

Graptolieten uit West-Europa een systematische benadering

door Dr. J. van Diggelen

Uit de hier volgende tabel blijkt de grote verscheidenheid die er bij graptolieten bestaat. Wij geven achter de (complete) lijst van families de namen van de genera die in dit hoofdstuk en in het artikel over Bornholm zullen worden besproken.

Klassificatie van graptolieten

Phylum (stam) Hemichordata

Klasse Graptolithina

orde Dendroidea

orde Graptoloidea

suborde Didymograptina (Ordovicium)

familie Dichograptidae — Tetragraptus
Phyllograptus
Didymograptus
Azygograptus
Isograptus

„ Sinograptidae

„ Abrograptidae

„ Corynoididae

„ Nemagraptidae — Leptograptus

„ Dicranograptidae — Dicranograptus
Dicellograptus

suborde Glossograptina (Ordovicium)

familie Glossograptidae

„ Cryptograptidae

suborde Diplograptina (Onder-Ord. — Boven-Siluur)

familie Diplograptidae — Amplexograptus
Climacograptus
Glyptograptus
Orthograptus
Pseudoclimacograptus

„ Lasiograptidae

„ Dicaulograptidae

„ Peiragraptidae

„ Retiolitidae — Retiolites

„ Dimorphograptidae — Dimorphograptus
Rhaphidograptus

suborde Monograptina (Onder-Siluur — Onder-Devoon)

familie Monograptidae — Monograptus
Cucullograptus
Pristiograptus
Rastrites
Saetograptus

„ Cyrtograptidae — Cyrtograptus

Afb. 9. *Tetragraptus serra*. Arenigien, (Onder-Ordovicium); Cumberland; x 2; zie ook foto 1.

Afb. 10. *Tetragraptus bigsbyi*. Öland, Zweden; Arenigien; x 4; zie ook foto 2.

Afb. 11. *Tetragraptus phyllograptoides*. Arenigien; Zuid-Zweden; x 2, twee aanzichten.

Beschrijvingen

Uit de orde der Dendroidea, die verschillende families heeft, noemen we alleen de familie Dendrograptidae, met:

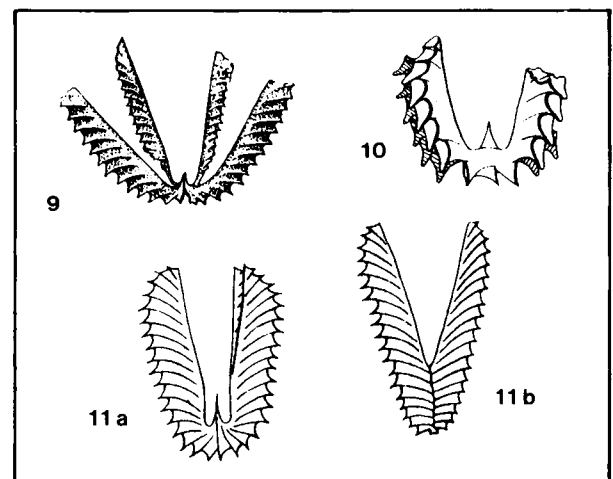
Dictyonema

De oudste soorten graptolietachtigen bestaan uit een netwerk van vele takjes, waarin afzonderlijke thecae vaak niet of haast niet zijn te onderscheiden. Ze behoren tot de orde der Dendroidea. Hiervan zijn enorm veel soorten, die echter niet gemakkelijk zijn te vinden. We beperken ons dan ook tot de *Dictyonema flabelliforme* (afb. 3), die nog het meest schijnt voor te komen. Ik vond deze soort op het Zweedse eiland Öland en op het Deense eiland Bornholm.

Alle volgende soorten zijn echte graptolieten (orde Graptoloidea). Het rhabdosoom bestaat gewoonlijk dan ook uit een, twee en zelden meer takken, die altijd slechts een soort thecae bevatten. De thecae kunnen wel eens in uiterlijke vorm verschillen.

Tetragraptus

Het rhabdosoom van deze graptolieten bestaat in principe uit vier takken (tetra = vier), waarvan iedere tak slechts aan een kant thecae draagt. In veel gevallen zijn de vier takken na de fossilisatie niet meer volledig te zien of zijn er een of meer verdwenen. Dan zien we drie of zelfs maar twee takken en dat maakt de determinatie van een enkel exemplaar uiterst moeilijk. *Tetragraptus serra* (afb. 9 en foto 1) heeft vier takken aan dezelfde kant. Er zijn minder dan 10 thecae per cm. *Tetragraptus mobergi* lijkt veel op *T. serra* maar is doorgaans smaller en heeft steeds meer dan 10 th/cm (foto 2). Andere soorten bezitten twee takken aan de ene en twee aan de andere kant. Bij *Tetragraptus bigsbyi* liggen de vier takken vaak zo gerangschikt dat het net lijkt of het er maar twee zijn (afb. 10). Van deze in het Oslogebied veel voorkomende soort zijn diverse variëteiten, zoals bijvoorbeeld de *T. bigsbyi ascendens* (foto 3). Let op het breder worden van de takken, anders is het geen *Tetragraptus* maar een *Isograptus* als u



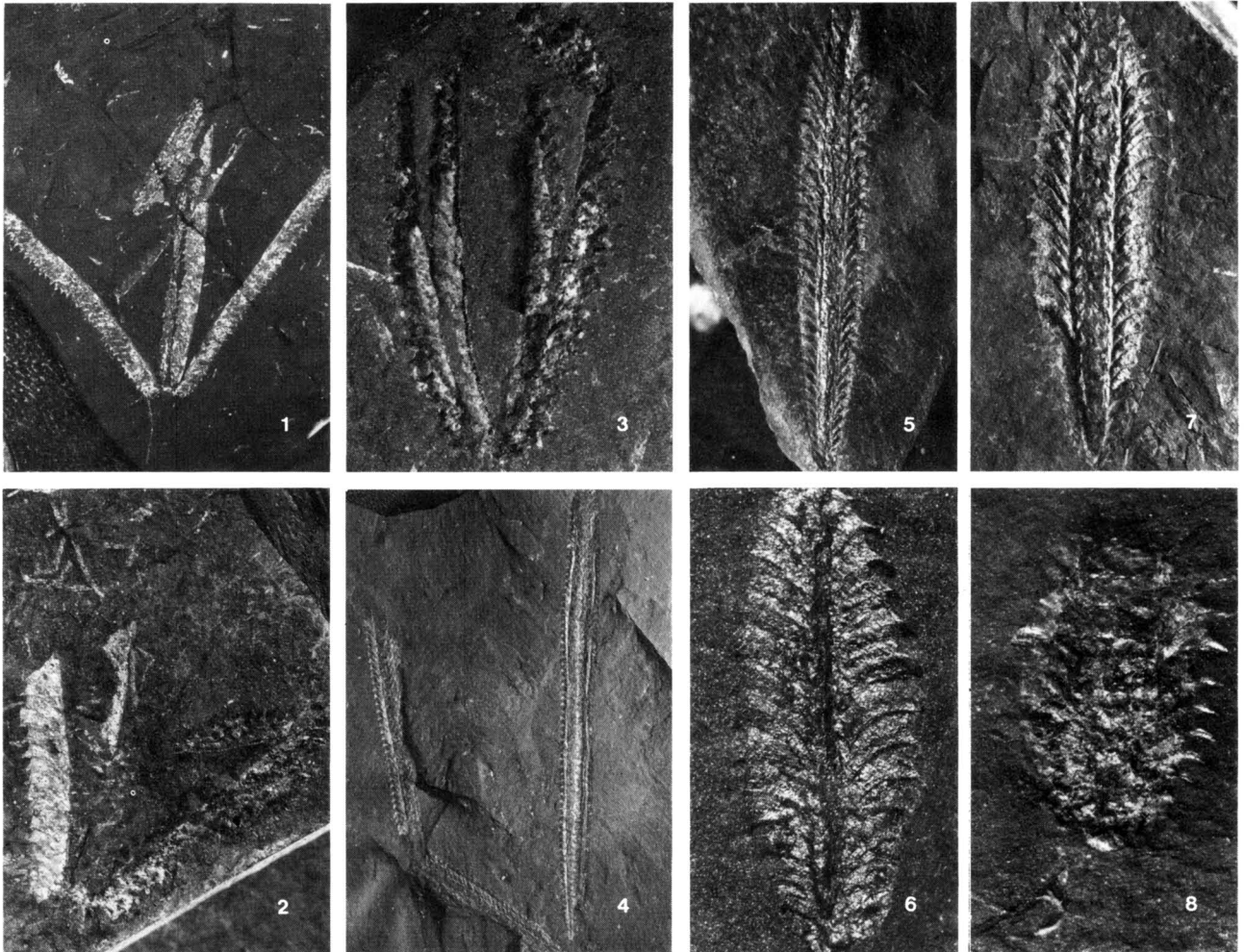


Foto 1. *Tetragraptus serra*, waarvan 4 takken te zien zijn. Zie ook afb. 9. Ouderdom: Arenigien (Onder-Ordovicium); herkomst: Slemmestad, Oslo-gebied, Noorw.; afmeting van de linkertak: 29 mm.

Foto 2. *Tetragraptus mobergi*. Ouderdom: Arenigien; herkomst: Slemmestad, Noorw.; afm. linker rhabdosoom-fragment: 15 mm.

Foto 3. *Tetragraptus bigsbyi ascendens*. Arenigien, Slemmestad, Noorw.; grootste hoogte 17 mm; zie ook afb. 10.

Foto 4. *Phyllograptus elongatus*. Arenigien; Slemmestad, Noorw.; afm. grootste exemplaar 68 mm.

