENS

Zaadvarens hebben varenachtige bladeren maar zijn geen varens. Ze dragen, zoals de naam zegt, zaden en moeten tot de naaktzadigen gerekend worden. Het komt maar zelden voor dat een zaad aangehecht gevonden wordt, maar één enkele vondst is genoeg om aan te tonen dat een bepaalde bladvorm tot de zaadvarens behoort. De meeste zaadvarens waren boomvormig maar er waren er ook die als lianen groeiden. Aanvankelijk werden twee groepen van zaadvarens onderscheiden. Tegenwoordig onderscheidt men een tiental groepen van het jongste Devoon tot in het Krijt. De term zaadvaren is tegenwoordig eigenlijk meer een soort verzamelbegrip voor alle vormen, die niet tot de varens of een van de nog levende groepen van naaktzadigen (coniferen, ginkgo's, cycadeeën) behoren.

Alethopteris

Bij dit genus zijn de pinnulen breed aangehecht en ze lopen naar beneden

langs de as af. Verder hebben ze een duidelijke, meestal ingezonken hoofdnerf met min of meer loodrecht daarop staande zijnerven. Naast de hoofdnerf treden ook een aantal kleinere nerven direct vanuit de as de pinnulen in. De pinnulen zijn gaafrandig en meestal aan de basis met elkaar verbonden.

Alethopteris decurrens (Plaat 11-D) heeft sterk aflopende, zeer smalle pinnulen (rond 3 mm), die tamelijk ver uit elkaar staan en meestal aan de basis met elkaar verbonden zijn. Toch kunnen ook vrijstaande pinnulen voorkomen. De nerven zijn zeer duidelijk en liggen vrij ruim.

Alethopteris lonchitica (Plaat 12-A en B) heeft langere (tot 5 cm) en bredere (tot 7 mm) pinnulen dan de vorige soort. Ze staan tamelijk dicht bij elkaar. Naar beneden toe in een pinna lopen de pinnulen minder sterk af en soms zijn ze zelfs wat ingesnoerd aan de basis. De top van de pinnule is toegespitst maar wel afgerond.

Alethopteris serlii (Plaat 12-C en 13-A) heeft iets kortere, tot 4 cm lange, en iets bredere (tot 9 mm) pinnulen dan *A. lonchitica*. De pinnulen hebben wat bollere zijkanten dan de vorige soort en ze zijn breed afgerond.

Eusphenopteris

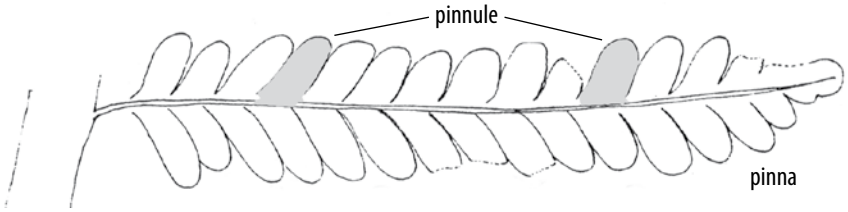
Dit is een zaadvarengenus met pinnulen die door insnijdingen zijn verdeeld in rondachtige tot soms bijna vierkante lobben. Die lobben zijn nooit getand, maar kunnen zelf wel weer gelobd zijn.

Eusphenopteris hollandica (Plaat 13-B) heeft pinnulen met kleine ronde of eironde lobben, die wat gewelfd zijn. De topblaadjes van een pinna zijn ongeveer even groot als een pinnule.

Eusphenopteris neuropteroides (Plaat 14-A) heeft pinnulen met wat grotere, rondachtige tot ovale lobben. De pinnulen zijn breed aangehecht. De nervatuur is duidelijk zichtbaar.

Eusphenopteris striata (Plaat 14-B) heeft pinnulen met maximaal vijf ronde of ovale lobben. De pinnulen zijn meestal plat en hebben een fijne, dichte radiale streping.

Eusphenopteris trigonophylla (Plaat 14-C) heeft pinnulen die als geheel vaak enigszins driehoekig zijn met rondachtige tot driehoekige lobben. De pinnulen zijn vaak wat gewelfd.



Afbeelding 21. | *Een veertje heet pinna, een blaadje heet pinnule.*

ENKELE BEGRIPPEN

Varens en zaadvarens hebben in de regel meervoudig geveerde bladeren. De hoofdas kan aan de basis gevorkt zijn. Dit is met name bij zaadvarens vaak het geval (Afb. 20). Aan de assen van de laatste orde zitten kleine blaadjes, die *pinnulen* of *pinnulae* worden genoemd. Een veertje met pinnulen heet *pinna* (meervoud *pinna's* of *pinnae*). Zie Afb. 21. Complete bladeren konden enkele meters lang worden, maar meestal worden slechts fragmenten gevonden.

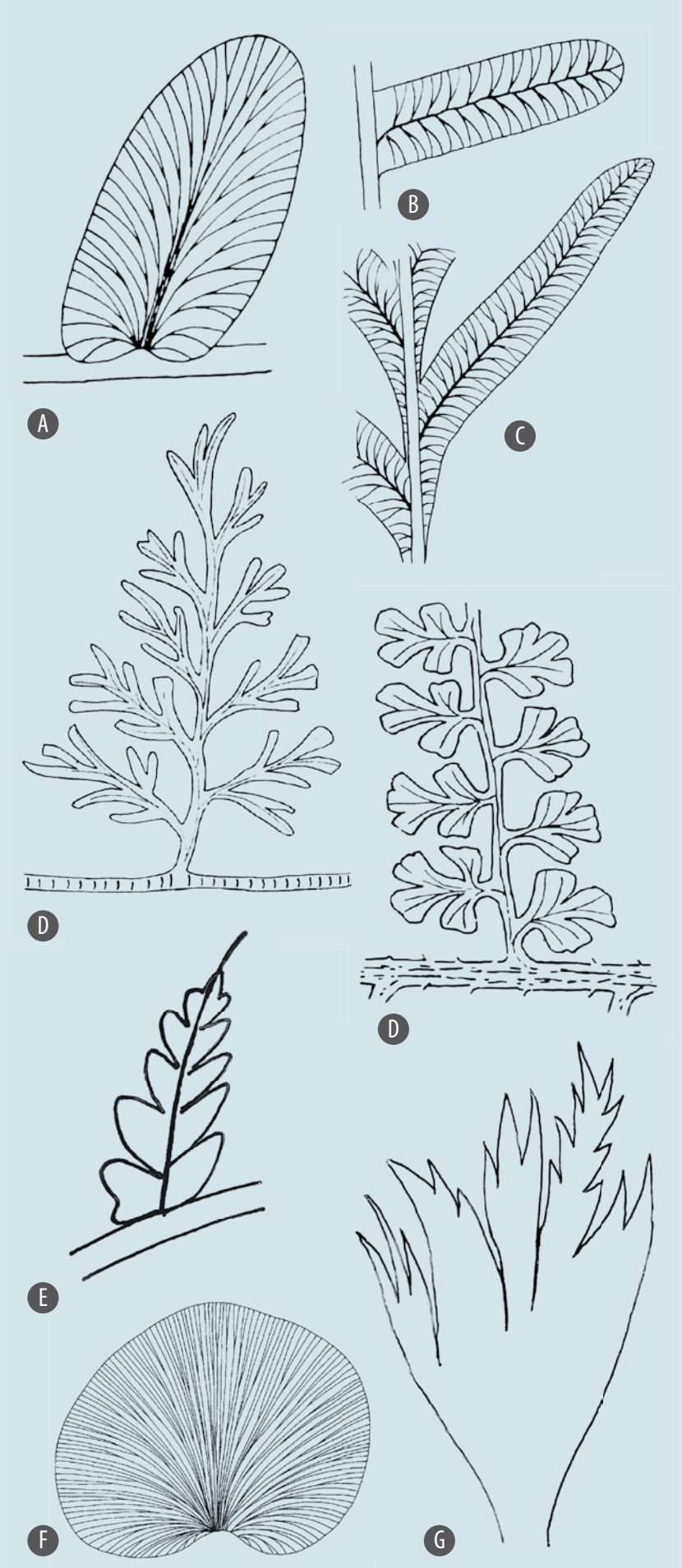
Er zijn verschillende genera voor varenachtige bladeren die uitsluitend op grond van hun vorm, met name de aanhechting, omtrek en nervatuur van de pinnulen, gedefinieerd zijn en waarvan niet bekend is of het om varens dan wel zaadvaren gaat. Het feit dat zulke soorten in hetzelfde genus geplaatst worden, hoeft er niet op te duiden, dat ze nauw met elkaar verwant zijn; het geeft alleen aan dat ze dezelfde bladvorm hebben. Een voorbeeld hiervan is het geslacht *Sphenopteris*, waartoe soorten met gelobde en ingesneden pinnulen gerekend worden. Zodra bij een soort sporangiën aangetoond kunnen worden, is het een varen. Aangehechte zaden (bij zaadvarens) zijn echter een grote zeldzaamheid en worden bijna nooit gevonden. Het onderscheid tussen echte varens en zaadvarens kan ook aan de hand van andere kenmerken, zoals de anatomie en de structuur van *cuticula's* (het buitenste laagje dat bladeren en stengels bedekt) vastgesteld worden. In Ibbenbüren komen echter geen anatomische resten en cuticula's voor. Daarvoor is men op vindplaatsen met beter bewaard materiaal aangewezen. Zodra bekend is of het om een echte varen of om een zaadvaren gaat, wordt de soort in een ander genus geplaatst.

Van een groot aantal *Sphenopteris*-soorten is echter niet precies bekend waartoe ze behoren.

DETERMINATIE VAN VARENACHTIGE FOSSIELEN

Aan de hand van afbeelding 22 kunnen varenachtige fossielen (echte varens en zaadvarens) in een bepaalde categorie ondergebracht worden, waarna verdere determinatie met behulp van de boeken uitgevoerd kan worden. De categorieën zijn:

- *Neuropteris*-achtig: de pinnulen zitten in één punt aan de as vast: *Neuropteris, Neuralethopteris, Reticulopteris, Paripteris, Linopteris*
- *Pecopteris*-achtig: de pinnulen zitten met (bijna) de hele basis aan de as vast *Pecopteris, Alloiopteris*
- *Alethopteris*-achtig: de pinnulen zijn zeer breed aangehecht, lopen af langs de as en zijn met elkaar verbonden; behalve de middennerf zijn er vaak nog een aantal nerven die direct vanuit de as de pinnulen binnentreden: *Alethopteris, Neuralethopteris*
- *Sphenopteris*-achtig: de pinnulen zijn gelobd tot diep ingesneden: *Sphenopteris, Eusphenopteris, Palmatopteris, Renaultia, Oligocarpia, Alloiopteris, Fortopteris*
- *Mariopteris*-achtig: de pinnulen zijn min of meer (afgerond) driehoekig, maken een stijve indruk en de pinna's hebben een uitgegroeide as (klimhaak), die overigens lang niet altijd goed zichtbaar is: *Mariopteris, Fortopteris*
- *Cyclopteris*: rondachtig blad, dat aan de basis van een veer gezeten heeft en dat meestal los gevonden wordt; kan vrij groot worden;
- *Aphlebia*: sterk ingesneden blad, dat ook bijna altijd los gevonden wordt; heeft om een jong varenblad gezeten.



Mariopteris

Dit is een genus van klimmende zaadvarens. Het relatief kleine blad is tweemaal gevorkt en de pinna's eindigen vaak in een haak. Deze klimhaken zijn overigens lang niet altijd zichtbaar. De pinnulen zijn meestal min of meer driehoekig, maar ze kunnen ook afgerond zijn. Ze zijn gaafrandig tot licht gegolfd. De assen zijn dwarsgestreept. Het meest typische kenmerk van *Mariopteris* is de extra lob aan de basis van de pinnulen, al komt dit niet bij alle pinnulen voor. Deze extra lob is bij de onderste blaadje van een pinna het best ontwikkeld. Zie daarvoor afbeelding 22 en de inzet van plaat 15-A.

Mariopteris muricata (Plaat 14-D) heeft stijve, driehoekige pinnulen, die breed aangehecht zijn. Alleen de onderste pinnule heeft een extra lob aan de onderzijde.

Mariopteris sauveurii (Plaat 14-E) heeft heel langwerpige pinnulen met een wat gegolfde rand. Ze zijn te beschouwen als pinna's met samengegroeide pinnulen.

Mariopteris nervosa (Plaat 15-A) heeft stomp driehoekige pinnulen met heel duidelijke nerven. Ze zitten scheef aan de as.

Neuropteris

Het genus *Neuropteris* omvat vele soorten boomvormige zaadvarens. Kenmerkend is dat de ovale en tongvormige pinnulen aan de basis in één punt aan de as vastzitten. De pinnulen boven in een veer zitten vaak breder vast. De bladeren waren meermalen geveerd en konden zeer groot worden (Afb. 20). Voor een goede determinatie zijn boeken als Josten (1991) noodzakelijk.

Neuropteris obliqua (Plaat 15-B en D) heeft pinna's, die eindigen in een

Afbeelding 22. | *a.* Neuropteris-*achtig*
b. Pecopteris-*achtig*
c. Alethopteris-*achtig*
d. Sphenopteris-*achtig*
e. Mariopteris-*achtig*
f. Cyclopteris
g. Aphlebia
Afb. a, b, c en d naar Gothan & Remy (1957); Afb. f. naar Cleal & Thomas (1994)

Afbeelding 23. | *Een deel van een blad van* Neuropteris attenuata *van de Piesberg waarbij (restanten van) aangehechte* Cyclopteris *aanwezig zijn.*

grote eindpinnule, die uit meerdere met elkaar vergroeide pinnulen bestaat. De pinnulen zijn erg variabel van vorm maar hebben heel duidelijke nervatuur; de zijnerven zijn vaak wat geknikt op de plaats waar ze zich vertakken. De pinnulen kunnen ook relatief groot zijn zoals in plaat 15-C.

Neuropteris attenuata (Plaat 16-A) heeft kleine pinnulen (tot 1 cm) die duidelijke, ruim liggende, vertakte zijnerven hebben, die niet geknikt zijn.

Neuropteris bourozii (Plaat 16-B) heeft relatief grote, breed afgeronde pinnulen met een heel fijne nervatuur. Vanaf de middennerf lopen de zijnerven onder een scherp hoek omhoog, om met een zwakke boog naar de rand te lopen. Ze vertakken zich enkele malen.

Neuropteris heterophylla (Plaat 16-C) heeft middelmatig grote, tongvormige pinnulen met een middennerf die de top niet bereikt. De zijnerven lopen boogvormig naar de rand.

Neuropteris hollandica (Plaat 16-D) heeft middelgrote pinnulen waarin de middennerf tot ongeveer driekwart van het blad loopt en waarin de zijnerven bijna recht zijn.

Neuropteris tenuifolia (Plaat 17-A) heeft tamelijk grote, langwerpige pinnulen met duidelijke, vrij dicht bij elkaar liggende zijnerven. De soort is te herkennen aan een zeer fijne streping tussen de nerven (een sterke loep is noodzakelijk!)

Neuropteris parvifolia (Plaat 17-B) is een soort met erg kleine pinnulen (meestal tot 6 mm). De zijnerven staan niet erg dicht op elkaar en verlopen een beetje bochtig.

