

Afb. 2. A. Fluoriet in oktaëdervorm (met acht vlakken) is tamelijk zeldzaam. B. Splijtstuk van fluoriet in oktaëdervorm. Fluoriet splijt gemakkelijk in de richting van oktaëdervlakken. Van een flink brok

fluoriet zijn dan ook mooie splijtoktaëders te maken. Deze zijn door hun gladde zijden gemakkelijk van natuurlijke oktaëders te onderscheiden.

dergelijks is aan de hand met fluoriet, zie afb. 1 en 2. Hoeveel mag een mineraal nu kosten, zult u zich afvragen. Gemiddeld moet u voor een gekristalliseerd kristalgroepje van een paar centimeter tot vuistgrootte rekenen op een bedrag tussen f 10.-- tot f 30.--. Dit geldt dan voor de veel voorkomende mineralen. Zeldzame mineralen en edelsteenmineralen zijn veel duurder. Voor het geval dat u buitenlandse beurzen bezoekt moet u er rekening mee houden dat het prijsniveau daar veel hoger ligt.

Waarop moet u letten bij aankoop van een mineraal?

- 1) Is het mineraal onbeschadigd? Een volkomen onbeschadigde kristalgroep is natuurlijk het mooist, maar beïnvloedt ook de prijs. Bij een groepje dat bedekt is met tientallen kleine kristalletjes zullen enkele afgebroken kristallen niet storend zijn. Een groot kristal met een kleine beschadiging is al veel minder acceptabel. Een beschadiging aan de zijkant van het stuk valt minder in het oog dan een beschadiging in het midden. Bij een zeldzaam mineraal is de zeldzaamheidswaarde soms belangrijker dan het feit dat er een beschadiging op zit. Het blijft bij dit alles een kwestie van persoonlijke smaak en beschikbare hoeveelheid geld. Zie afb. 3.
- 2) Is er met een mineraal geknoeid? Vooral bij dure mineraalgroepen is het goed om uitvoerig te onderzoeken of er beschadigingen zijn hersteld of, erger nog, er kristallen zijn bijgeplaatst. Een bonafide handelaar zal u erop wijzen als aan het mineraal reparaties zijn uitgevoerd, maar ook hem kan het soms niet opgevallen zijn bij de inkoop. Sommige reparaties zijn zo geraffineerd uitgevoerd dat ze zeer moeilijk zijn te herkennen. Veel mineralen kunnen door een kunstmatige ingreep zo worden veranderd, dat zij voor een zeldzaam, dus duurder mineraal of variëteit kunnen doorgaan. Dit komt sinds mensenheugenis bij edelstenen voor, maar ook algemene mineralen als kwarts zijn tegenwoordig voor verandering vatbaar. Zo kan de paarse kwartsvariëteit amethyst door verhitting bruin worden. Deze "gebrande" amethyst gaat dan qua kleur op de zeldzamere en dus duurder citrien lijken.

BRACHIOPODEN, een nummer apart

Het is met gepaste trots dat wij u hier de eerste aflevering van de beschrijving van een omvangrijke diergroep: de brachiopoden, aanbieden.

Al nemen brachiopoden in de recente fauna een bescheiden plaats in, als fossielen zijn zij één van de belangrijkste groepen. In een vroege periode van de geschiedenis van het Leven vormden zij zelfs, samen met de trilobieten, het hoofdbestanddeel van de levensgemeenschap -- althans, voor zover wij die kennen. Een adequate behandeling van deze "toppers van toen" heeft tot nog toe in *Gea* ontbroken. Het onderwerp is dan ook zeer omvangrijk en, hoewel ze eenvoudig van vorm lijken, zijn brachiopoden moeilijk, als het om hun voor determinatie geschikte kenmerken gaat. Eigenlijk is er in ons land maar één persoon, die deze diergroep aankan, omdat brachiopoden zijn specialisme zijn: de paleontoloog Dr. C.F. Winkler Prins van het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie te Leiden.

De geologische wetenschap staat in Nederland onder zware druk. Nieuwe specialisten op, onder andere, macro-paleontologisch gebied worden niet meer opgeleid. De kans, een originele monografie over de brachiopoden te publiceren -- voor belangstellende amateurs, op een wetenschappelijk verantwoorde wijze -- zal dan ook tot Winkler Prins beperkt blijven. Daarom zijn wij verheugd, en zien wij het als een eer, deze auteur in *Gea* aan het woord te laten.