Foto 5. *Phyllograptus angustifolius*. Arenigien-Llanvirnien (Onder-Ordovicium); Slemmestad; hoogte 30 mm.

Foto 6. *Phyllograptus densus*. Arenigien; Slemmestad, Noorw.; hoogte 11 mm.

Foto 7. *Phyllograptus illicifolius*. Arenigien; Slemmestad, Noorw., hoogte 24 mm.

Foto 8. *Phyllograptus rotundatus*. Arenigien; Slemmestad, Noorw.; afm. 7 x 5 mm.

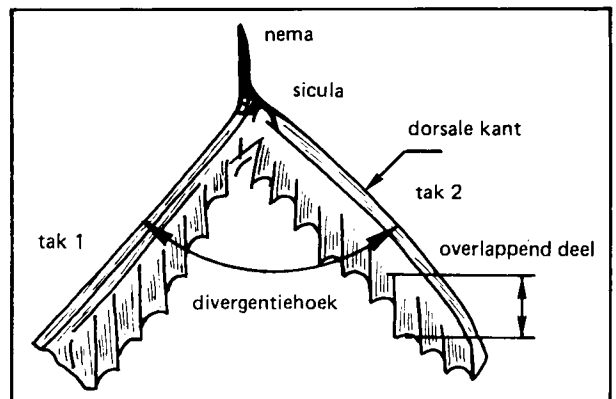
De plaatsaanduidingen geven het gebied of de plaats aan, waar het afgebeelde exemplaar gevonden is. De geografische verbreiding kan evenwel veel groter geweest zijn. *Tetragraptus serra* komt bijvoorbeeld zowel in het Oslo-gebied als in Cumberland voor.

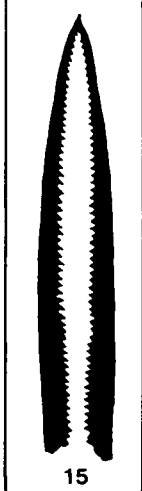
maar twee takken ziet. Ook de sicula van de *Isograptus* is vaak kleiner. Interessant is ook de soort *Tetragraptus phyllograptoides* (afb. 11) met aanvankelijk samengegroeide takken, die later uiteenwijken. Deze soort vormt als het ware een overgang naar de volgende, waarvan de takken geheel samengegroeid zijn, zodat er een bladvormige graptoliet ontstaat.

Phyllograptus

De vorm van deze graptoliet is zo karakteristiek dat het geen probleem oplevert die te herkennen: er zijn vier rijen

Afb. 12. De bouw van een *Didymograptus*. De divergentiehoek varieert van enkele tientallen graden tot 180°.





Afb. 13. *Didymograptus hirundo*. Arenigien; Cumberland, Eng.; x 2.
Afb. 14. *Didymograptus extensus*. Arenigien-Llandeiliien (Onder-Ordovicium); o.a. Quebec, Canada, Engeland, Noorw., x 2; zie ook foto 9.
Afb. 15. *Didymograptus murchisoni*. Llanvirnien (Onder-Ordovicium); Aberreidy Bay, Z-Wales; x 1; zie ook foto 13.

11 - 13 en ook hun vorm is anders. Er zijn ook nog enkele veel kleinere soorten, zoals bijvoorbeeld *Phyllograptus rotundatus* (foto 8).

Didymograptus

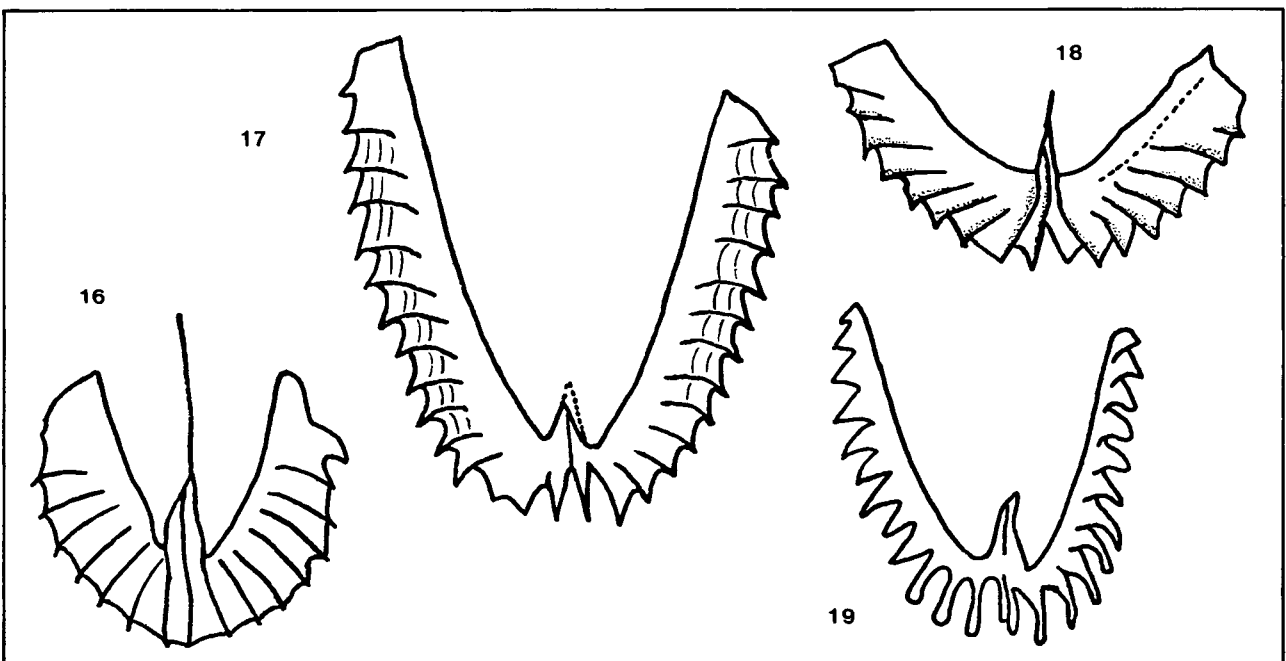
We komen nu bij moeilijker soorten om op naam te brengen. *Didymograpti* bestaan uit twee symmetrisch opgebouwde takken met elk een rij thecae, die van de sicula uitgaan. De takken zijn soms recht en soms gebogen, maar in beide gevallen kan men de hoek opmeten, waaronder die takken uiteengaan. Deze heet **divergentiehoek** (afb. 12). Men onderscheidt bij de *Didymograpti* in hoofdzaak drie mogelijkheden: horizontale takken, naar beneden hangende takken en omhoog gerichte takken (zie afb. 7). De laatste lijken verrassend veel op een *Tetragraptus*, waarvan slechts twee van de vier takken zichtbaar zijn. Ze worden apart besproken bij *Isograptus*.

thecae die langs de nema omhoogklimmen. De rijen staan haaks op elkaar. De onderverdeling geschiedt in eerste instantie naar de lengte L. De langste soort is *Phyllograptus elongatus* (foto 4), die meer dan 5 cm lang is. *Phyllograptus angustifolius* is kleiner: meestal tussen 2 en 5 cm lang (foto 5). *Phyllograptus densus* (foto 6) is tussen de 1 en 2 cm lang, maar *Phyllograptus illicifolius* (foto 7) ook. De eerste heeft echter 14 - 17 th/cm, de tweede slechts

Horizontale soorten hebben meestal een divergentiehoek van ongeveer 180°. Iedere determinatie dient met de uiterste omzichtigheid te geschieden, want er zijn meer dan 40 soorten. We sommen ze dan ook niet op, maar beperken ons tot enkele veel voorkomende, zoals de brede zeer algemene *Didymograptus hirundo* (afb. 13) of de veel smallere *Didymograptus extensus* (afb. 14 en foto 9). Laatstgenoemde is ook op de voorplaat afgebeeld.

Afb. 16. *Isograptus gibberulus*. Arenigien (Onder-Ord.); Slemmestad, Noorw.; x 6.
Afb. 17. *Isograptus norvegicus*. Arenigien; Modum, Noorw.; x 6.
Afb. 18. *Isograptus lunata*. Arenigien; Slemmestad, Noorw.; x 6.
Afb. 19. *Isograptus spinosus*. Arenigien; Ensjo, Noorw.; x 6. Afb. 16-19 naar A. Monsen.