Neuropteris scheuchzeri (Plaat 17-C) is een grootbladige soort. De pinnulen zijn spits-driehoekig en ze zijn te herkennen aan een duidelijke korte streping tussen en over de nerven. Deze structuren werden tot nu toe als beharing geïnterpreteerd, maar enkele auteurs hebben onlangs gesuggereerd dat het resten van met latex- of hars-achtige gevulde substanties zouden zijn.

Palmatopteris

Een genus met diep ingesneden, handvormige (*palmate*) pinnulen.
Palmatopteris furcata (Plaat 18-A) heeft pinnulen waarvan de lobben zeer smal zijn (tot 1 mm breed). Bij sommige vormen zijn de lobben meer met elkaar vergroeid en zijn de insnijdingen ondieper. Soms is een van de lobben haakvormig verlengd. Daarom neemt men aan dat het een klimplant was.

Linopteris

Dit genus wordt gekenmerkt door een netvormige nervatuur. Verder zijn de pinnulen vaak een beetje omhooggebogen. De pinnulen staan tegenover elkaar en een complete veer eindigt in een tweetal eindpinnulen. Opvallend is dat in Bode (1927), de soorten van dit genus veelvuldig genoemd worden, terwijl de hier beschreven verzameling maar één enkel stuk bevat:

Linopteris neuropteroides (Plaat 18-B) heeft vrij grote pinnulen (tot 4 cm maar meestal 2 cm lang). De mazen van de netvormige nervatuur zijn smal langwerpig. De middennerf loopt door tot op de helft van het de pinnule.

Neuralethopteris

Staat wat bladvormen betreft, zoals de naam al zegt, tussen *Neuropteris* en *Alethopteris* in. In de meeste gevallen zijn de pinnulen aan de basis ingesnoerd

(*Neuropteris*-achtig), hoewel aflopende pinnulen ook kunnen voorkomen. De vorm en de nervatuur van de pinnulen lijken echter het meest op die van *Alethopteris*, d.w.z. dat de pinnulen lang en smal zijn, dat de middennerf tot in de top doorloopt en dat de zijnerven min of meer loodrecht op de rand staan.

Neuralethopteris schlehanii (Plaat 18-C) heeft pinnulen die schuin omhoog gericht staan en aan de basis ingesnoerd zijn. Alleen in de top van de pinna's zitten ze breed aangehecht. De nerven lopen vanuit de middennerf schuin omhoog en komen min of meer loodrecht op de bladrand aan.

Reticulopteris

Dit genus vertoont gelijkenis met *Neuropteris*, maar de nervatuur is opvallend netvormig. De pinnulen zijn aan de basis sterk ingesnoerd.

Reticulopteris muensteri (Plaat 19-A) heeft tamelijk grote pinnulen; de kleinere zijn meestal tongvormig, de grotere wat meer spits-driehoekig. Dit is de enige soort van dit genus in onze omgeving. Van deze soort worden grote ronde *Cyclopteris*-bladeren gevonden, die ook een netvormige nervatuur hebben.

Paripteris

Een klein genus waarvan de soorten tamelijk grote, tongvormige, veernervige, tegenover elkaar staande pinnulen hebben met een ronde top. Vaak zijn de pinnulen ook wat omhooggebogen. Bijzonder is dat de pinna's twee eindpinnulen hebben.

Paripteris pseudogigantea (Plaat 19-B en C) heeft pinnulen die meestal niet langer dan 2 cm zijn. Daarin onderscheidt de soort zich van *P. gigantea* die pinnulen tot 4 cm heeft. De laatste soort heeft ook een kortere middennerf (tot halverwege het blaadje). Meestal worden de pinnulen los gevonden.

Cyclopteris (Plaat 20-A)

Deze naam betreft grote, (meestal) rondachtige schutbladen die aan de basis van een veer van een zaadvaren hebben gezeten. Ze worden maar zelden aangehecht gevonden (Afb. 20 en 23).

Dolerophyllym

Dolerophyllum goeppertii (Plaat 20-B) is de naam van een rondachtig blad met nerven die zich onder een scherpe hoek vertakken. De systematische plaats van dit (zeldzame) fossiel is nog niet duidelijk.

ZADEN

Zaden worden in verreweg de meeste gevallen los van de bebladering gevonden. Een aangehecht zaad kan van wetenschappelijke betekenis zijn. Het determineren van losse zaden is vaak niet goed mogelijk omdat duidelijke kenmerken ontbreken. Met Cleal & Thomas (1994) kan een poging gedaan worden: een heel hoofdstuk is aan dit onderwerp gewijd.

Hexagonocarpus hookeri (Plaat 20-C). Zaden met zes duidelijke ribben, waarvan er in afdrukmateriaal doorgaans maar drie of vier zichtbaar zijn.

Holcospermum sp. (Plaat 20-D). Zaden zonder vleugels maar met meer dan zes ribben.

Carpolithus sp. (Plaat 20-E). Een vrij groot zaad zonder vleugels of versieringen.

Carpolithus membranaceous (Plaat 20-F). Kleine ovale zaden met onregelmatige lijnen.

Trigonocarpus sp. (Plaat 21-A en B). Ovale, in dwarsdoorsnede driehoekige zaden met drie duidelijke ribben en soms nog drie minder duidelijke.

ENKELE OPMERKINGEN

Opvallend is dat de zaadvaren *Linopteris* met slechts één stuk vertegenwoordigd is in de verzameling terwijl Bode het fossiel veelvuldig vermeldt. Wellicht worden de pinnulen vaak over het hoofd gezien en verward met andere soorten. De netvormige nervatuur moet met de loep bekeken worden.

Ook het ontbreken van *Cordaites*-bladeren valt op, maar daarvoor is wel een verklaring. Deze bomen worden pas algemeen in het hogere Westfalien. Het merendeel van het hier beschreven en afgebeelde materiaal stamt uit het oudere Westfalien B. [NB: *Cordaites* is een genus van naaktzadige bomen en struiken met lintvormige bladeren.]

In de loop der jaren is er veel verzameld tijdens de steenkoolproductie in Ibbenbüren en het is opmerkelijk hoe weinig er over de vondsten geschreven is. Het is jammer dat het verzamelen nog maar op kleine schaal doorgaat, maar in schuren en op zolders liggen vast nog veel kisten met plantenfossielen van deze plek. Ik hoop dat dit artikel aanleiding zal zijn om ze nog eens goed door te spitten. Als daarbij nog niet genoemde fossielen te voorschijn komen, houd ik mij aanbevolen voor melding. Op mijn website (www.fossieleplanten.nl) kan ik ze dan alsnog toevoegen.

DE FAUNA VAN IBBENBÜREN

Tussen de overvloedige vegetatie van het Laat-Carboon zullen zeker talloze diertjes geleefd hebben, maar fossielen daarvan zijn erg zeldzaam. Dat zal te maken hebben met de voorwaarden waaronder fossielen kunnen ontstaan. In dit geval hebben de planten blijkbaar een veel grotere kans op fossilisatie dan de dieren, wellicht door de aanwezigheid van een cuticula bij de planten. Diertjes waren waarschijnlijk al vergaan voordat het fossilisatieproces goed en wel op gang kwam.

Toch worden van tijd tot tijd mooie vondsten gedaan. In 1994 vond Wil Costers uit Winterswijk een buitengewoon goed geconserveerd exemplaar van *Maiocercus celticus* (een spinachtige uit de orde Trigonotarbida) op de stort-hoop bij Dickenberg (Afb. 24 en 25). Opmerkelijk was verder dat Hans van Essen (Dieren) en schrijver dezes in 1996 op dezelfde locatie nog eens vijf fossielen van dezelfde spinachtige vonden.

Afbeelding 24. | *De trigonotarbide spinachtige* Maiocercus celticus. *Vindplaats: Ibbenbüren. Lengte van het fossiel 2,5 cm. Coll. Wil Costers.*

Deze waren weliswaar minder compleet, maar toch duidelijk herkenbaar (Afb. 26). Blijkbaar waren de omstandigheden in de betreffende laag gunstiger voor de fossilisatie van diertjes dan in andere. In Grondboor & Hamer 1997-3/4 hebben we samen met Prof. Brauckmann deze vondsten uitgebreid beschreven.

Hieronder volgt nog een korte samenvatting. Ook een aantal andere dieren en diertjes komt kort aan bod. Insectenvondsten zijn zeer zeldzaam in Ibbenbüren.

Maiocercus celticus

De orde van de Trigonotarbida hoort tot de klasse van de Arachnida (spinachtigen), die zelf weer onderdeel is van het fylum der Arthropoda (geleedpotigen). Aan het eind van het Paleozoïcum stierf deze orde uit.

Het lichaam van een trigonotarbide spinachtige bestaat uit een kopborststuk (*prosoma*) en een achterlijf (*epistosoma*), die beide bedekt zijn met een pantser van chitine. In het achterlijf zijn de geledingen nog goed te zien, maar de delen zijn geheel met elkaar vergroeid. De vier paar poten zitten alle aan het prosoma, achter de mond. Vóór de mond zit één paar *cheliceren* (die een bijtfunctie hebben) en één paar *pedipalpen* (die een tastfunctie hebben). In het fossiel van de afbeeldingen 24 en 25 zijn alle acht poten te zien, maar de cheliceren en pedipalpen niet. Opvallend is de versiering met kleine knobbeltjes langs de geschulpte randen van het achterlijf.

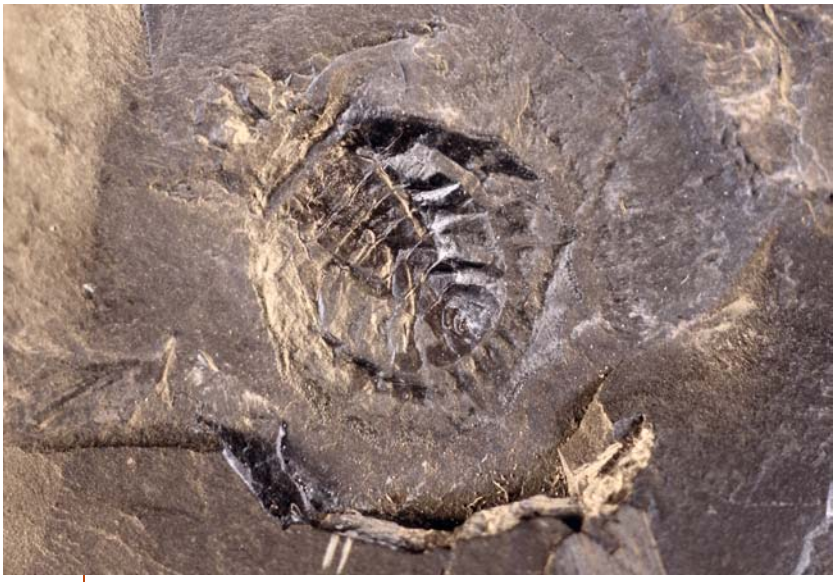
Bij het exemplaar van afbeelding 26 is het achterlijf compleet, terwijl het prosoma slechts fragmentarisch bewaard is gebleven. Van de poten is er maar één als indruk aanwezig. Aan de achterkant van het achterlijf is een kleine ronde structuur te zien, waarvan men denkt dat het een anale klep, dan wel een klein *pygidium* (= staartstukje) is. Het zit eigenlijk aan de onderzijde van het fossiel maar het is doorgedrukt in de bovenkant.

Aangenomen kan worden dat *Maiocercus celticus* een rover was. Waarschijnlijk verschool hij zich in het vochtige plantendek om plotseling te voorschijn te komen als er een prooi voorbij kwam. Zie voor meer informatie Van Essen *et al.* (1997).

Arthropleura sp.

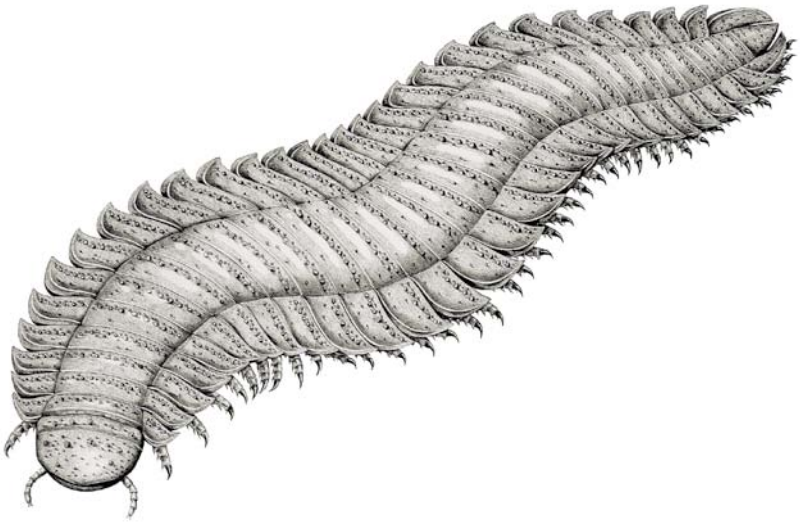
Eén van de meest tot de verbeelding sprekende dieren uit het Carboon is de reuzen-miljoenpootachtige *Arthropleura*. Sommige van deze dieren bereikten

Afbeelding 25. | Maiocercus celticus *zoals hij gevonden werd. Foto: W. Costers.*



Afbeelding 26. | *Een wat minder goed bewaard gebleven exemplaar van* Maiocercus celticus. *Vindplaats: Ibbenbüren. Lengte van het fossiel 1,4 cm. Coll. H. Steur*

Afbeelding 27. | *Vervellingsresten van de reuzenmiljoenpootachtige* Arthropleura *sp. De lichte banden zijn preparatiesporen; deze begrenzen de fossielen. Rechts zit een zijdelings uitsteeksel van het pantser van een segment. Linksonder zit een deel van het rugpantser en linksboven een buikplaat. Naar schatting is het dier ongeveer 1,40 m. lang geweest. Vindplaats: Ibbenbüren. Breedte van het stuk 16 cm. Coll. Naturkundemuseum, Münster. Foto: C. Steinweg*



Afbeelding 28. | *Reconstructie van de reuzenmiljoenpootachtige* Arthropleura. *Tekening: Elke Gröning, TU Clausthal.*

een lengte van meer dan 2 m bij een geschat gewicht van zo'n 10 kg. Overigens zijn er ook soorten gevonden die maar 4 cm lang waren.

In Ibbenbüren is het stuk van afbeelding 27 gevonden. Daarop zijn drie delen van het pantser van een *Arthropleura*-exemplaar van gemiddelde lengte te zien. De lichte banden zijn preparatiesporen langs de randen van de fossielen. Rechts zit een *pleuriet*: dat is een zijdelings uitsteeksel van het pantser van een segment (zie afbeelding 28). Linksonder zit een deel van het rugpantser en linksboven een buikplaat. De fossielen zijn delen van een vervelling. Naar schatting is het dier met 29 segmenten ongeveer 1,40 m. lang geweest. Er zijn nog meer resten van *Arthropleura* in Ibbenbüren gevonden, maar die moeten nog beschreven worden. Volgens de nieuwste inzichten was de kop naar beneden gericht en zat deze half verscholen onder een nekschild. Monddelen zijn nog niet gevonden, wat erop wijst dat deze niet erg hard waren. Daarom is het waarschijnlijker dat het dier stuifmeel en planten at, dan dat het een roofdier was, zoals tot nu toe vaak werd aangenomen. Voelsprieten en ogen zijn nog niet beschreven.