Om verschillende redenen bleek het niet doenlijk, een speciaal themanummer Brachiopoden in de *Gea*-serie uit te brengen. Wij stellen ons nu het volgende voor. Te beginnen met dit nummer zullen in een aantal uitgaven steeds de middelste vier, of acht, pagina's aan brachiopoden zijn gewijd. Na verloop van tijd, wanneer alle stof behandeld is, zal een apart Brachiopoden-omslag worden meegezonden. De inmiddels verschenen Brachiopoden-katerns kunnen door u uit hun *Gea*nummer worden gelicht door de nietjes om te buigen en in dit omslag worden vastgemaakt. Zo hebben onze lezers dan een compleet themanummer. Vanzelfsprekend zullen naderhand ook kant-en-klare Brachiopoden-nummers leverbaar zijn.

vervolg op pag. 83

J.S.-v.B.

BRACHIOPODEN

door Dr. C.F. Winkler Prins
Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie
Leiden

De Brachiopoda - letterlijk vertaald Armpotigen - zijn in zee levende, ongewervelde dieren met een tweekleppige schaal, die uit calciet of fosfaat bestaat. Men zou de brachiopoden daarom met de tweekleppige weekdieren (mosselachtigen) kunnen verwarren of zelfs met de schelpkreeften (ostracoden), die beiden echter fundamenteel verschillend van bouw zijn. De brachiopoden onderscheiden zich daar op het eerste gezicht al van doordat de beide kleppen duidelijk verschillend zijn (niet praktisch elkaars spiegelbeeld) en doordat de twee helften van een klep in het algemeen gelijk zijn, d.w.z. elkaars spiegelbeeld (afb. 1). Dit laatste kenmerk is niet absoluut, omdat ruimtegebrek tijdens de groei of verwondingen tot verschillen kunnen leiden. Hierbij kan men echter zien, dat het dier in aanleg wel die tweezijdige symmetrie had (afb. 2). De grootte van de schaal varieert bij volwassen brachiopoden van enkele millimeters tot enkele decimeters.

De brachiopoden zijn een vrij onbekende groep dieren. Veel mensen zullen nog nooit van hen gehoord hebben, omdat er nog maar enkele honderden soorten van leven en men ze zelden op het strand vindt. Om die reden is er door de zoölogen ook praktisch geen onderzoek aan gedaan. Het waren vooral paleontologen die zich met brachiopoden-onderzoek bezig hielden die ook de recente vormen hebben bestudeerd om meer te weten te komen over hun groei, levenswijze, enz. Er begint hier echter een kentering in te komen en de belangstelling van biologen is groeiende.

Dat de paleontologen wel altijd interesse voor de brachiopoden hebben gehad komt door het feit, dat de brachiopoden vroeger wel een belangrijk onderdeel van de zeefauna vormden. Er zijn ca. 4000 geslachten fossiel bekend en enkele tienduizenden soorten. Vooral gedurende het Paleozoïcum overheersten zij het leven in de zee, maar ook gedurende het Mesozoïcum maakten zij nog een zeer belangrijk onderdeel van de fauna uit. Vooral voor het Boven-Paleozoïcum (Devon-Perm) vormden zij vroeger de basis voor het dateren van de aardlagen. Ten dele is dat nog zo, al hebben microfossielen (b.v. foraminiferen en conodonten) die rol grotendeels overgenomen.

Wat zijn brachiopoden?

Brachiopoden behoren tot de tentaculaten, d.w.z. dat zij een lofofoor-systeem hebben bestaande uit twee tentakels ("armen") met een centrale groef voorzien van trilharen. Deze wekken een voedselstroom op naar de mondopening. Dit lofofoorsysteem neemt een groot deel van de ruimte binnen de schelp in (afb. 3 en 4). Het is hierdoor goed beschermd, maar de schelp moet dus geopend zijn om voedsel te kunnen opnemen. Trilharen langs de rand van de mantel, die de binnenkant van de schelp bekleedt, zorgen voor een waarschuwings-sigitaal, wanneer te veel of te grof sediment wordt aangevoerd of een vijand nadert, waarna de schelp zich sluit. Afvalstoffen worden door het snel sluiten van de schelp met het overtollige water naar buiten geperst.