Didymograptus perditus (foto 10) heeft thecae die ieder een gleufje hebben waarin de voorgaande theca past. *Didymograptus affinis* (foto 11) heeft een lichte bocht in de vleugels. In het Oslogebied vindt men vaak stukken van diverse soorten, die dan alleen nog maar te determineren zijn op de vorm van de thecae, het aantal per cm en hun lengte en breedte of de mate waarin ze elkaar overlappen. Naar de plaats waar zich vroeger de beroemde, nu geheel met vuil gevulde graptolietengroeve bevindt: Slemmestad, dicht bij Oslo, is *Didymograptus slemmestadi* genoemd (foto 12), die tot de kleinere soorten behoort. Ook van de hangende soorten zijn er zeer veel. Hiervan is



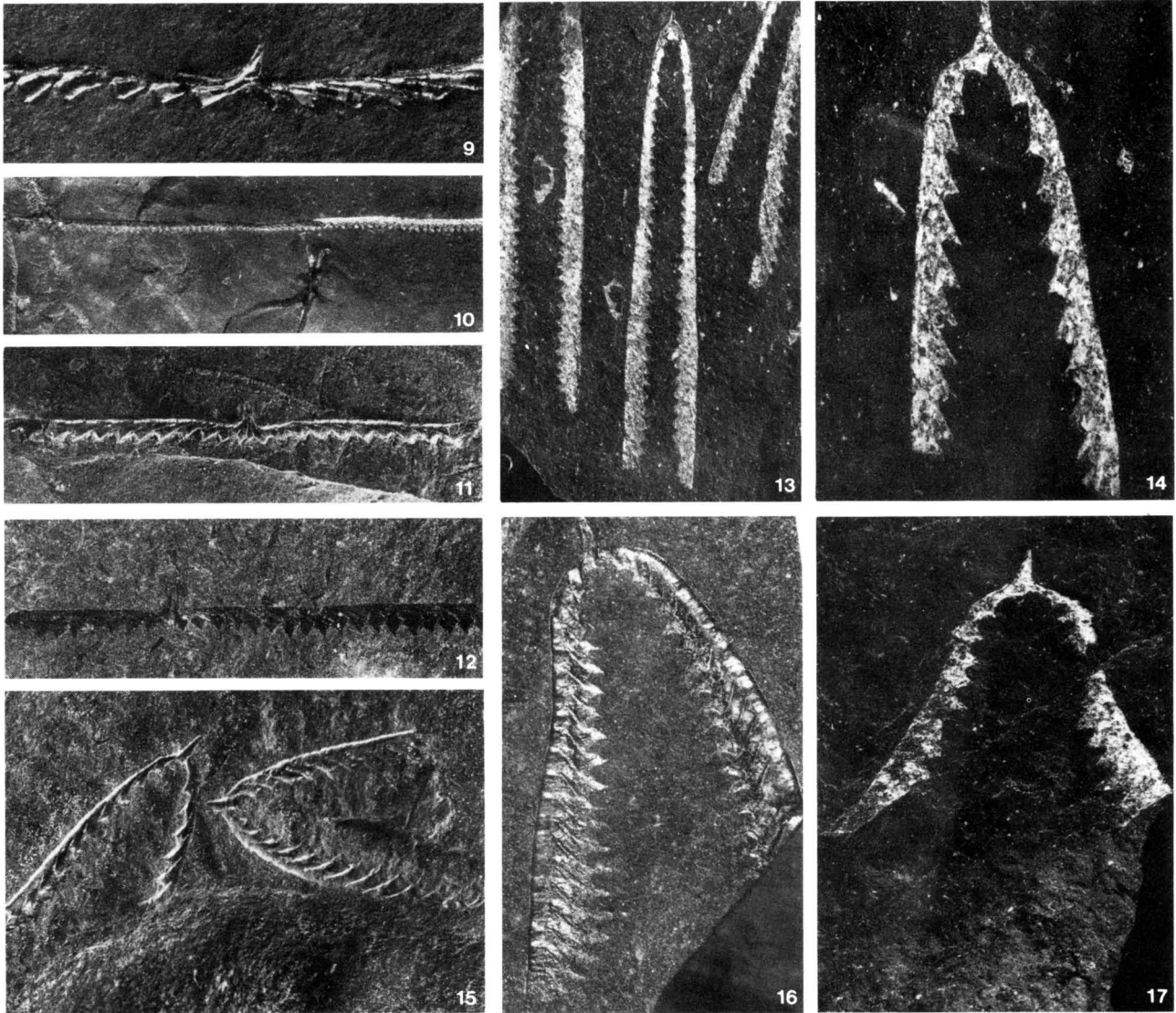


Foto 9. *Didymograptus extensus*, gepyritiseerd ex. Deze soort kon 2 meter lang worden. Dit ex. meet 70 mm, het afgebeelde fragment is 12 mm lang. Ouderdom: Arenigien (Onder-Ordovicium); herkomst: omgeving Slemmestad, Noorw.; zie ook afb. 14 en de voorplaat.

Foto 10. *Didymograptus perditus*. Compleet exemplaar, 75 mm lang. Arenigien; omgeving Slemmestad, Noorw.

Foto 11. *Didymograptus affinis*. Arenigien en Llanvirnien (Onder-Ord.); Slemmestad; afm. 25 mm.

Foto 12. *Didymograptus slemmestadi*. Arenigien; Slemmestad, Noorw.; afm. 24 mm.

Foto 13. *Didymograptus munchisoni*. Llanvirnien (Onder-Ord.); Aberreidy Bay, Wales; afm. complete ex. 43 mm; zie ook afb. 15.

Foto 14. *Didymograptus protoindentus*. Arenigien en Llanvirnien; Aberreidy Bay, Wales; afm. 24 mm.

Foto 15. *Didymograptus minutus*. Omg. Slemmestad; Llanvirnien; afm. langste tak 10 mm.

Foto 16. *Didymograptus deflexus*. Arenigien; Slemmestad, Noorw.; afm. linker tak 15 mm.

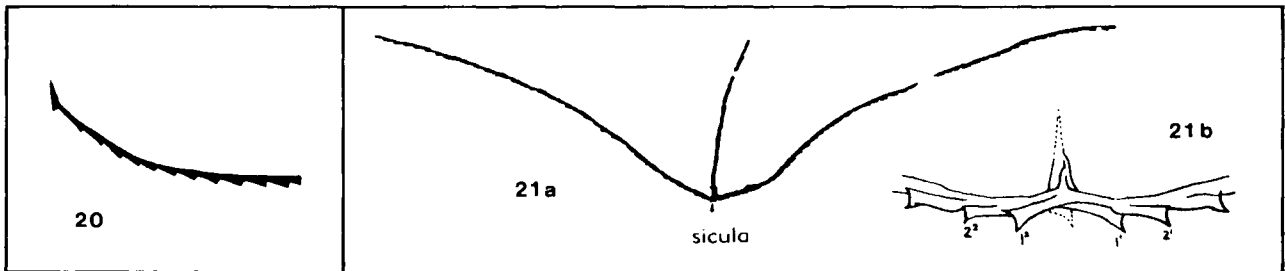
Foto 17. *Didymograptus vacillans*. Llanvirnien; Aberreidy Bay, Wales; afm. linker tak 13 mm.

Didymograptus munchisoni wel de meest bekende (afb. 15 en foto 13). Deze 5 tot 7 cm lange graptoliet heeft in het algemeen 12 - 14 th/cm, maar in Aberreidy Bay in Wales komen veel exemplaren voor met veel minder th/cm. Dit wordt dan aan vormveranderingen tijdens de fossilisatie toegeschreven, maar het is de vraag of dat juist is. In ieder geval bewijst het dat het kenmerk th/cm niet altijd als doorslaggevend kan worden beschouwd. Het geleidelijk breder worden van de takken is echter een heel goed kenmerk voor deze soort. *Didymograptus protoindentus* (foto 14) is een veel kleiner soort. Even klein is *Didymograptus minutus*, maar met duidelijk weer anders gevormde thecae (foto 15). Bij de beide eerstgenoemde soorten

lopen beide takken na divergentie weldra praktisch evenwijdig, terwijl ze bij de laatste soort uiteen blijven wijken. Dat geldt ook voor *Didymograptus deflexus* (foto 16) die echter veel breder is. Sommige soorten vertonen een meer gebogen structuur, zoals de wijd uiteen zwaaiende *Didymograptus vacillans* (foto 17).

Isograptus

Bij *Isograptus* zijn er twee omhoog gebogen rhabdosomen. Deze fraaie fossielen worden in ovale en wijd geopende vormen verdeeld. De eerste thecae groeien geheel omlaag. Enkele soorten zijn: *Isograptus gibberulus* (afb. 16) met een opvallend lange nema, *Isograptus norvegicus* (afb. 17)



Afb. 20. *Azygograptus suecicus*. Arenigien (Onder-Ord.); Zuid-Zweden; x 2.

Afb. 21. *Leptograptus flaccidus*. Boven-Caradocien (Boven-Ordovicium); Zuid-Schotland; a: x 1, b: x 8, proximaal eind. Bij deze vorm is er één zijtak, deze komt uit het centrum (afb. 21a).

met een spleet onderin, *Isograptus lunata*, die wijd uiteenwijdkt (afb. 18) en *Isograptus spinosus*, die inderdaad gestekeld lijkt (afb. 19).

Azygograptus

Deze minder voorkomende graptoliet lijkt op een Didymograptus, waarvan een van beide takken ontbreekt. Afb. 20 geeft als voorbeeld *Azygograptus suecicus*.

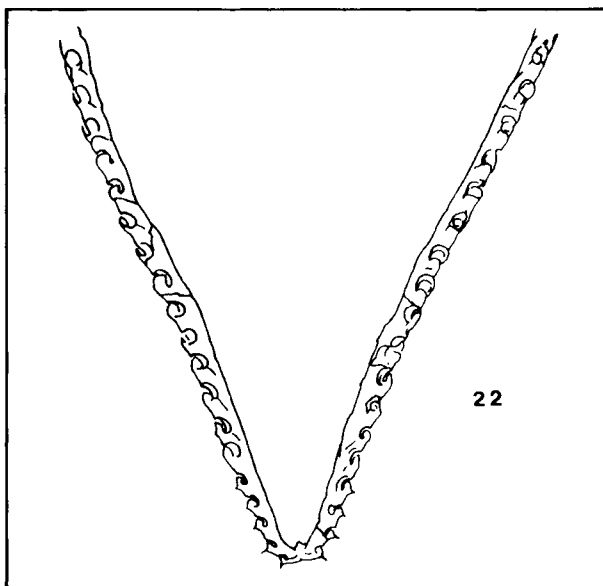
Leptograptus

Deze behoort tot de familie Nemagraptidae. Dit zijn zeer smalle graptolieten met wijd uitgespreide takken, vaak met zijtakken. De afwijkende S-vorm van de thecae maakt deze vrij zeldzame graptoliet gemakkelijk te determineren. Voorbeeld: *Leptograptus flaccidus* (afb. 21).