Miljoenpoten hebben per segment twee paar poten. Daarom heet de groep Diplopoda. Van *Arthropleura* is nu bekend dat sommige segmenten twee paar poten hadden en andere één paar. Op een totaal van 29 segmenten had het dier 39 paar poten. Het wordt toch tot de Diplopoda gerekend.

Ook in de Piesberg, Zuid-Limburg, het Ruhrgebied en bij Manebach (Thüringen) zijn resten van dit dier gevonden. De prachtige reconstructie door Elke Gröning in afbeelding 28 geeft de jongste inzichten weer.

Euproops sp.

Degenkrabben waren in het Carboon, in tegenstelling tot die in later tijden, kleine zoetwaterdiertjes met afmetingen van enkele centimeters. In de plantenlagen worden ze van tijd tot tijd gevonden, maar in het algemeen zijn deze fossielen zeldzaam. In sommige lagen komen ze echter relatief vaak voor. In het verleden zijn ze op de afvalbergen van Ibbenbüren ook wel gevonden. De meeste

fossielen zijn van het genus *Euproops*, maar een soortnaam is in de meeste gevallen niet te geven. Zo wordt het exemplaar van afbeelding 29 aangeduid als *Euproops* sp. Merk op dat de *telson*, de lange stekelstaart, ontbreekt.

Aan de hand van de vele exemplaren, die de laatste tijd in de Piesberg gevonden zijn, heeft men de verschillende ontwikkelingsfasen van deze degenkrabjes kunnen vaststellen (Haug *et al.*, 2012). Kort gezegd komt het erop neer dat bij zeer jonge dieren de stekels lang zijn in vergelijking met de breedte van de 'kraag' om het achterlijf, terwijl bij volgroeide exemplaren de kraag breed is en de stekels kort zijn. Het exemplaar van afbeelding 29 is te beschouwen als een bijna volwassen degenkrab. In het genoemde artikel wordt ook de vraag gesteld of de huidige verdeling in soorten van het genus *Euproops* niet voor een groot deel berust op kenmerken van ontwikkelingsstadia.

Zoetwater-tweekleppigen

In sommige lagen komen zoetwaterschelpjes voor. Afbeelding 30 geeft daarvan twee voorbeelden: beide behoren tot het genus *Anthracosia*. Zie voor meer informatie over tweekleppigen van West-Duitsland Amler & Schöllmann (2012).

"*Spirorbis*" (= *Microconchus*)

Tot voor enkele jaren werden deze kleine spiraalvormige organismen (Afb. 31) gezien als kleine wormpjes met een kalkschaal. Onderzoek van Taylor & Vinn (2006) heeft aangetoond dat ze tot een heel andere groep behoren en dat de sterke gelijkenis met de vanaf het Krijt voorkomende echte *Spirorbis* (een borstelworm) een geval van convergente evolutie is. De microstructuur van de schaal van de oude "*Spirorbis*" is heel verschillend van die van de nu nog levende *Spirorbis*. De oudere "*Spirorbis*" behoort tot de Microconchida, een groep organismen, die verwant is met de brachiopoden en de bryozoën. De nieuwe naam van het genus is *Microconchus*. Fossielen ervan zijn bekend uit afzettingen vanaf het Boven-Ordovicium tot de Midden-Jura. Een verschil tussen de beide groepen is ook dat *Microconchus* in zoetwater leefde terwijl *Spirorbis* een zeediertje was en is.

Afbeelding 29. | Euproops *sp., een degenkrabje van Ibbenbüren. De* telson *(de stekelstaart) ontbreekt. Breedte van de degenkrab 4 cm. Coll. Naturkundemuseum, Münster. Foto: C. Steinweg*

Dankwoord

Ik dank Prof. Dr. Hans Kerp van de Forschungsstelle für Paläobotanik 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 Dr. Lothar Schöllmann van het Museum für Naturkunde te Münster voor het verstrekken van de foto's van de afbeeldingen 8, 27 en 29, alsmede voor de bijbehorende informatie.

Afbeelding 30. | *Twee zoetwatertweekleppigen van Ibbenbüren. Beide* Anthracosia *sp. Links: lengte 18 mm; rechts: lengte 12 mm. Coll. H. Steur.*

Afbeelding 31. | *Exemplaren van* Microconchus *sp. ("*Spirorbis*") op een stammetje van* Calamites. *Hoogte foto 3,5 cm. Coll. H. Steur.*

Ik dank Dr. Elke Gröning van de TU Clausthal voor de prachtige reconstructietekening van *Arthropleura* van afbeelding 28.

Wil Costers uit Winterswijk, de vinder van de *Maiocercus celticus*, dank ik voor foto 25 en Mark van Smaalen te Wageningen voor foto 7.

Verder wil ik Jaap Beuker, Henk Oosterink, Paul Floor, Freek Rhebergen en Kees Visser hartelijk danken voor de fossielen, die zij mij gegeven hebben. Daarbij zaten diverse soorten, die ik zelf nog niet gevonden had.

LITERATUUR

- **Amler, M.R.W. & L. Schöllmann, 2012.** *Nicht-marine Bivalven aus dem Pennsylvanium von West-Deutschland. Geologica et Palaeontoligca 44: 75-92.*

- **Bode, H., 1927.** *Palaeobotanisch-stratigraphische Studien im Ibbenbürener Carbon. Preußische Geologische Landesanstalt, Berlijn.*

- **Cleal, C.J. & B.A. Thomas, 1994.** *Plant fossils of the British Coal Measures. The Palaeontological Association, Londen.*

- **Essen, H. van, H. Steur, C. Brauckmann, 1997.** *Spinachtigen uit het Carboon van Ibbenbüren: Maiocercus celticus, Grondboor & Hamer, 1997-3/4, p. 62 – 70.*

- **Gothan, W. & W. Remy, 1957.** *Steinkohlenpflanzen. Essen.*

- **Haug, C., P. van Roy, A. Leipner, P. Funch, D.M. Rudkin, L. Schöllmann, & J.T. Haug, 2012.** *A holomorph approach to xiphosuran evolution: a case study on the ontogeny of Euproops. Development, Genes and Evolution. 222(5).pp.253-268.*

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

- **Klassen, H. 1984.** *Geologie des Osnabrücker Berglandes. Naturwissenschaftliches Museum, Osnabrück.*

- **Krul, H., 1966.** *Stenen zoeken. Thieme, Zutphen.*

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

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

- **Taylor, P.D. & O. Vinn, 2006.** *Convergent morphology in small spiral worm tubes ("Spirorbis") and its palaeoenvironmental implications. Journal of the Geological Society, London 163: pp.225-228.*

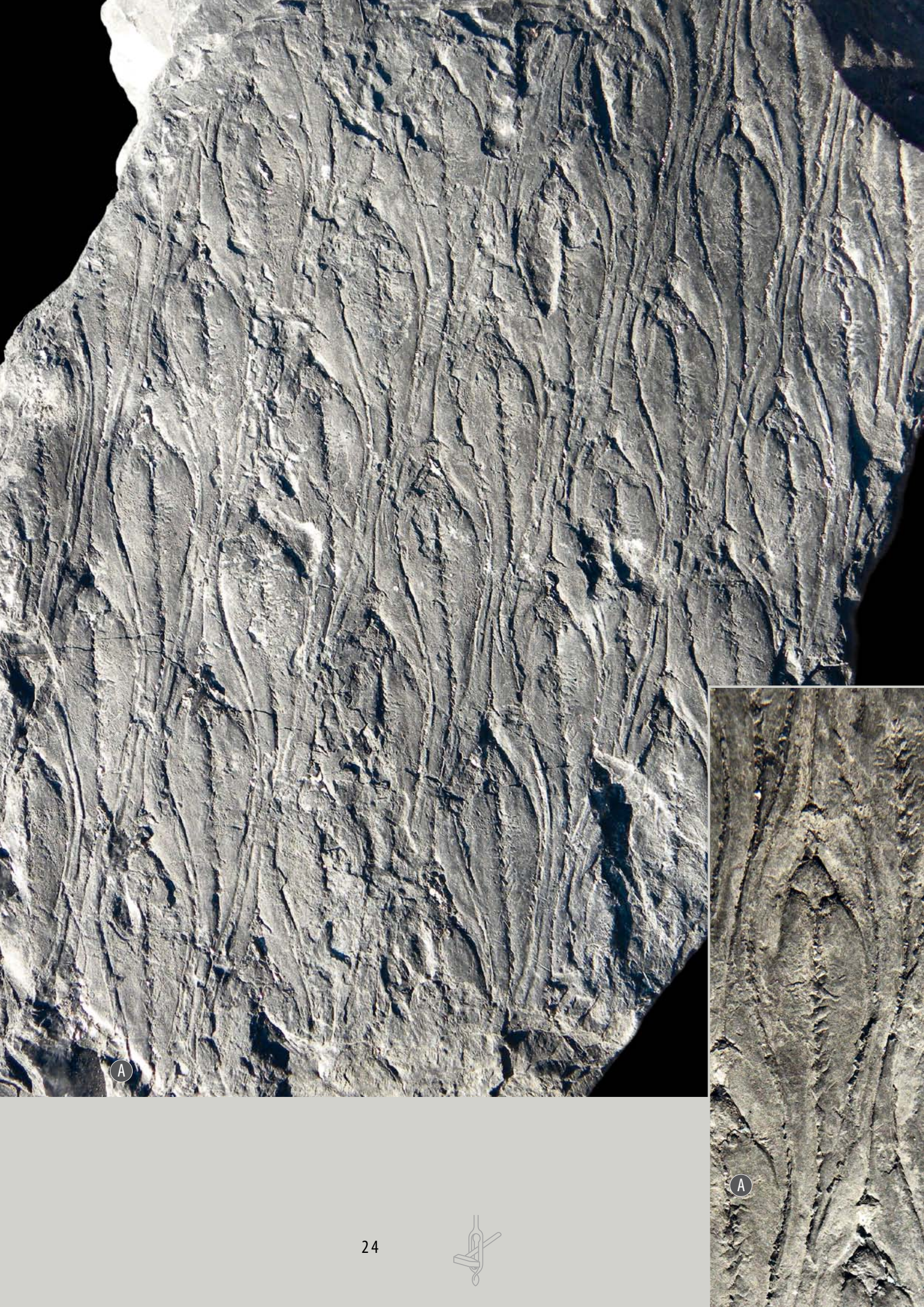
- **Taylor, T.N., E.L. Taylor & M. Krings, 2009.** *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants [2nd Ed]. New York: Academic Press.*

De **Boven-Carboonflora** van **Ibbenbüren**

Platenatlas

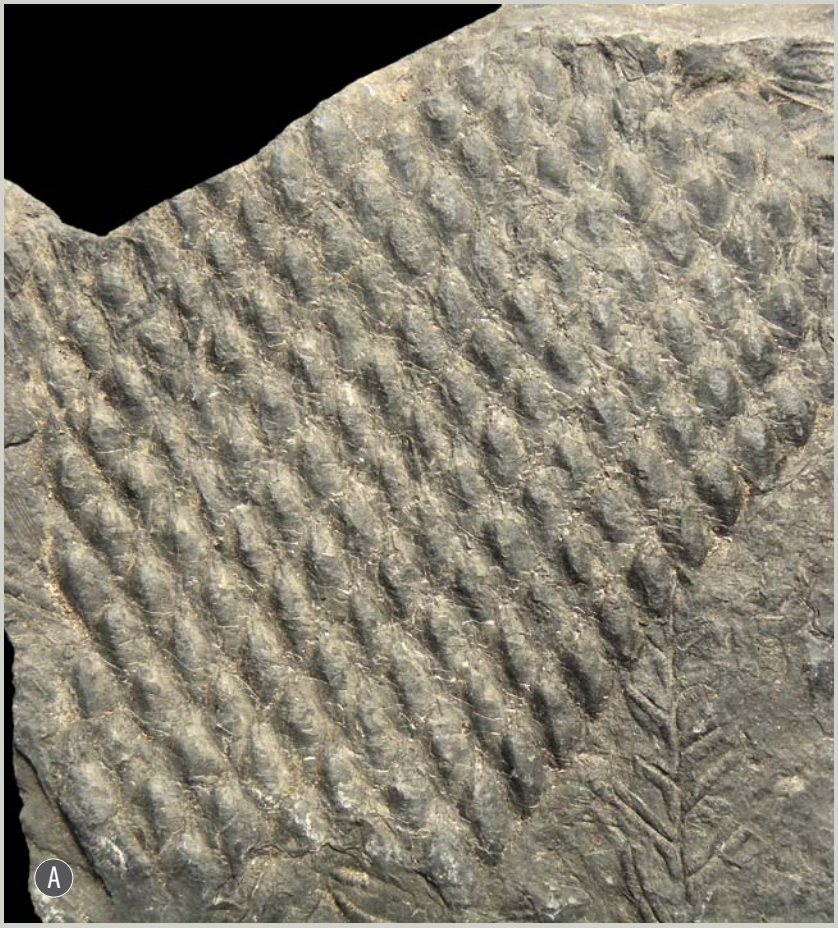
Hans Steur

Alle foto's in deze atlas zijn gemaakt door de auteur. Alle betreffende stukken, uitgezonderd dat van Plaat 3-A, zijn aanwezig in zijn collectie. Per foto is de maat aangeduid als hoogte of breedte van het beeld.