Dicellograptus

Ongeveer gelijktijdig met het vorige genus leefden de Dicellograpti, behorend tot de familie Dicranograptidae. Ze lijken oppervlakkig gezien op Didymograpti met

Afb. 22. *Dicellograptus morrissi*. Boven-Caradocien (Boven-Ord.); Zweden; x 4.



omhoog gerichte takken, maar in bouw van de thecae zijn ze daarvan te onderscheiden. Omdat ze nooit gelijktijdig met de Didymograpti voorkomen is een verwarring daarmee dan ook uitgesloten, tenzij men de herkomst van een fossiel niet weet. Bepaalde gesteenten zijn naar *Dicellograptus* genoemd, zoals de *Dicellograptus*-schalies uit Zweden en op Bornholm. Afb. 22 geeft als voorbeeld van dit genus *Dicellograptus morrissi*, terwijl op foto 18 *Dicellograptus johnstrupi* uit Bornholm is afgebeeld.

Dicranograptus

Tot dezelfde familie behoort ook *Dicranograptus*, een merkwaardige tussenvorm tussen de uit twee gespreide takken en twee aaneengesproeiende takken bestaande vormen. *Dicranograptus clingani* kwamen we op Bornholm tegen (foto 19).

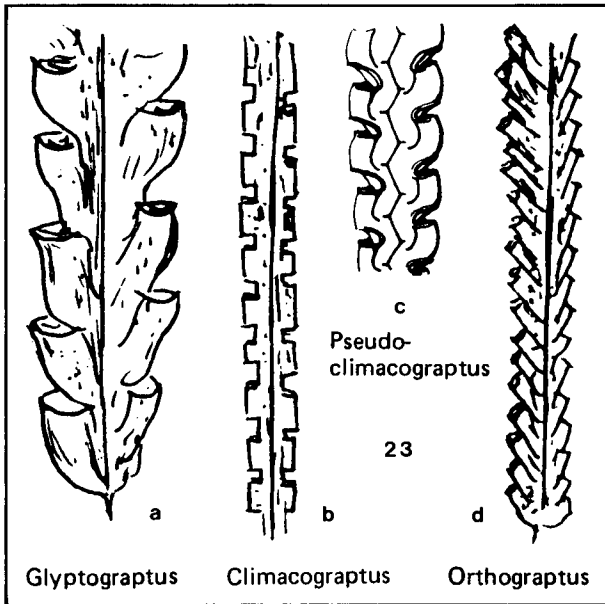
De nu volgende familie der Diplograptidae wordt in een aantal bekende en betrekkelijk veel voorkomende genera verdeeld. Aan de vorm van de thecae en de bouw van de graptoliet zijn ze in de meeste gevallen direct te onderscheiden (afb. 23), hoewel dat soms bij *Diplograptus* moeilijk is. Dit type begint al meer te lijken op wat men zich in het algemeen bij een graptoliet voorstelt: een lange staaf met aan weerskanten een rij vrije of elkaar enigszins overlappende thecae met aan de onderkant meestal een duidelijke sicula.

Glyptograptus

Op het eerste gezicht heeft dit genus de vorm van een vrij lange staaf met uitsteeksels als takken van een denneboom. Let men op de vorm en de opening van de thecae dan zijn hier een drietal mogelijkheden te onderscheiden. De buitenkant is echter steeds enigszins S-vormig. De bovenrand loopt soms schuin naar beneden toe binnenwaarts (introvers), soms horizontaal, soms schuin naar beneden toe maar naar buiten gekeerd (retrovers), zie vooral afb. 24. *Glyptograptus teretiusculus* (foto 20) is 4 tot 6 cm lang en B ↑ tot 2 mm. Er is een opvallend lange virgella. De onderste thecae dragen soms stekels, maar die zijn vaak verdwenen, terwijl er ook variëteiten zonder stekels voorkomen. De S-vormige buiging van de buitenrand is hier betrekkelijk gering. Bij de in Schotland voorkomende *Glyptograptus tamariscus* (afb. 25) is dat beter te zien. Beide soorten zijn introvers. Op Bornholm komt *Glyptograptus persculptus* voor (afb. 26), die niet langer wordt dan 2 cm en een veel kortere virgella bezit (2 mm). De opening van de thecae verloopt hier nagenoeg horizontaal. Het lukte ons echter niet dit fossiel te vinden. Treft u een graptoliet aan van dit genus maar met retroverse openingen, dan hebt u kans een *Glyptograptus dentatus* te hebben gevonden (afb. 27).

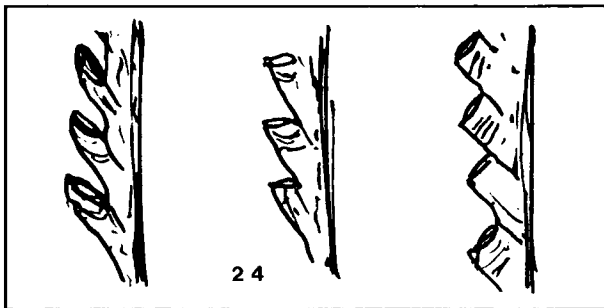
Climacograptus

Loopt van een graptoliet van deze familie de buitenrand van de thecae nagenoeg evenwijdig met de as van het fossiel dan is het een *Climacograptus* of een *Pseudoclimacograptus*. De laatste wordt tegenwoordig als een apart



Afb. 23. De suborde *Diplograptina* bevat verscheidene genera:

Glyptograptus heeft steeds S-vormige thecae;
Climacograptus heeft thecae waarvan de wanden evenwijdig lopen aan de (rechte) centrale as (ladderpatroon);
Pseudoclimacograptus: de centrale as vertoont een zig-zagpatroon, de wanden der thecae lopen ongeveer evenwijdig aan de as;
Orthograptus heeft thecae met rechte buitenwanden die schuin omhoog lopen (denneboomstructuur);
Diplograptus heeft aanvankelijk S-vormige thecae maar later vormen zich thecae van het *Orthograptus*-type. Deze liggen dan ook distaal. Dit genus is op afb. 31 afgebeeld.



Afb. 24. Wanneer de opening (apertura) van een theca recht is kan deze schuin omhoog lopen, maar toch binnenwaarts gekeerd zijn. Dit heet *introvers* (links). Ook kan hij horizontaal staan loodrecht op de vertikaal gedachte centrale as (midden). Verloopt hij schuin naar buiten gekeerd dan heet dit *retrovers* (rechts).

genus opgevat. Hij is van *Climacograptus* te onderscheiden door op de virgula te letten. Die loopt bij *Climacograptus* als een rechte as in het midden, maar vertoont bij *Pseudoclimacograptus* een merkwaardige enigszins zigzag verlopende speciale structuur.

Climacograptus kwamen betrekkelijk lange tijd voor. Men vindt sommige soorten tot in het Siluur zoals de in foto 21 afgebeelde *Climacograptus supernus*. *Climacograptus balticus* (foto 22) die op Bornholm te vinden is, is een smalle, overal even brede soort, die veel lijkt op *Climacograptus rectangularis*. Deze wordt wat breder.

Afb. 25. *Glyptograptus tamariscus*. *Llandoveryen* (Onder-Siluur); Zuid-Schotland; x 4.

Afb. 26. *Glyptograptus persculptus*. Boven-Ashgillien – Onder-Llandoveryen (Ordov.-Siluur); Bornholm; x 10.

Afb. 27. *Glyptograptus dentatus*. Arenigien en Llanvirnien (Onder-Ord.); Öland, Zweden; x 4.

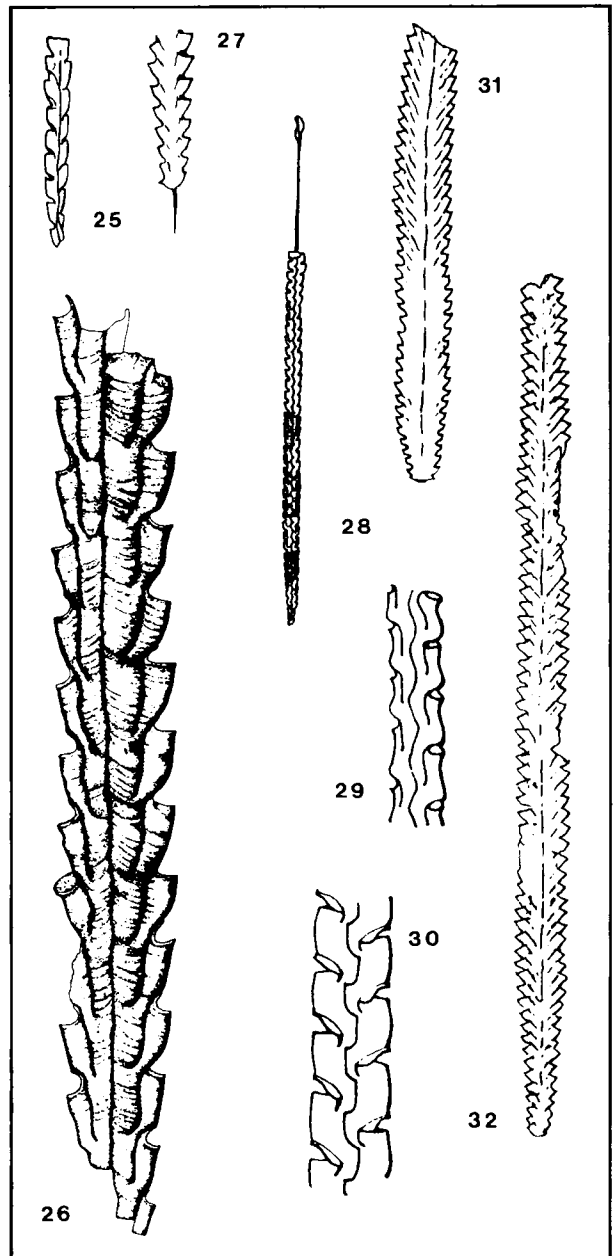
Afb. 28. *Pseudoclimacograptus scharenbergi*. Llanvirnien (Onder-Ord.); Zuid-Schotland; x 6; zie ook foto's 23 en 24.

Afb. 29. *Pseudoclimacograptus* (= *Climoclimacograptus*) *retroversus*. *Llandoveryen* (Onder-Siluur); Wales; x 10.

Afb. 30. *Metaclimacograptus* (*Pseudoclimacograptus*) *undulatus*. *Llandoveryen* (Onder-Siluur); Wales, x 17.

Afb. 31. *Diplograptus foliaceus*. *Llandeilien* (Onder-Ord.); Engeland; x 2.

Afb. 32. *Orthograptus truncatus*. *Caradocien* (Boven-Ord.); Zuid-Schotland; x 2.



Pseudoclimacograptus

In het gebied rondom de Oslofjord vindt men veel fraai gepyritiseerde exemplaren van *Pseudoclimacograptus*

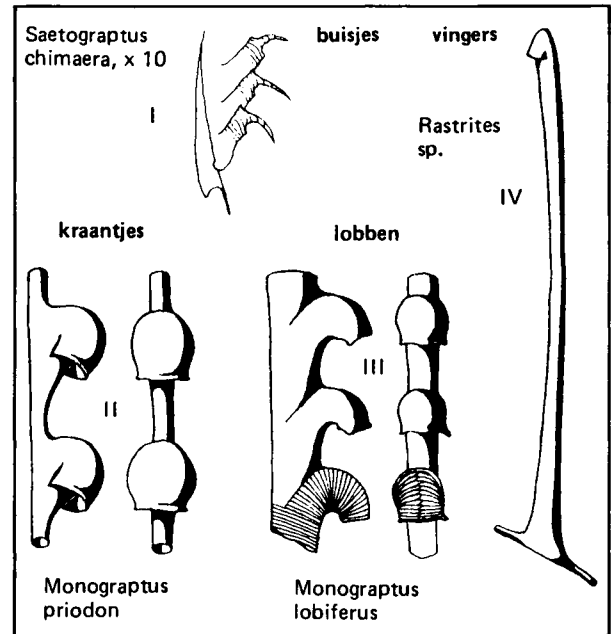
scharenbergi (afb. 28, foto 23 en 24) in allerlei posities gefossiliseerd. Soms komt de juiste vorm van de thecae van dit mooie fossiel goed tot zijn recht, maar in andere gevallen zijn de vorm en de soort amper te herkennen. De buitenrand van de thecae loopt niet volkomen recht, maar is enigszins bol naar buiten gekeerd. Bij andere soorten, zoals *Pseudoclimacograptus* (*Clinoclimacograptus*) *retroversus* (afb. 29) is die juist naar binnen toe gebogen, dus hol aan de buitenkant. Er bestaat ook een verwant genus met een volmaakt rechte buitenrand: *Metaclimacograptus undulatus*, die vroeger *Pseudoclimacograptus undulatus* genoemd werd. Afb. 30.

Diplograptus

Het is moeilijk te voorkomen dat Diplograpti verward worden met Glyptograpti. Determineren lukt het beste aan volkomen gaaf gevonden exemplaren, want de Diplograpti hebben twee verschillende soorten thecae. De eerste thecae van een kolonie zijn duidelijk S-vormig, latere thecae krijgen een vagere S-vorm en de verst van de sicula verwijderde zijn volkomen rechte buisjes. In Engeland kan men gemakkelijk *Diplograptus foliaceus* vinden, deze kan tot 12 cm lang worden (afb. 31). Aan de kust van Bornholm, bij de Risebaek, vonden wij enorm lange

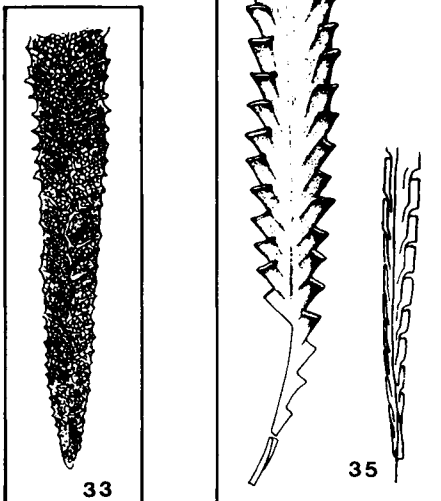
exemplaren van een bijzondere *Diplograptus*, die tegenwoordig *Amplexograptus* wordt genoemd: *Amplexograptus vasae* (foto 25).

vervolg op pag. 89



Afb. 36. Variatie in thecae bij Monograpti. Van links naar rechts:

De meeste Monograpti bezitten buisvormige thecae die elkaar gedeeltelijk overlappen; soms zijn ze van stekels voorzien, andere hebben S-vormige buisjes. Er zijn ook Monograpti met gebogen thecae die uitlopen in een spitse, snavelvormige punt (vogelkopjes) of in een soort tuit (kraantjes). Verder zijn er soorten met lobvormige of driehoekige thecae, of met lange, vingervormige thecae.



Afb. 33. Retiolites geinitzianus. Onder-Siluur; Bohemen; x 2; zie ook foto 27.

Afb. 34. Dimorphograptus confertus confertus. Llandoveryen (Onder-Siluur); Öleå, Bornholm; x 10.

Afb. 35. Rhabdograptus toernquisti. Onder- en Midden-Llandoveryen (Onder-Siluur); Centraal Wales; x 3; zie ook foto 28.

Foto 18. Dicollograptus johnstrupi. Ouderdom Caradocien (Boven-Ordovicium); Risebaek, Bornholm; afm. takken 7 mm.

Foto 19. Dicranograptus clingani. Caradocien; Risebaek, Bornholm; afm. rechter tak 24 mm, de poot van de "Y" is 3 à 4 mm lang.

Foto 20. Glyptograptus teretiusculus. Llanvirnien (Onder-Ord.); haven Bjerkåsholmen, N van Slemmestad, Noorw.; afm. 46 mm.

Foto 21. Climacograptus supernus. Ashgillien (Boven-Ordovicium); bos van Ludlow, Shropshire, Eng.; afm. inclusief nema 16 mm.