A
A

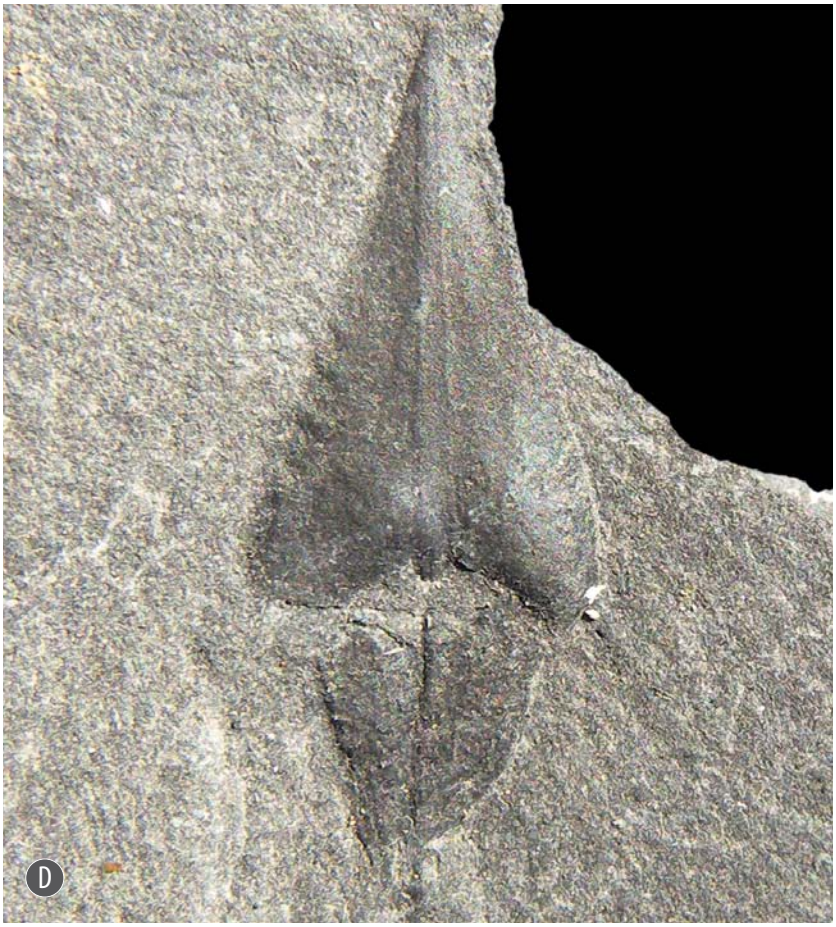
PLAAT 1

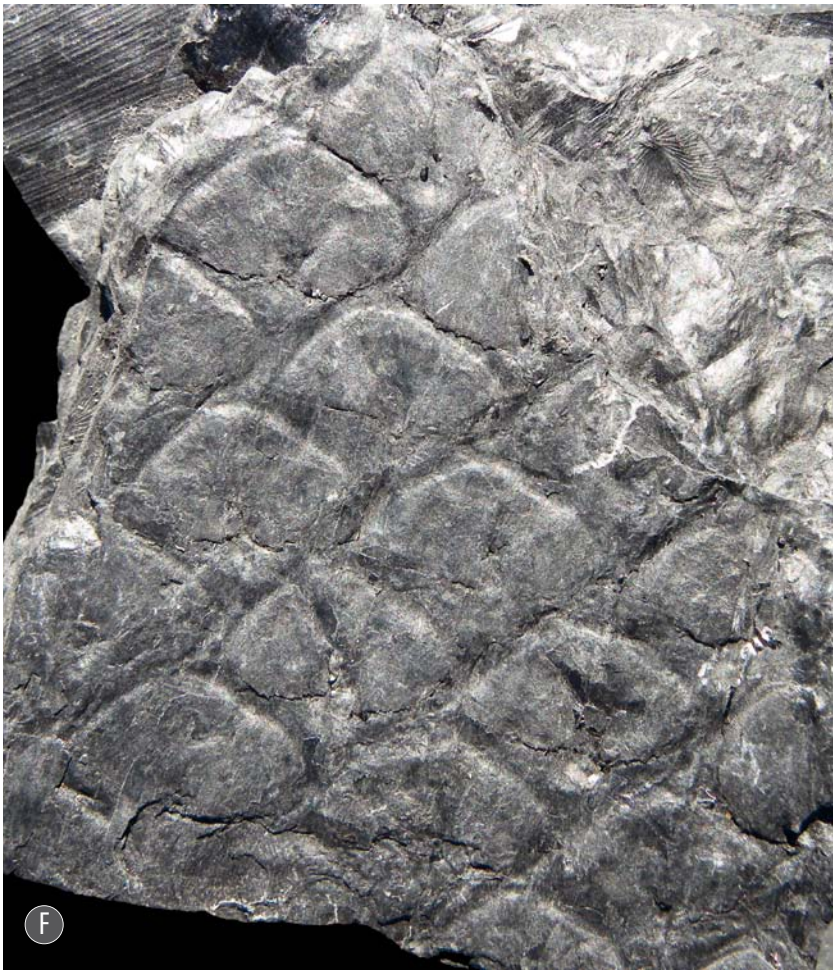
A. | Lepidodendron aculeatum, *bast met bladlittekens van een wolfsklauwboom. Inzet: een bladlitteken. Hoogte van de foto 14 cm.*
B. | Lepidodendron obovatum, *bast van een tak van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 6 cm.*
C. | Lepidodendron obovatum *met nog aangehechte blaadjes. Hoogte foto 8 cm.*
D. | Lepidodendron lycopodioides, *(bebladerde) twijgen van de wolfsklauwboom* Lepidodendron. *Hoogte foto 12 cm.*


A

B

C





PLAAT 2

A. | *Knorria: stam van de wolfsklauwboom* Lepidodendron *waarvan de bast is afgeworpen. Hoogte foto 9 cm.*
B. | Lepidostrobus, *sporenkegel van de wolfsklauwboom* Lepidodendron. *Hoogte foto 16 cm.*
C. | *Dwarse doorsnede van een* Lepidostrobus. *De afstaande blaadjes zijn de sporangiëndragende schubvormige blaadjes van de kegel. Hoogte foto 4 cm.*
D. | Lepidostrobophyllum hastatum, *een sporangiëndragende schub van de sporenkegel* Lepidostrobus. *Hoogte foto 2,5 cm.*
E. | Lepidostrobophyllum lanceolatum, *een sporangiëndragende schub van* Lepidostrobus. *Hoogte foto 7 cm.*
F. | Lepidophloios laricinus, *bast van een minder algemene wolfsklauwboom. Hoogte foto 5 cm.*

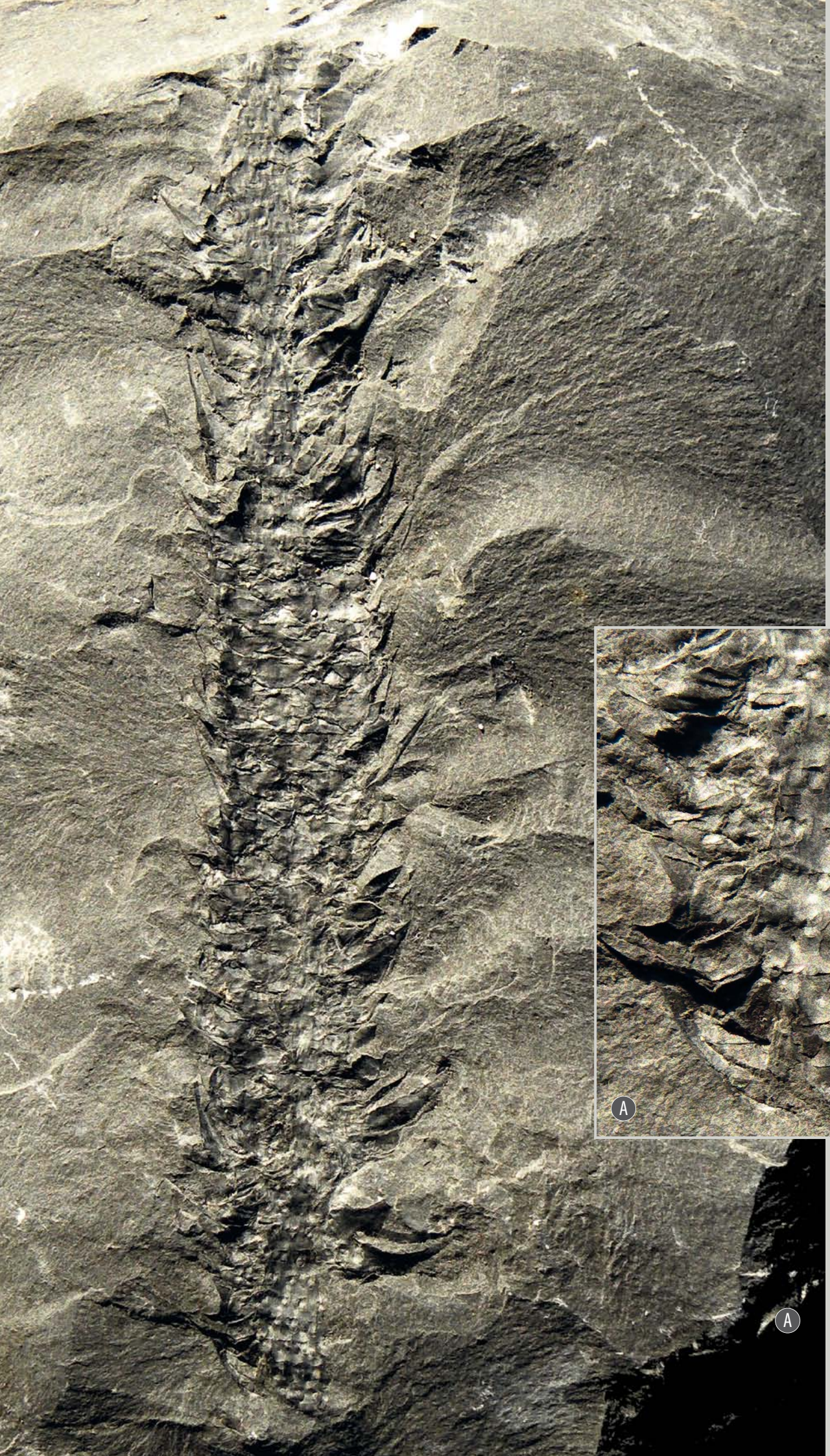
PLAAT 3

A. | Sigillaria principis, *bast van een wolfsklauwboom. Coll. Jongmans, Naturalis. Hoogte foto 11 cm.*
B. | Sigillaria laevigata, *bast van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 20 cm. De eigenaardige splitsing in de ribben zou erop kunnen wijzen dat dat deze bast dicht bij een splitsing in de stam zat.*
C. | Sigillaria ovata, *bast van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 5 cm.*
D. | Sigillaria scutellata, *bast van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 8 cm.*

B

C

D


A
A

PLAAT 4

A. | Sigillariostrobus, *sporenkegel van* Sigillaria. *Hoogte foto 14 cm.*
Inzet: Een langzaam omhooglopende spiraal op de ontbladerde as is een kenmerk van deze kegels.
B. | Sigillaria tesselata, *bast van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 5 cm.*
C. | Sigillaria rugosa, *bast van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 8 cm.*
D. | Sigillariophyllum, *bladeren van de wolfsklauwboom* Sigillaria. *Hoogte foto 8 cm.*

PLAAT 5

A. | Stigmaria, *worteldrager van de wolfsklauwbomen* Lepidodendron *en* Sigillaria. *Enkele worteltjes zijn zichtbaar. Hoogte foto 12 cm.*
B. | *Syringodendron, stam van* Sigillaria *waarvan de bast afgeworpen is. De paren littekens ('hazensporen') zijn restanten van de parichnos-kanalen. Hoogte foto 10 cm.*
C. | Asolanus camptotaenia, *bast van een wolfsklauwboom. De gebogen lijntjes zijn kenmerkend. Hoogte foto 8 cm.*
D. | Bothrodendron minutifolium, *bebladerde takjes van een wolfsklauwboom. Hoogte foto 7 cm.*

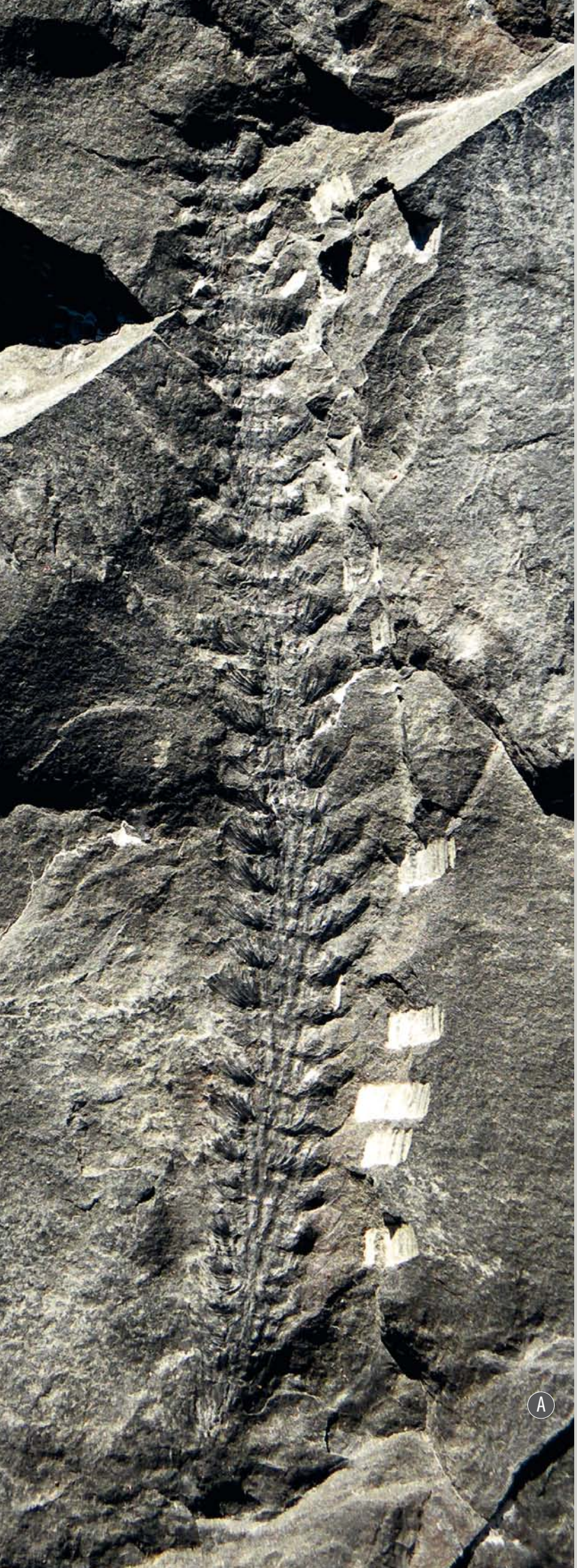
C

D

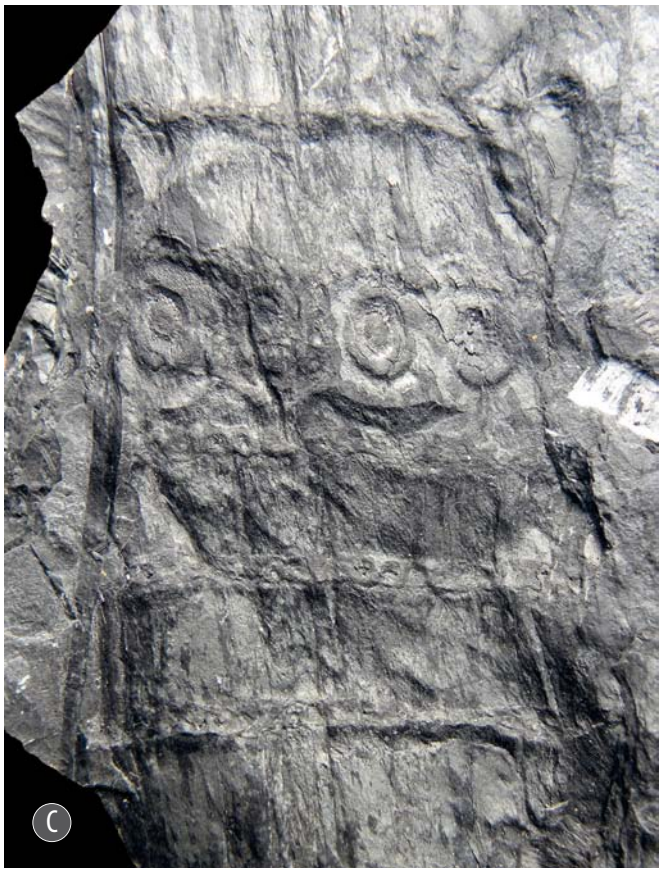
A

PLAAT 6

A. | Calamites cistii, *stamopvulling van een paardenstaartboom. Hoogte foto 14 cm.*
B. | Calamites undulatus, *stamopvulling van een paardenstaartboom. Zigzagverlopende ribben. Hoogte foto 6 cm.*
C. | Calamites suckowii, *stamopvulling van een paardenstaartboom. Hoogte foto 11 cm.*

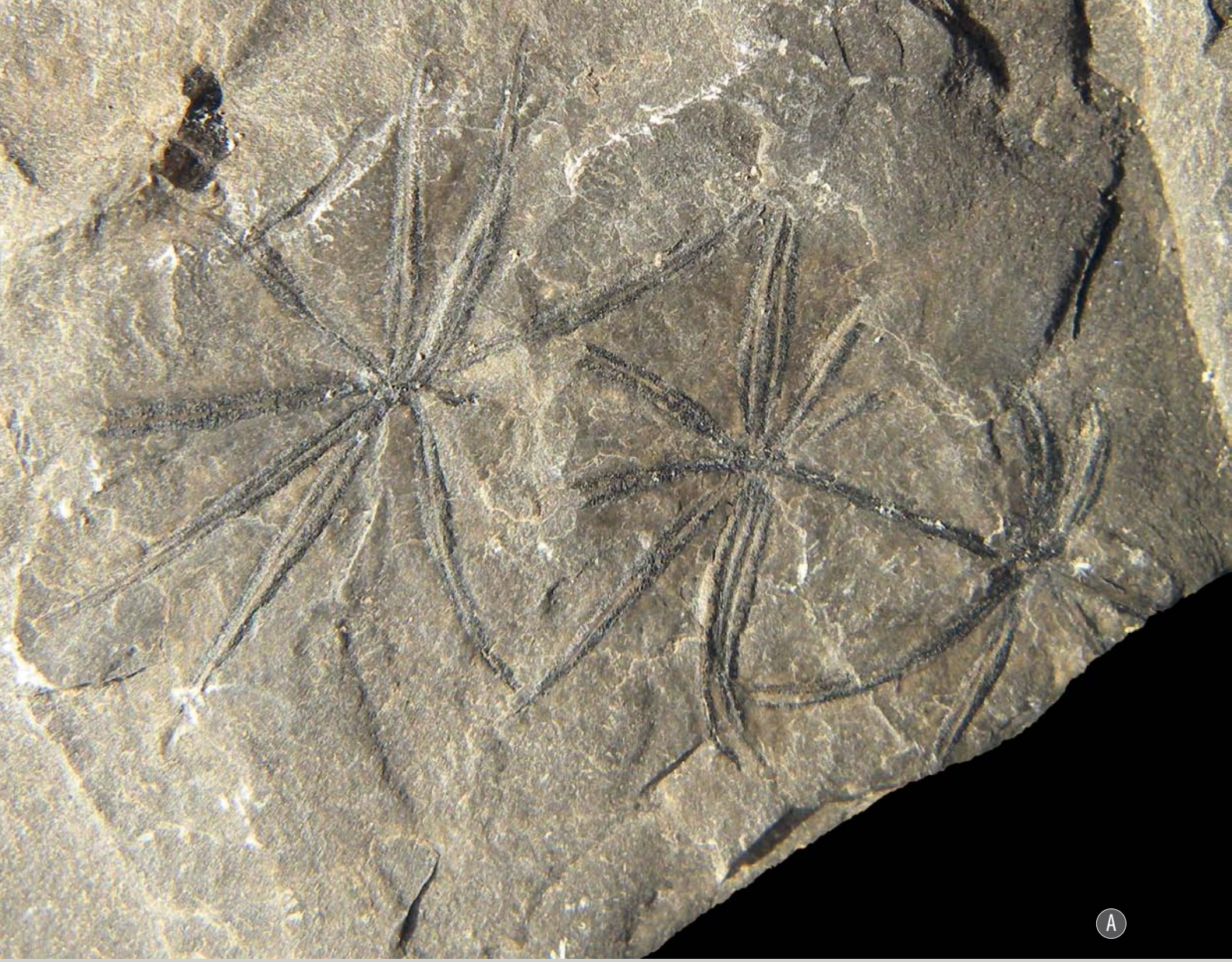

A

B



PLAAT 7

A. | Palaeostachya *of* Calamostachys, *sporenaarkegel van een paardenstaartboom. Hoogte foto 12 cm.*
B. | Palaeostachya *of* Calamostachys, *sporenaarkegel van een paardenstaartboom. Hoogte foto 14 cm.*
C. | Calamites goeppertii, *stammetje van een paardenstaartboom. Kenmerkend zijn de zijtaklittekens op de knoop. Hoogte foto 6 cm.*
D. | Calamites rugosus *of* C. carinatus. *Met een groot zijtaklitteken. Hoogte foto 9 cm.*



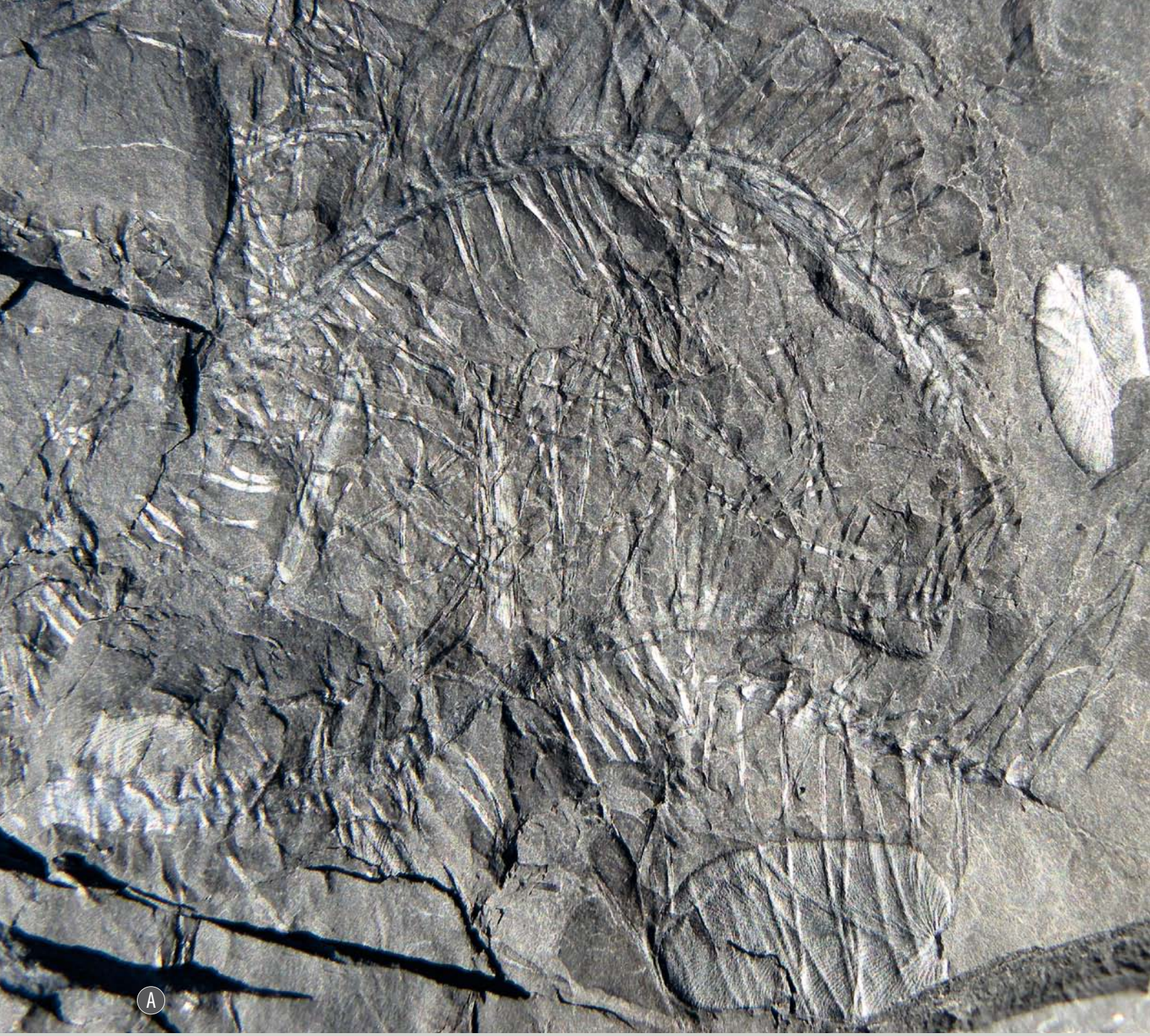
PLAAT 8

A. | Annularia radiata, *bladeren van een paardenstaartboom. Hoogte foto 2,5 cm.*
B. | Annularia galioides, *bladeren van een paardenstaartboom. Hoogte foto 3 cm.*
C. | Asterophyllites equisetiformis, *bladeren van een paardenstaartboom. Hoogte foto 2,5 cm.*
D. | Asterophyllites grandis, *bladeren van een paardenstaartboom. Hoogte foto 5 cm.*
E. | Asterophyllites charaeformis, *bladeren van een paardenstaartboom. Hoogte foto 8 cm.*