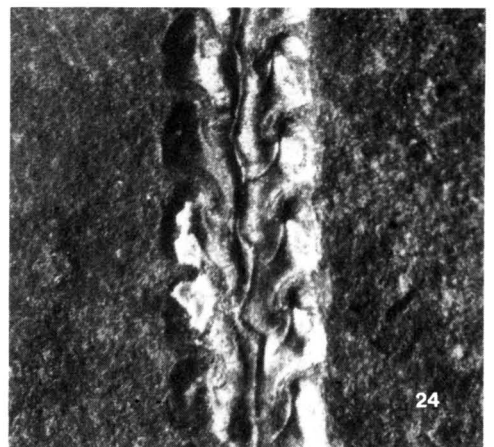
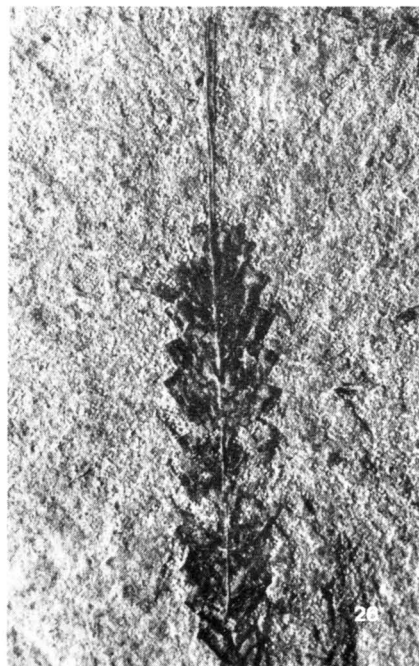
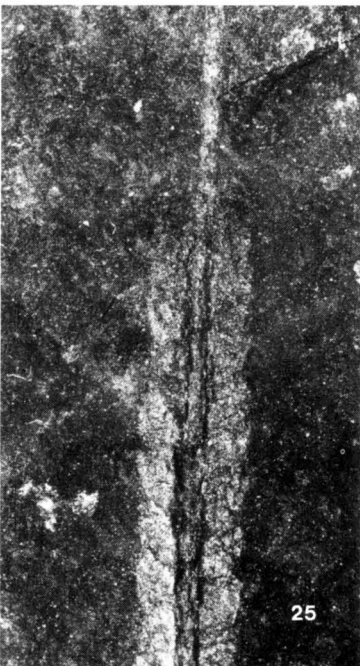
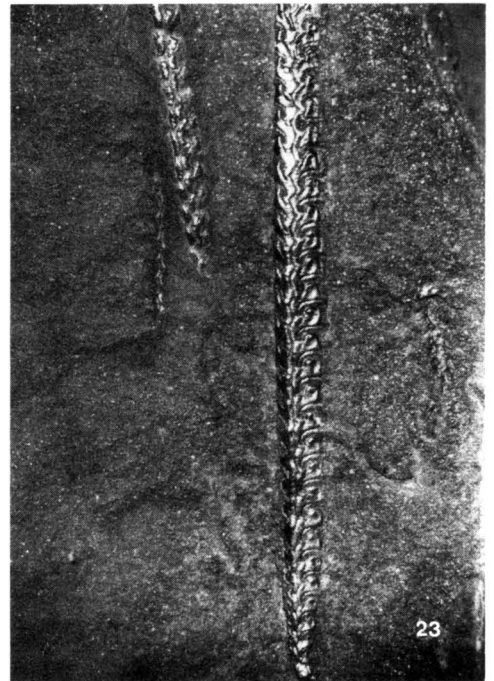
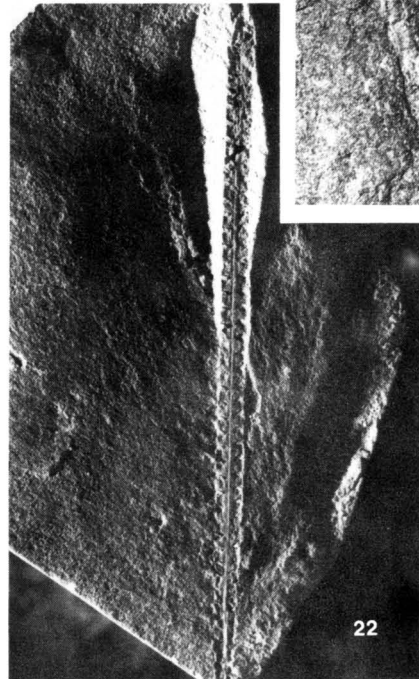
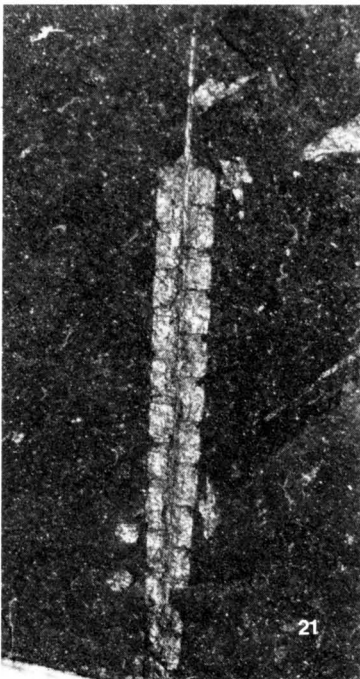
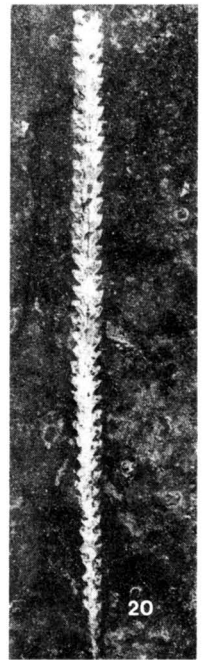
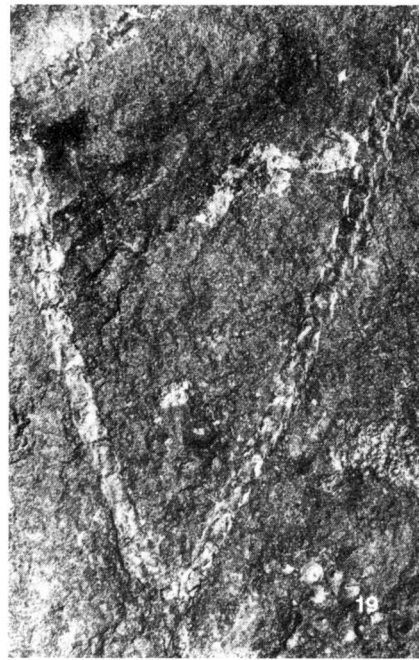
Foto 22. Climacograptus balticus. Llandoveryen (Onder-Siluur); Öleå, Bornholm, afm. 51 mm.

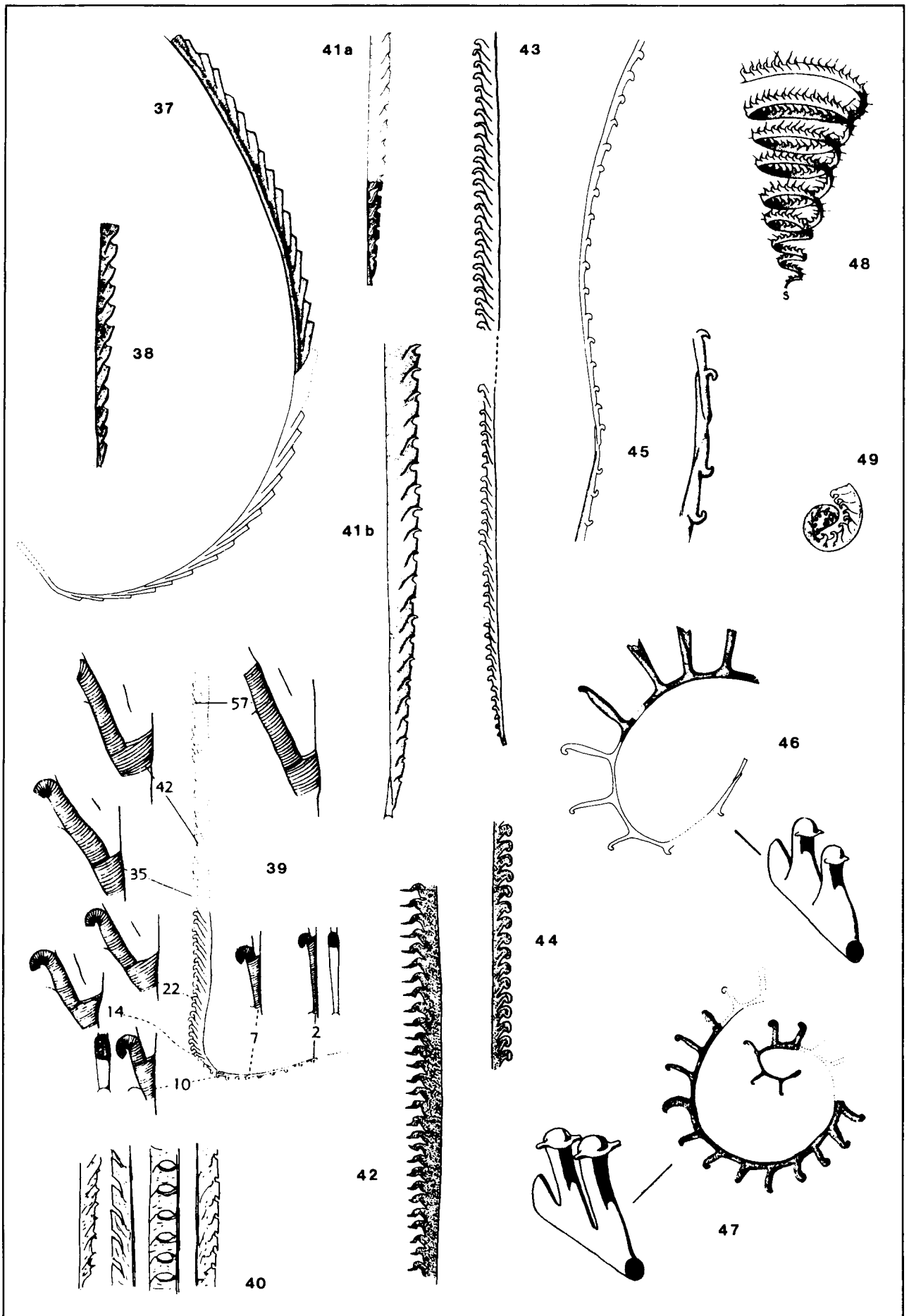
Foto 23. Pseudoclimacograptus scharenbergi, compleet, gepyritiseerd ex.; Llanvirnien; uit haven Bjerkåsholmen ten N van Slemmestad, Noorw.; afm. incl. nema van 10 mm: 36 mm, zie ook afb. 28.

Foto 24. Pseudoclimacograptus scharenbergi, afdruk. Vindplaats als 23; afm. van het detail 8 mm.

Foto 25. Amplexograptus vasae. Caradocien; Risebaek, Bornholm; afm. fragment ± 15 mm.

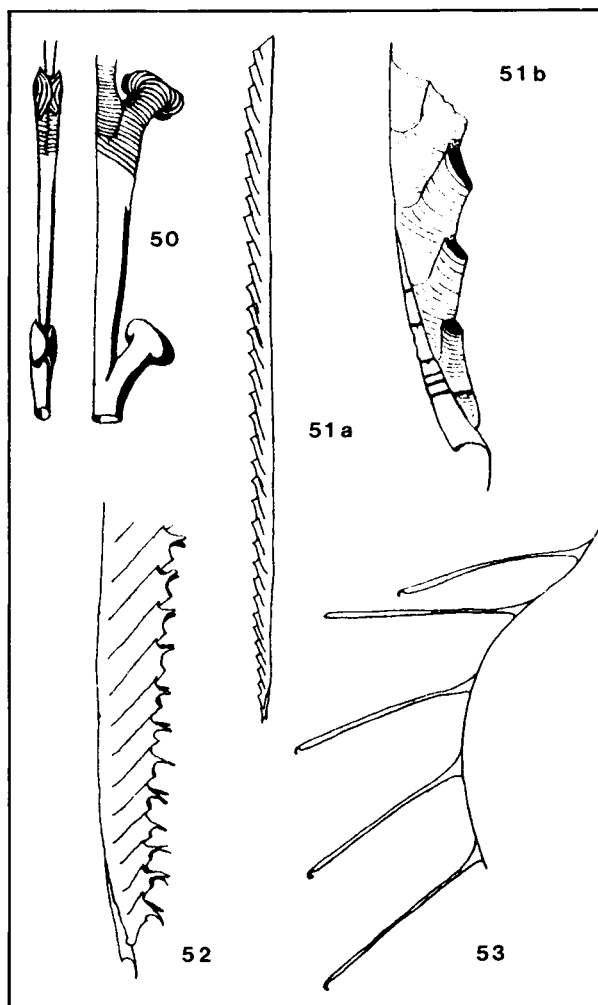
Foto 26. Orthograptus bellulus. Midden- en Boven-Llandoveryen (Onder-Siluur); Gulleråsen, Zweden; afm. incl. nema 16 mm.