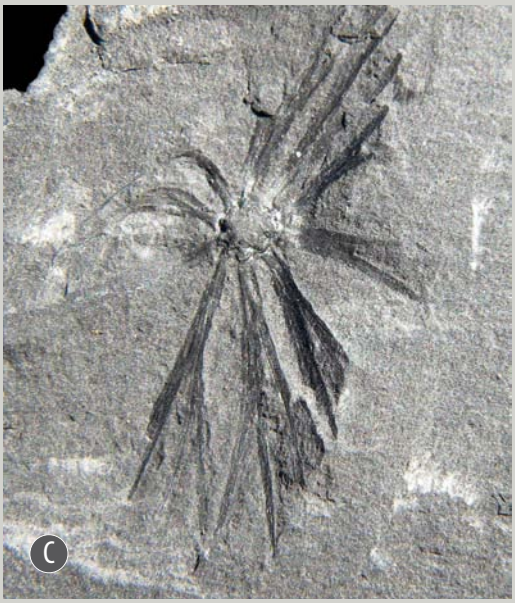
C

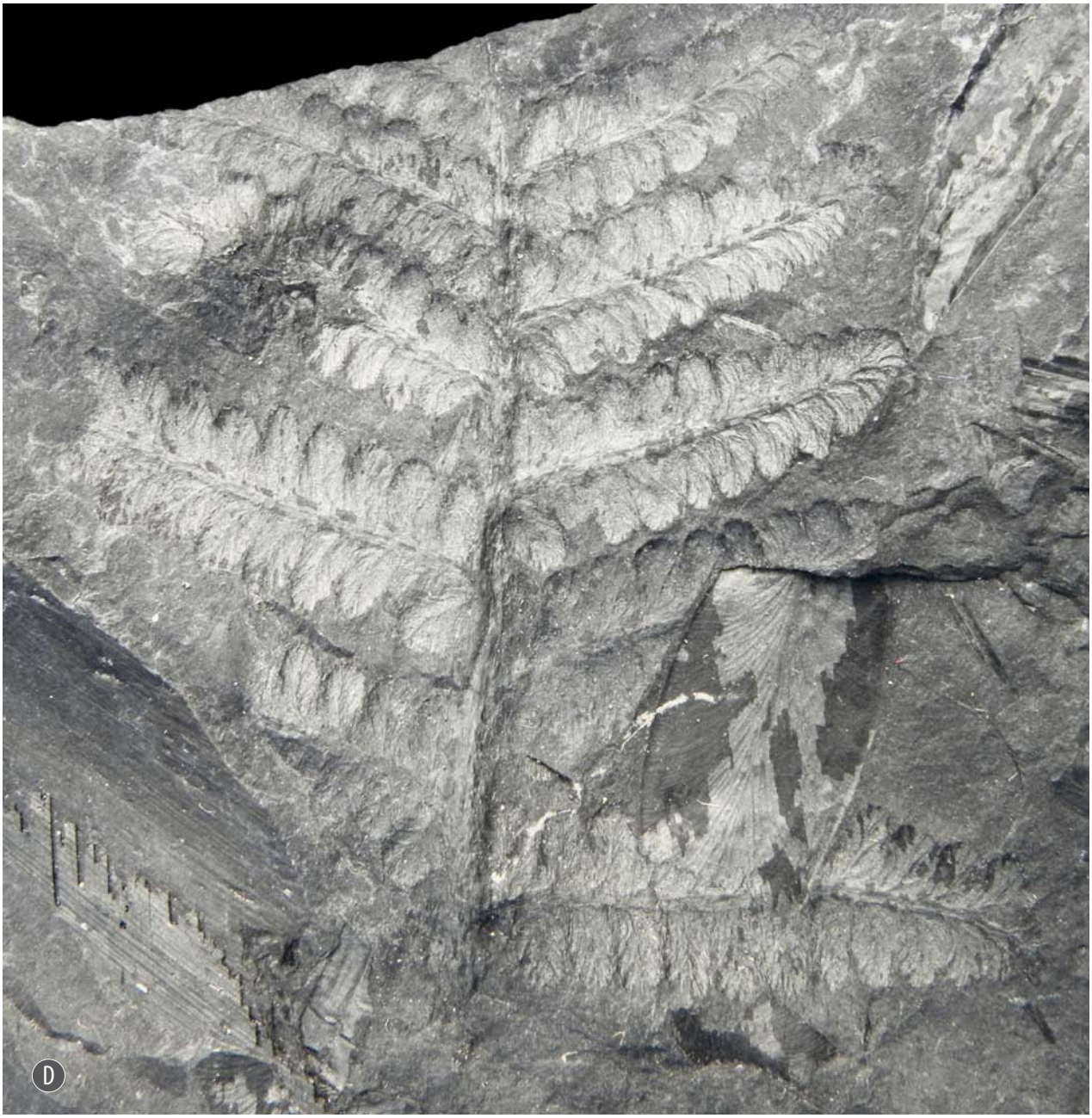
D

E


A

B

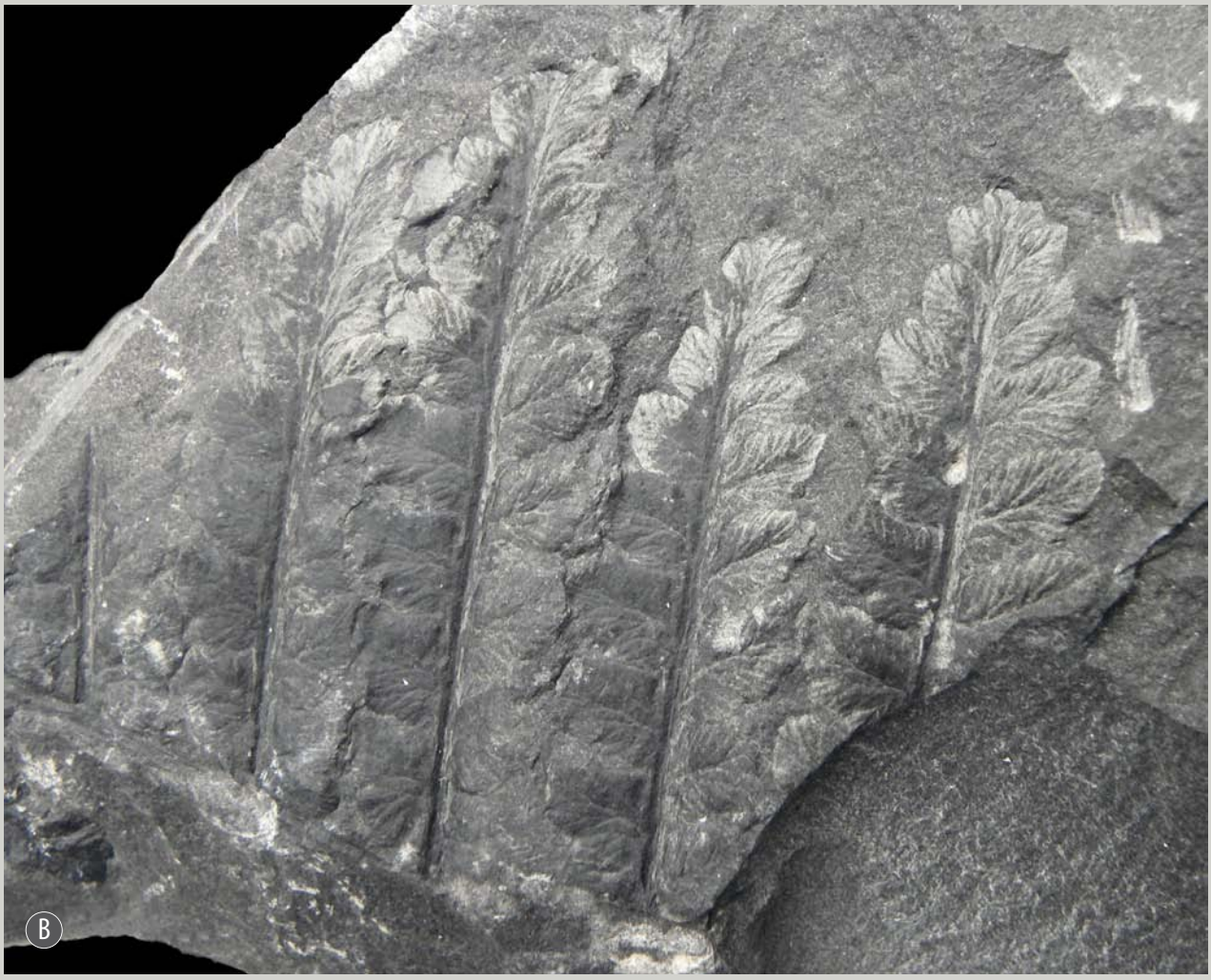

C



PLAAT 9

A. | Pinnularia capillacea, *deel van een wortelstelsel van een paardenstaart. Hoogte foto 7 cm.*
B. | Sphenophyllum cuneifolium, *bladkransje van een kruidachtige paardenstaart. Hoogte foto 3 cm.*
C. | Sphenophyllum myriophyllum, *bladkransje van een kruidachtige paardenstaart. Hoogte foto 3,5 cm.*
D. | Alloiopteris similis, *een varen met kleine pinnulen. Hoogte foto 4 cm.*

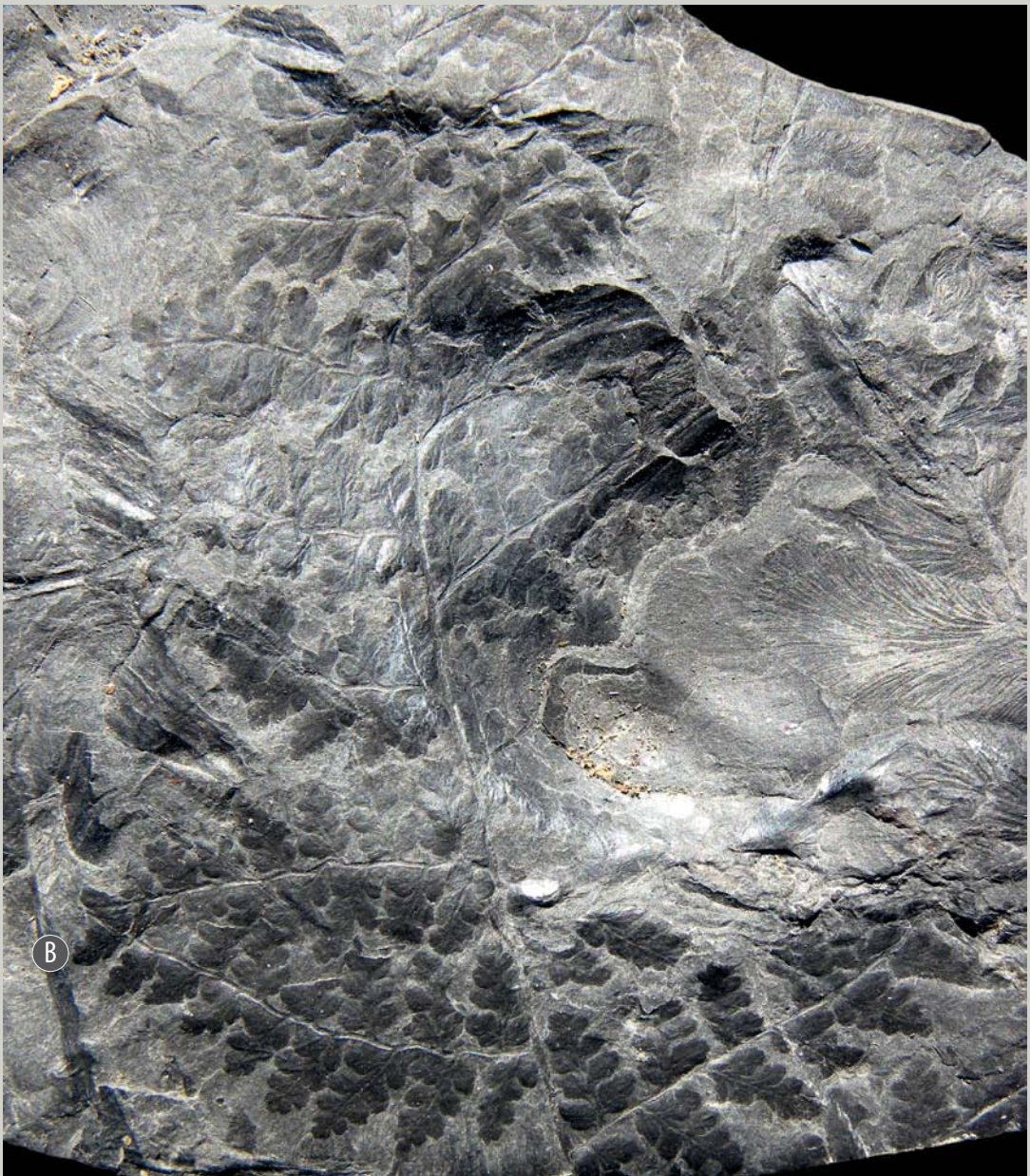
A


B

PLAAT 10

A. | Pecopteris miltoni, *een varen. Hoogte foto 6 cm*
B. | Fortopteris latifolia, *een varen. Hoogte foto 5 cm.*
C. | Pecopteris pennaeformis, *een varen met kleine pinnulen. Hoogte foto 5 cm.*
D. | Pecopteris plumosa, *een varen met kleine pinnulen. Hoogte foto 4 cm.*

A


B

PLAAT 11

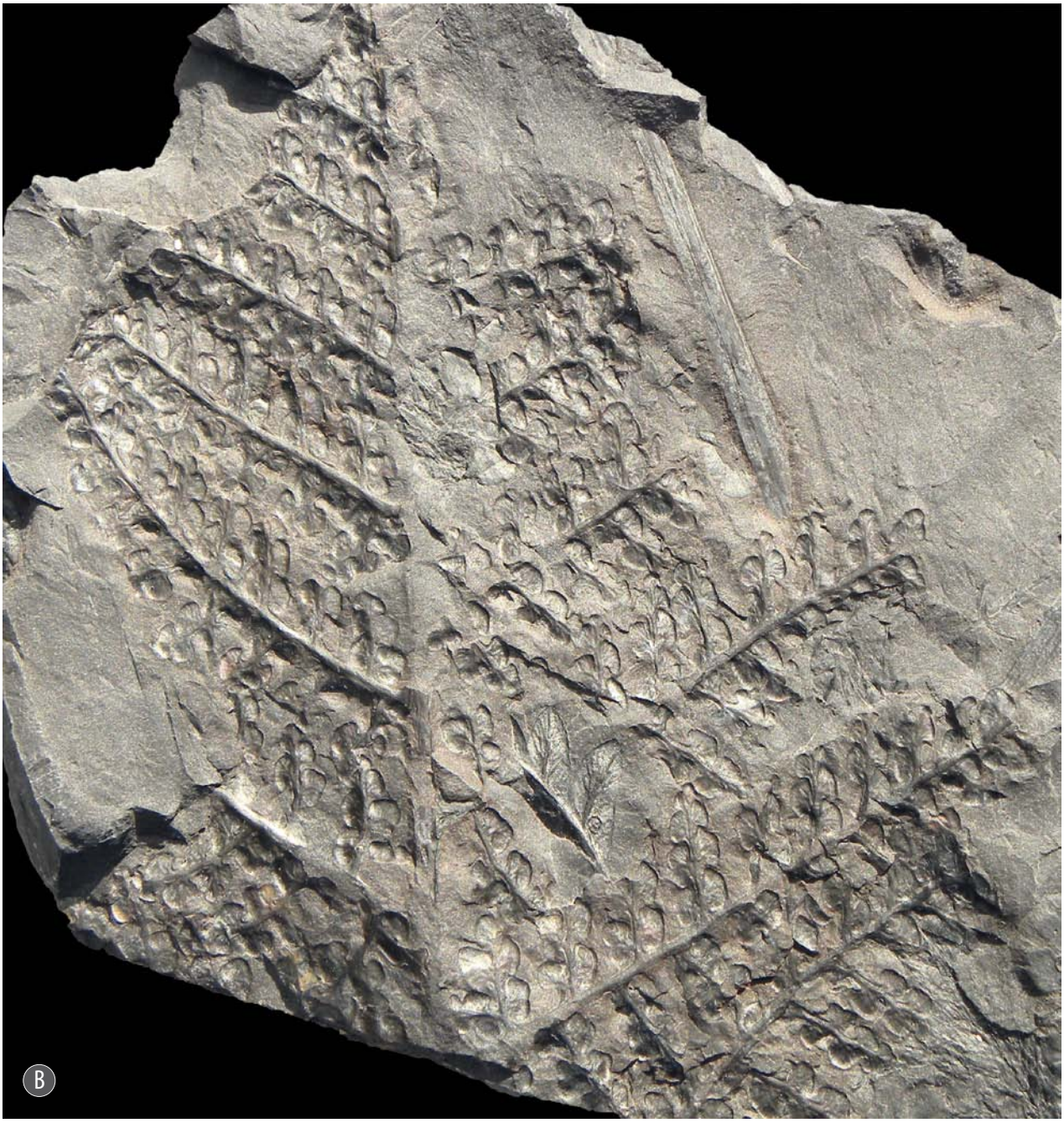
A. | Pecopteris *cf.* volksmannii, *een varen. Hoogte foto 6 cm.*
B. | Sphenopteris *(*Oligocarpia*) brongniartii, een varen. Hoogte foto 9 cm.*
C. | Sphenopteris *(*Renaultia*)* gracilis, *een varen met kleine pinnulen. Hoogte foto 3 cm.*
D. | Alethopteris decurrens, *een zaadvaren. Hoogte foto 8 cm.*

A

PLAAT 12

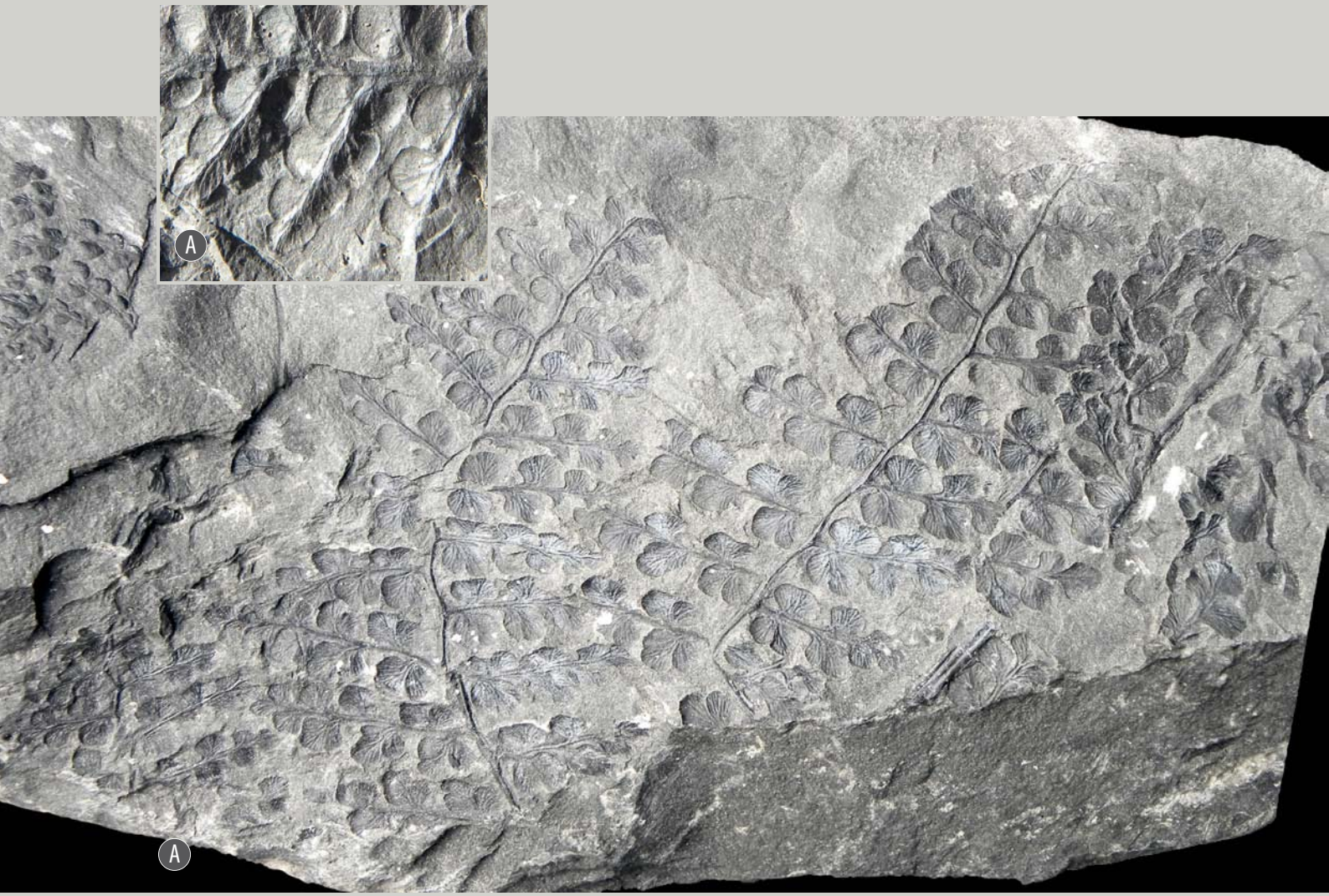
A. | Alethopteris lonchitica, *een zaadvaren. Hoogte foto 17 cm.*
B. | Alethopteris lonchitica, *een zaadvaren. Hoogte foto 13 cm.*
C. | Alethopteris serlii, *een zaadvaren. Hoogte foto 3,5 cm.*

A



PLAAT 13

A. | Alethopteris serlii, *een zaadvaren. Hoogte foto 10 cm.*
B. | Eusphenopteris hollandica, *een zaadvaren. Hoogte foto 9 cm.*
C. | *Detail van B.*