Afb. 37. *Monograptus cyphus*. Llandoverien (Onder-Siluur); Ôleå, Bornholm; x 5.
 Afb. 38. *Monograptus nudus*. Boven-Llandoverien en Wenlockien (Siluur); Ludlow, Shropshire en Ôleå, Bornholm; x 5.
 Afb. 39. *Monograptus argenteus*. Onder-Llandoverien (Onder-Siluur); o.a. Dobb's Linn, Schotland. De verandering in vorm van de thecae langs het rhabdosoom is hier duidelijk gemaakt. Rhabdosoom: x 2, thecae: x 10.
 Afb. 40. *Monograptus vomerinus* in vier geheel verschillende uitzietende fossilisatietoestanden (naar Elles en Wood).
 Afb. 41. *Monograptus vomerinus vomerinus* (a), Llandoverien en Wenlockien; *Monograptus vomerinus basilicus* (b), Wenlockien; beide Ôleå, Bornholm, x 5.
 Afb. 42. *Monograptus sedgwicki*. Llandoverien, Westmorland, N-Eng., x 2; zie ook foto 31.
 Afb. 43. *Monograptus priodon*. B.-Llandoverien en Wenlockien (Siluur); proximaal (onder) en distaal (boven); Zuid-Schotland; x 2; zie ook afb. 36 III en foto 32.
 Afb. 44. *Monograptus lobiferus*. M.-Llandoverien (Onder-Siluur); Dobb's Linn, Schotland; x 2; zie ook afb. 36 IV.
 Afb. 45. *Monograptus speciosus*. Llandoverien (Onder-Siluur); Ôleå, Bornholm; x 5 en x 10.
 Afb. 46. *Monograptus triangulatus*. Onder-Llandoverien (O.-Siluur); Ôleå, Bornholm en o.a. Zweden. Rhabdosoom: x 10. Voorbeeld van driehoekige thecae.
 Afb. 47. *Monograptus convolutus*. Midden-Llandoverien (Onder-Siluur); Ôleå, Bornholm en o.a. Zweden; rhabdosoom: x 5.
 Afb. 48. *Monograptus turriculatus*. B.-Llandoverien (Onder-Siluur); Bohemen, x 2; ook op Bornholm.
 Afb. 49. *Monograptus discus*. B.-Llandoverien (Onder-Siluur); Wales, x 4.

vervolg van pag. 86



Orthograptus

Ook deze behoort tot de familie der Diplograptidae. Deze graptolieten bezitten thecae met een volmaakt rechte buitenrand, zonder een spoor van S-vorming. Zeer bekend is *Orthograptus truncatus* (afb. 32) uit Schotland, terwijl wij in Zweden *Orthograptus bellulus* aantreffen (foto 26).

Retiolites

Merkwaardige graptolieten behoren tot de familie der Retiolitidae, zoals *Retiolites geinitzianus* (afb. 33 en foto 27). Hun typisch netvormige patroon maakt ze gemakkelijk van andere soorten te onderscheiden. De thecae zijn gereduceerd tot een kantachtig weefsel, per tak zijn er twee rijen thecae.

Dimorphograptus

Een opmerkelijke verandering in de bouw van het rhabdosoom vertoont de familie der Dimorphograptidae met het genus *Dimorphograptus*, waarvan de *Dimorphograptus confertus confertus* op Bornholm voorkomt (afb. 34). De graptoliet ontwikkelt eerst alleen maar wooncellen aan een kant, maar distaal draagt het rhabdosoom thecae aan weerskanten. Ook *Rhaphidograptus* wordt nu tot deze groep gerekend. *Rhaphidograptus toernquisti* (afb. 35 en foto 28) komt o.a. in Schotland en op Bornholm voor. Deze familie is als het ware een overgang naar de nu volgende soorten die uit één tak bestaan die slechts aan één kant thecae draagt. Ze komen in het Siluur zeer veel voor en de belangrijkste familie is die der Monograptidae, waarvan we allereerst natuurlijk bespreken:

Afb. 50. *Cucullograptus* (*Lobograptus*) *scanicus*. Ludlovien (Boven-Siluur); o.a. Braamrivulet, Zweden. Zie ook foto 33.

Afb. 51. *Pristiograptus dubius*. Wenlockien (B.-Siluur); Wales; x 2 en x 10.

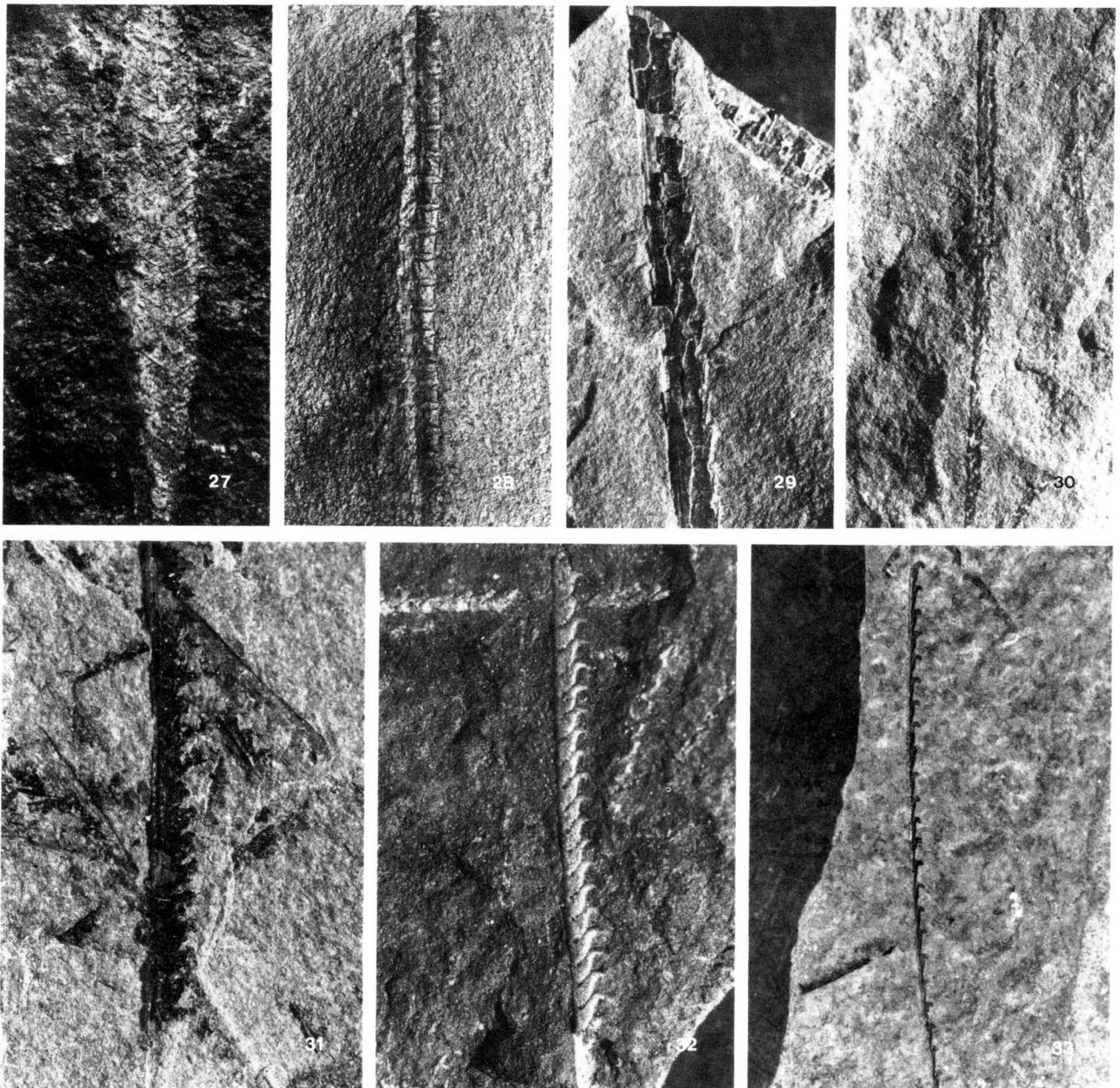
Afb. 52. *Saetograptus chimaera*. Ludlovien (Boven-Siluur); uit een zwerfsteen in Polen; x 10; zie ook afb. 36 I.

Afb. 53. *Rastrites maximus*. Llandoverien (Onder-Siluur); Zuid-Schotland, x 2; ook o.a. op Bornholm. Zie afb. 36 IV.

Monograptus

Het aantal verschillende soorten Monograpti is enorm groot. Naar de vorm der thecae kunnen ze allereerst in een aantal groepen verdeeld worden (afb. 36). Een verdere onderverdeling maakt gebruik van alle reeds genoemde details. Naast de vorm der thecae is het recht of gebogen zijn van het rhabdosoom een veel gebruikt kenmerk. We noemen weer slechts een aantal karakteristieke soorten: *Monograptus cyphus* (afb. 37) heeft een fraai gebogen vorm. Deze graptoliet bezit lange smalle thecae ($l = 2.5 \text{ mm} = 8b$) en een opvallend lange sicula. Er bestaan echter ook rechte vormen zoals *Monograptus regularis* (foto 29), die nog langere thecae bezit (3.5 mm), waarvan de overlapping toeneemt van 0 tot 2/3.