PLAAT 14

A. | Eusphenopteris neuropteroides, *een zaadvaren. Hoogte foto 12 cm. Inzet: detail.*
B. | Eusphenopteris striata, *een zaadvaren. Fijne streping op de pinnulen. Hoogte foto 1,5 cm.*
C. | Eusphenopteris trigonophylla, *een zaadvaren. Hoogte foto 5 cm.*
D. | Mariopteris muricata, *een liaanachtige zaadvaren. Let op de klimhaken aan het einde van de pinna's. Hoogte foto 6 cm.*
E. | Mariopteris sauveurii, *een liaanachtige zaadvaren. Hoogte foto 3 cm.*

C

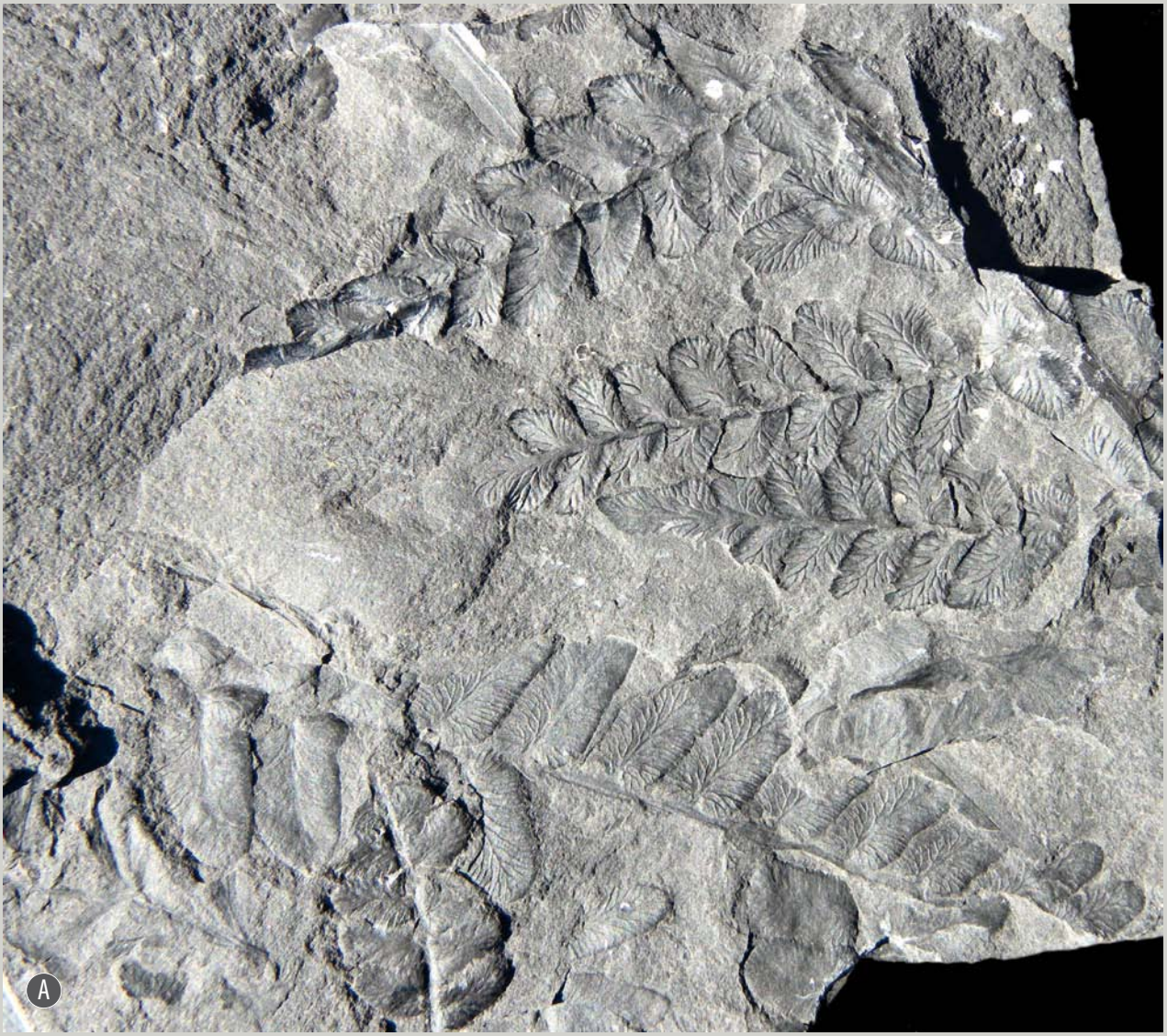
D

E

A
A

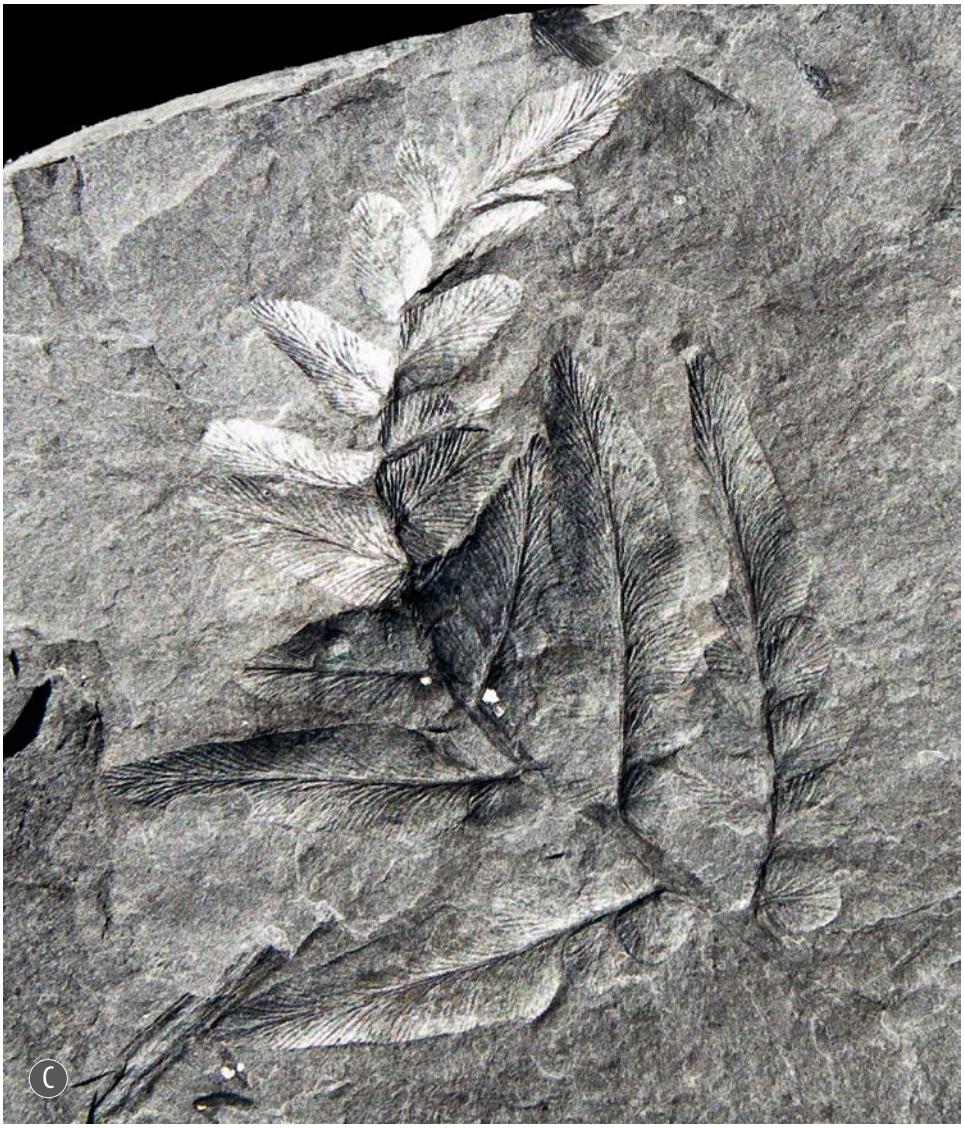
PLAAT 15

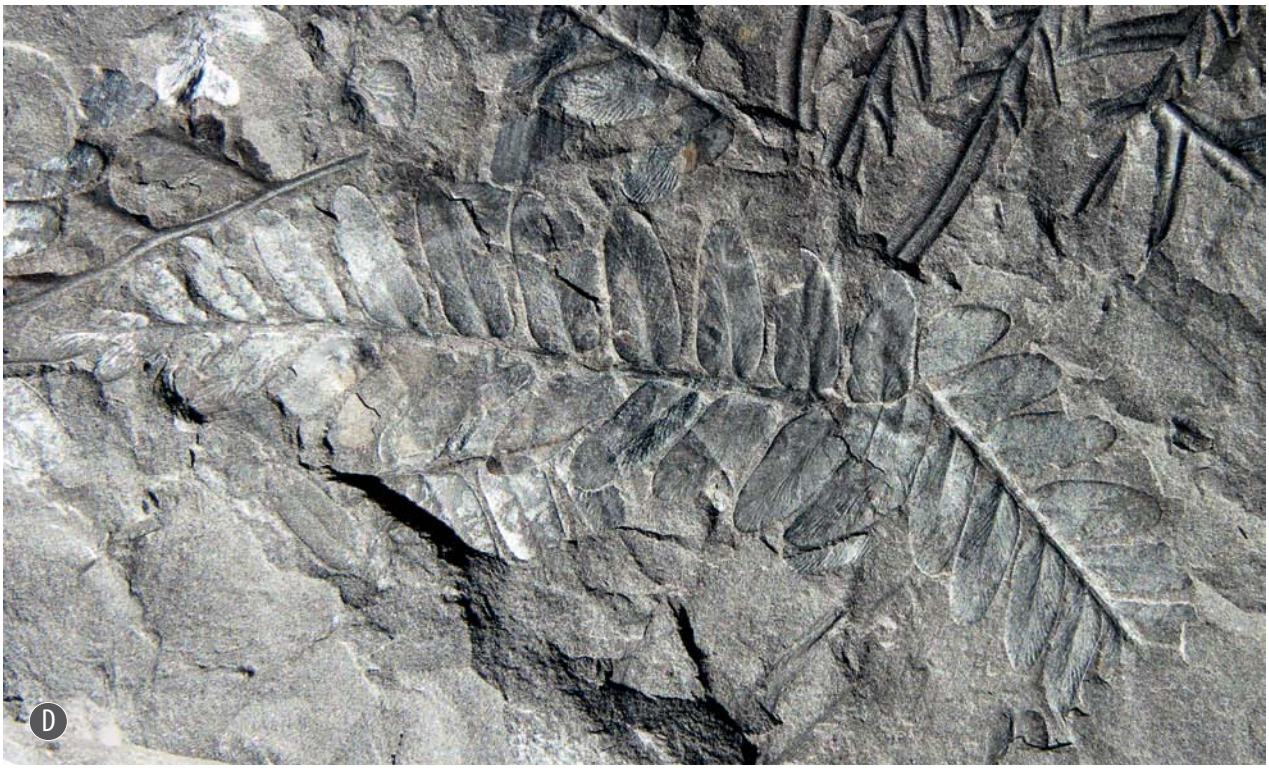
A. | Mariopteris nervosa, *een liaanachtige zaadvaren. Hoogte foto 14 cm. Inzet: Het onderste blaadje van een veertje van* Mariopteris *heeft een lob aan de onderzijde.*
B. | Neuropteris obliqua, *een zaadvaren. Hoogte foto 5,5 cm.*
C. | Neuropteris obliqua, *een zaadvaren. Hoogte foto 10 cm. Deze soort heeft ook grote pinnulen.*
D. | Neuropteris obliqua, *een zaadvaren. Hoogte foto 3 cm.*



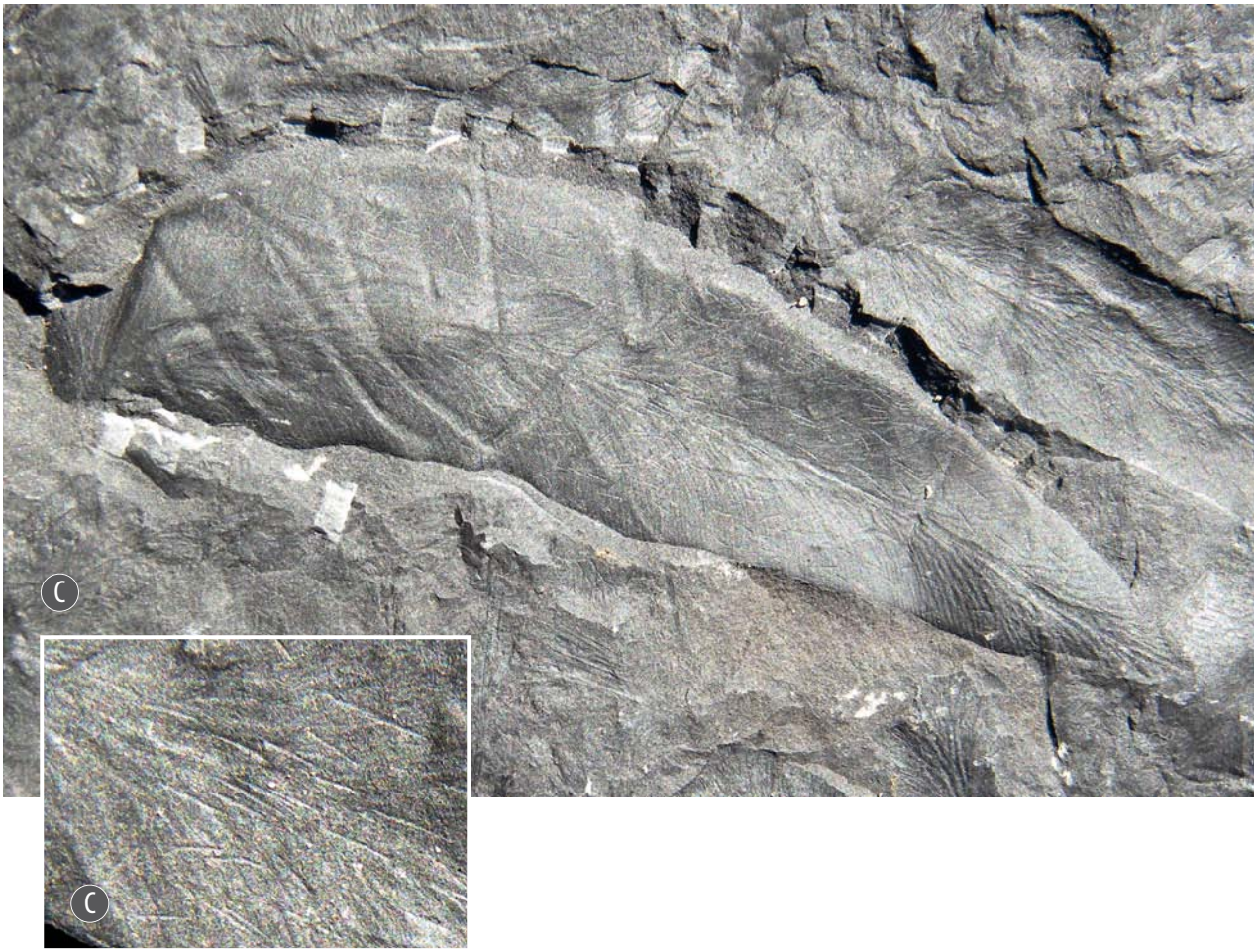
PLAAT 16

A. | Neuropteris attenuata, *een zaadvaren. Hoogte foto 6 cm.*
B. | Neuropteris bourozii, *een zaadvaren. Hoogte foto 5 cm.*
C. | Neuropteris heterophylla, *een zaadvaren. Hoogte foto 5 cm.*
D. | Neuropteris hollandica, *een zaadvaren. Hoogte foto 4 cm.*


C


D

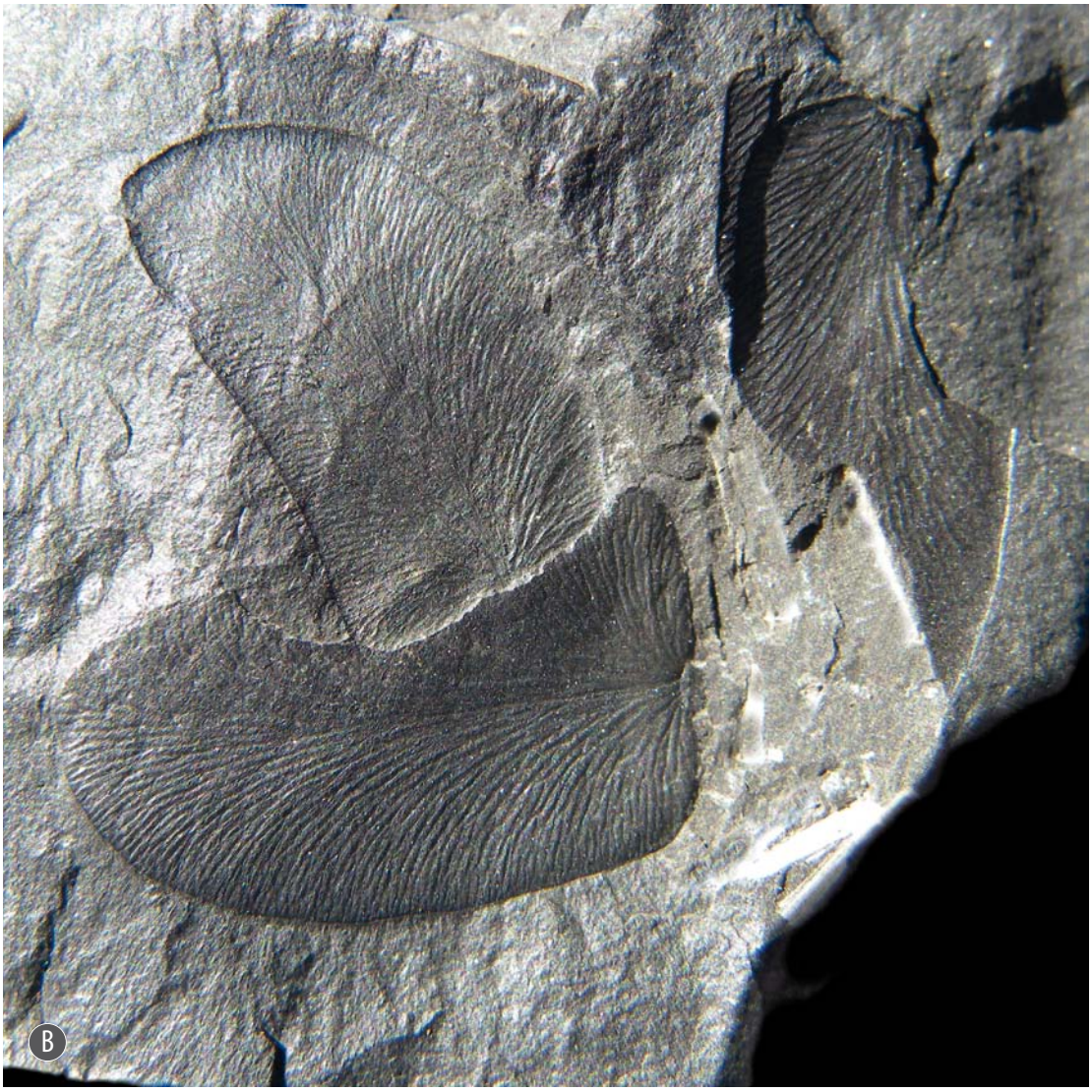
A



PLAAT 17

A. | Neuropteris tenuifolia, *een zaadvaren. Hoogte foto 8 cm.*
B. | Neuropteris parvifolia, *een zaadvaren. Hoogte foto 1,5 cm.*
C. | Neuropteris scheuchzeri, *een zaadvaren. Hoogte foto 3 cm.*
Inzet: de pinnulen tonen een duidelijke streping tussen en over de nervatuur ('beharing').

A



PLAAT 18

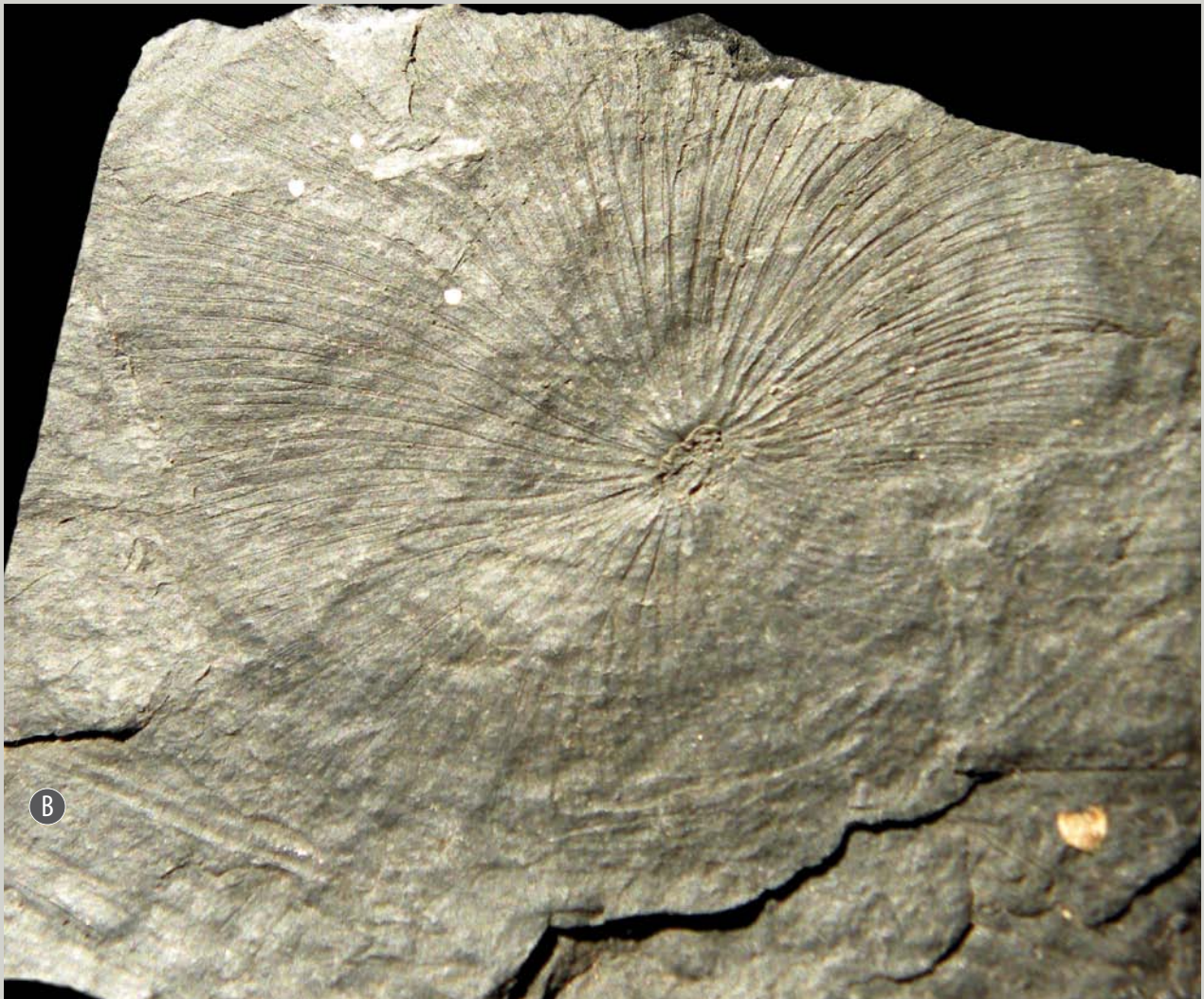
A. | Palmatopteris furcata, *een zaadvaren. Hoogte foto 5 cm.*
B. | Linopteris neuropteroides, *een zaadvaren met netvormige nervatuur. Hoogte foto 3 cm.*
C. | Neuralethopteris schlehanii, *een zaadvaren. Hoogte foto 5 cm.*

A
A

PLAAT 19

A. | Reticulopteris muensteri, *een zaadvaren. Hoogte foto 3 cm. Inzet: de netvormige nervatuur.*
B. | Paripteris pseudogigantea, *een zaadvaren. Hoogte foto 3 cm.*
C. | Paripteris pseudogigantea, *een zaadvaren. Hoogte foto 7 cm.*

A


B

PLAAT 20

A. | Cyclopteris, *een steunblad aan de basis van een veer van een zaadvaren. Hoogte foto 6 cm.*
B. | Dolerophyllum goeppertii. *Van dit soort ronde bladeren is de systematische plaats nog niet bekend. Hoogte foto 6 cm.*
C. | Hexagonocarpus hookeri, *een massa zaden van een zaadvaren. Hoogte foto 7 cm.*
D. | Holcospermum *sp., een zaad van een zaadvaren. Breedte van het zaad 1 cm.*
E. | Carpolithus *sp., een zaad van een zaadvaren. Lengte van het zaad 2,2 cm.*
F. | Carpolithus membranaceous, *een zaad van een zaadvaren. Lengte van het zaad 0,8 cm.*

PLAAT 21

A. | Trigonocarpus *sp., een zaad van een zaadvaren. Lengte van het zaad 1,2 cm.*
B. | Trigonocarpus *sp., een zaad van een zaadvaren. Lengte van het zaad 2,5 cm.*

De Nederlandse Geologische Vereniging werd opgericht in 1946. Het doel van de vereniging is het wekken van belangstelling voor de geologie in de ruimste zin, alsmede het uitdragen van kennis en het kenbaar maken van het belang van dit vakgebied (artikel 2 van de statuten). De vereniging is geregistreerd onder nummer 40203091 bij de Kamer van Koophandel voor Centraal Gelderland te Arnhem.

Nederlandse Geologische Vereniging

INTERNET

De vereniging en afdelingen zijn te vinden onder: www.geologienederland.nl.

LIDMAATSCHAP

Het lidmaatschap kan per eerste van een kwartaal ingaan. De contributie bedraagt sinds 1-1-2014 | € 35,00 voor leden | € 15,00 voor jeugdleden | € 7,00 voor gezinsleden | € 50,00 voor buitenlandse leden | per jaar. Aanmelding vindt plaats via het inschrijfformulier op www.geologienederland.nl menukeuze: Word lid. Hier staan tevens de contributiebedragen bij andere ingangsdatum dan 1 januari. U ontvangt dan het formulier om de vereniging te machtigen tot automatische incasso van de contributie). Na terugontvangst wordt u als lid ingeschreven.
Opzegging van het lidmaatschap dient schriftelijk te geschieden vóór 1 december voorafgaand aan het eerstvolgende kalenderjaar. Tussentijdse annulering is niet mogelijk.

LEDENADMINISTRATIE

Abonnementen, adres-, e-mail-, telefoonnummerwijzigingen, overlijden, opzeggingen e.d. doorgeven aan de ledenadministratie: Thomas Kuipers | Dukdalf 1 | 1273 KG Huizen | e-mailadres: ledenadministratie@geologischevereniging.nl

CONTRIBUTIEBETALING

NL13 INGB 0002269877 t.n.v. Nederlandse Geologische Vereniging, Ledenadministratie, te Huizen

OVERIGE BETALINGEN

NL46 INGB 0001182107 t.n.v. Nederlandse Geologische Vereniging, te Schoonhoven.
(niet voor contributies)

BESTUUR

W. Schuurman	voorzitter	Vlintdreef 17 | 9403 JV Assen | tel. 06 34268881 | info@geologischevereniging.nl
P.W. van Olm	secretaris	Bongerd 180 | 8212 BK Leleystad | tel. 0320-242881 | paulvanolm@hotmail.com
L.E.M. de Boer	penningmeester	Lopikerweg 72a | 2871 AW Schoonhoven | tel. 0182-385791 | lemdeboer@hetnet.nl
S. van Heck	bestuurslid	Luttenbergerweg 74 | 8105 RV Luttenberg | tel. 0572-364914 | sevheck.ngv@gmail.com
T. Kuipers	bestuurslid	Dukdalf 1 | 1273 KG Huizen | 035-5262601 | ledenadministratie@geologischevereniging.nl

RAAD VAN ADVIES

Ton Laeven voorzitter — Bogtweg 38 | 1747 HX Tuitjenhorn | mieke.ton@quicknet.nl

WETENSCHAPPELIJKE ADVISEURS

Prof. dr. G.J. Boekschoten, dr R. Fraaije, prof. dr. J.E. van Hinte, prof. dr. J.H.F. Kerp en prof. dr. A.J. van Loon.

ERELEDEN

H.W. Oosterink | Hortensialaan 64 | 7101 XH Winterswijk
G. Brouwers | Esschenbaan 152 | 5062 BG Oisterwijk

AFDELINGSSECRETARIATEN

Zwolle	B. van der Zee	Bevrijdingslaan 22 | 7943 CB Meppel | tel. 0522-257986 | bart.vanderzee50@gmail.com
Twente	Eric Mulder	Henegouwenlaan 33 | 7577 MD Oldenzaal | tel. 0541-514371 | ngv_twente@hotmail.com
Gelre	Kees Mak	Parkstraat 32 | 6881 JG Velp | tel. 0318-415527 | keesmak@hetnet.nl
Winterswijk	Cees Ehlers	B.Stegemanstraat 37 | 7101 AR Winterswijk | tel. 0543-515420 | c.ehlers@chello.nl
Utrecht	Nico Zethof	Pruimengaarde 9 | 3992 JK Houten | tel. 030-2767618 | nico.zethof@hetnet.nl
West-Friesland	S. de Jong	Rozenlaan 33 | 1834 EJ Sint Pancras | tel. 072-5642994 | ngv.afd.westfriesland@gmail.com
Midden-Brabant	Thijs van Berlo	Gasthuisring 10 | 5041 DS Tilburg | tel. 06 28601556 | thijsvanberlo@yahoo.com
Limburg	M. Doumen	Op 't Bergske 23 | 6373 XD Landgraaf | tel. 045-5322685 | mdoumen@planet.nl
MaasWaarden	Eise Boonstra	Noord 15 | 2931 SJ Krimpen aan de Lek | tel. 0180-515244 | bodeko@planet.nl

BIBLIOTHEEK

Bibliotheek NGV & Gelders Geologisch Museum | Parkstraat 32 | 6881 JG Velp | tel. 026 3642996 | bibliotheek@geologischmuseum.nl
Openingstijden: maandag gesloten, vrijdag open van 13-17 uur, overige dagen van 12-17 uur. De bibliotheek (met vele honderden titels, waaronder gidsen en tijdschriften) is voor leden gratis te raadplegen. Verzendkosten dienen wel door de lener te worden betaald. Tevens service voor het opzoeken van vindplaatsen, speciale artikelen, enz. Fotokopieerdienst tegen kostprijs.