Bij deze soorten bestaan de thecae uit langwerpige smalle buisjes, die zich in het fossiel als lange smalle rechthoekjes aftekenen. *Monograptus chimaera* behoorde ook tot deze groep. Omdat men later vond dat de bouw voldoende afweek, werd deze graptoliet in een apart genus onderge-



bracht en heet hij tegenwoordig *Saetograptus chimaera* (afb. 52 en 36 I). Iedere theca draagt een stekeltje en overlapt de volgende voor ongeveer de helft. De graptoliet is recht van vorm. Een bredere soort is *Monograptus dubius*, die tegenwoordig *Pristiograptus dubius* genoemd moet worden (afb. 51). Deze graptoliet is niet volkomen recht, maar vertoont een kleine verticale kromming. Er zijn 8 - 11 th/cm en soms bezitten de thecae stekeltjes. *Monograptus nudus* (afb. 38) kan zeer lang worden, tot 15 cm toe, en is meestal iets gebogen van vorm. Er zijn hier 9 - 13 th/cm, maar de overlapping is minder dan bij de vorige soort. De opening der thecae is horizontaal als men de graptoliet vertikaal houdt. Dit laatste schijnt een goed kenmerk te zijn. Sommige soorten hebben aanvankelijk duidelijke S-vormige thecae, maar ontwikkelen later meer rechte wooncellen, zoals *Monograptus argenteus* (afb. 39), die bovendien een fraaie gebogen vorm vertoont. Andere Monograpti hebben S-vormige thecae, die echter in bepaalde fossilisatietoestanden een geheel ander profiel kunnen vertonen. In dat geval lijkt het een volkomen

Foto 27. *Retiolites geinitzianus*. Ouderdom Wenlockien (Boven-Siluur); Öleå, Bornholm; afm. 35 mm; zie ook afb. 33.

Foto 28. *Rhaphidograptus toernquisti*. Aan de proximale zijde is de rij thecae duidelijk smaller. Onder- en Midden-Llandoverien (Onder-Siluur); Öleå, Bornholm; afm. fragment 25 mm. Scalariforme ligging van het fossiel: ventrale zijde boven. Zie ook afb. 35.

Foto 29. *Monograptus regularis*. Midden-Llandoverien; Gulleråsen, Zweden; afm. fragment 18 mm.

Foto 30. *Monograptus crenularis*. Midden-Llandoverien; Blair Quarry, N-Eng.; afm. fragment 31 mm.

Foto 31. *Monograptus sedgwicki*. Midden en Boven-Llandoverien; Osmundberget, Zweden; afm. fragment 19 mm; zie ook afb. 42.

Foto 32. *Monograptus priodon*. Boven-Llandoverien-Wenlockien (Siluur); Feuguerolles, Normandië; afm. fragment 27 mm; zie ook afb. 43.

Foto 33. *Cucullograptus (Lobograptus) scanicus*. Ludlovien (Boven-Siluur); Braamrivulet, Zweden; afm. 31 mm; zie ook afb. 50.

andere soort, zie afb. 40.

Monograptus vomerinus komt op Bornholm in twee variëteiten voor:

M. vomerinus basilicus, die vrij breed is (B ↑ 0.4 tot 2.5 mm), en een smallere vorm: *M. vomerinus vomerinus* (afb. 41 A en B).

Monograptus crenularis (foto 30) is een zeer smalle graptoliet (B ↑ van 0.5 tot 1 mm); de thecae overlappen elkaar voor 2/3. Ook *Monograptus scanicus* behoort tot deze categorie. Deze rechte graptoliet kan ook zeer lang worden, is smal en heeft een korte, gebogen virgella. Er zijn 8 - 9 th/cm. Hij wordt de laatste tijd in een apart genus ondergebracht en heet nu *Cucullograptus scanicus* (afb. 50, foto 33).

Weer andere Monograpti hebben zeer merkwaardig gevormde thecae, die meer op "vogelkopjes" of "kraantjes" lijken. Sommige hebben beide soorten, zoals *Monograptus sedgwicki* (afb. 42, foto 31), die distaal ook stekels vertoont en meer dan 20 cm lang kan worden. Er zijn 6 - 10 th/cm. *Monograptus priodon* (afb. 43 en 36 II, foto 32) hoort hier ook bij met een B ↑ van 0.75 tot 3 mm. Er is een opvallende sicula.

Andere Monograpti hebben lobvormige thecae, zoals *Monograptus lobiferus* (afb. 44 en 36 III), die in breedte van 0.3 tot 2 mm toeneemt en waarvan de thecae elkaar niet overlappen. De Bornholmse soort *Monograptus speciosus* behoort hiertoe. De lange enigszins gebogen graptoliet is smal (tot 1.25 mm) en er zijn 9½ thecae per cm (afb. 45).

Er bestaan ook Monograpti met driehoekige thecae, zoals *Monograptus triangulatus* (afb. 46), die klein is en sterk gekromd. De voor 80 % vrij liggende thecae bezitten een klein uitsteeksel. Hiertoe behoort ook *Monograptus convolutus*, die veel groter wordt (afb. 47).

Heel merkwaardig gevormde Monograpti zijn direct te determineren, zoals *Monograptus turriculatus*, die spiraalvormig gewonden is met zijn duidelijk gestekelde thecae (afb. 48). Zeer interessant is ook *Monograptus discus*, een uiterst klein sterk gekromd graptolietje van slechts een paar mm grootte, dat men gemakkelijk over het hoofd zou kunnen zien (afb. 49).

Tot de familie der Monograptidae behoort ook

Rastrites

Dit genus omvat graptolieten met betrekkelijk lange lintvormige thecae, die meestal los uit elkaar liggen en aan een gemeenschappelijke tak zitten. *Rastrites maximus* (afb. 53 en 36 IV) is wel een der bekendste soorten.

Cyrtograptus

Dit is een geslacht dat vele gidsfossielen leverde. *Cyrtograptus murchisoni* (afb. 54) is hiervan een voorbeeld. Er behoren veeltakkige vormen toe; de takken ontspruiten behalve uit de opening onderaan de sicula ook vaak uit de kelken van thecae.

Literatuur

Moore, R.C. en Teichert, C., 1970, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part V, second edition (revised and enlarged) die van alle genera een of meer soorten afbeeldt en behandelt.

Elles, G.L. en Wood, E.M.R., 1901-1918, A monograph of British Graptolites. Dit is een standaardwerk, dat helaas verouderd is, maar toch bijna alle Engelse en Schotse soorten afbeeldt, vaak in verschillende situaties.

Monsen, A., 1937, Die Graptolithenfauna im Unteren Didymograptus-Schiefer Norwegens, Norsk Geol. Tidsskrift, 16, 57 - 266 is een voor het Oslogebied zeer bruikbaar werk met vele soorten. Daarnaast zijn er nog meer publicaties van Monsen op dit gebied.

Bjerreskov, M., 1975, Llandoveryan and Wenlockian graptolites from Bornholm, Fossils and Strata, number 8 is voor het Siluur van Bornholm een zeer modern determinatiewerk.

De Monograptidae vindt men voor een deel afgebeeld in K. Kowalski, Graptolithen aus norddeutschen Geschieben, 1964, in Sonderheft 14 van "Der Aufschluss", 32 - 51.

Florin, M., 1965, Paléoprotéins, Acad. Royale Belgique, Bull. ser. 5, v. 51, 156.

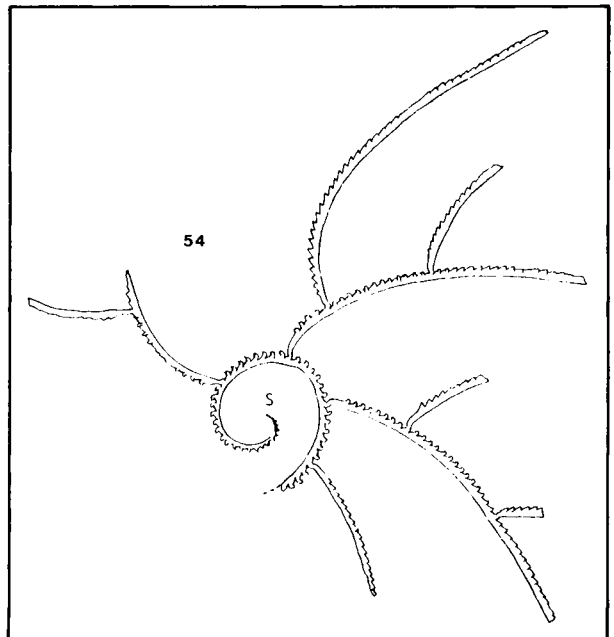
Hundt, R., 1953, Graptolithen, Leipzig.

Kozłowski, R., 1966, On the structure and relationships of graptolites, Journal of Paleontology, 40, 489.

Moore, R.C., e.a., 1952, Invertebrate Fossils, Chapter 22, 715.

Wedekind, R., 1975, Einführung in die Grundlagen der historischen Geologie, Enke, Stuttgart, I und II.

Bulman, O.M.B., 1933, Programme evolution in graptolites, Biological Reviews, 7.



Afb. 54. *Cyrtograptus murchisoni*. Onder-Wenlockien (B.-Siluur); o.a. Tsjecho-slowakije; x 3.