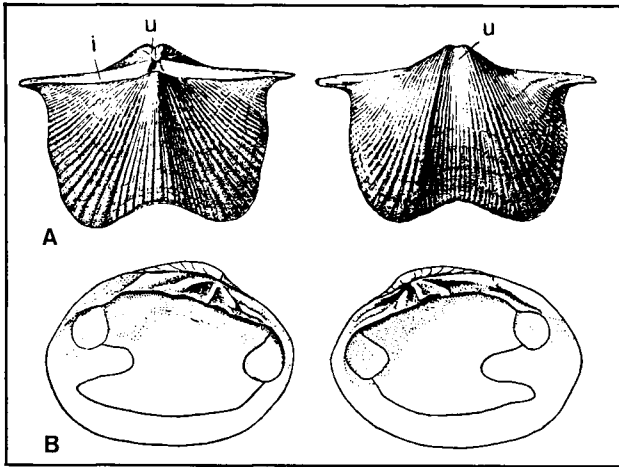
Het zal duidelijk zijn, dat het lofofoorsysteem (de "armen" of brachidia) fundamenteel verschillend is van de "voet" van weekdieren (Mollusca), waarmee ze vergeleken zijn (vandaar de naam "armpotigen"). De lofofoordragers, waartoe ook de ectoprocte bryozoën (mosdierjes) behoren, vormen dan ook een aparte groep, de tentaculaten, vroeger ook Molluscoidea genoemd.

De brachiopoden komen uitsluitend in zee voor, waar zij vooral op of in de bodem leven en soms iets daarboven, vastgehecht aan planten of dieren. Een vlezige "steel" zorgt voor de aanhechting

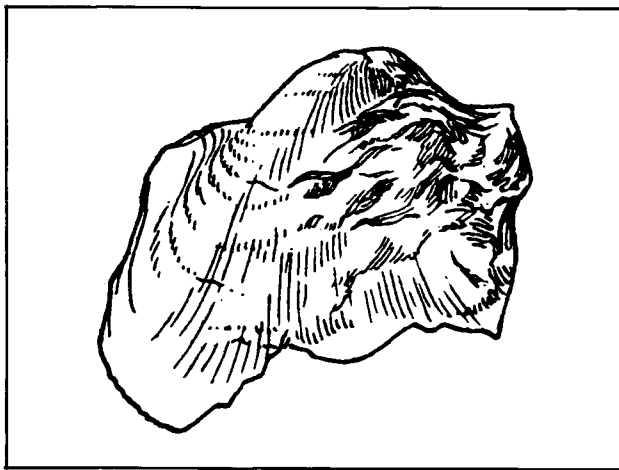
van de vrij zwevende larve aan het substraat. De steel kan later geheel verdwijnen, wanneer de schelp los in het sediment ingebed ligt of vastgegroeid is op een harde rots of op een ander dier (zeelelie-steel b.v.). Zij leven vooral in de ondiepe zeeën (< 200 m) van het continentale plateau, maar komen sporadisch ook in de diepzee voor. Hun voedsel bestaat uit fijn verdeeld organisch materiaal, dat uit het zeewater gefilterd wordt, maar waarschijnlijk kunnen ze ook kleine microörganismen verteren.

De schaal bestaat uit twee kleppen van verschillende grootte, waarbij de grootste (aan de buikzijde van het dier) een opening heeft voor de steel en de kleinste (aan de rugzijde) aanhechtings-sporen en soms zelfs een ondersteuningsskelet voor de armen bezit (afb. 5). Men spreekt daarom van de steel- of buikklep en de arm- of rugklep. Niet alle brachiopoden hebben een duidelijke steelopening, bij de linguliden b.v. treedt de steel tussen de twee kleppen naar buiten. Toch is ook hier de steelklep de grootste klep. De steelopening ligt dicht bij de umbo, het deel van de schaal dat het eerst gevormd is. In het algemeen ligt het in een interarea, die de scharnier met de armklep vormt (afb. 5), maar sommigen (Discinacea) groeien concentrisch (afb. 6).

Het ontstaan van de brachiopoden is nog steeds raadselachtig. Sommigen nemen aan, dat zij door neotenie - het "onveranderd" volwassen worden van een larvaal stadium - uit de ectoprocte bryozoën ontstaan zijn (deze hebben een tweekleppig larvaal stadium). Het lijkt echter waarschijnlijker, dat zij van een lofofoordragend dier zonder harde delen afstammen. Deze ontwikkeling



Afb. 1. A: Rug- en buikzijde van een brachiopode, *Cyrtospirifer disjunctus* (Sowerby, 1840), waarbij duidelijk het verschil tussen de arm- en steelklep te zien is en de overeenkomst tussen de twee helften van een klep (elkaars spiegelbeeld): *i* = interarea, *u* = umbo van steelklep; breedte 5 cm. B: Het inwendige van de beide kleppen van een tweekleppig weekdier, waarbij duidelijk te zien is, dat zij elkaars spiegelbeeld zijn.



Afb. 2. Geheele wond bij een brachiopode (*Pugilis* sp.); breedte 5 cm.

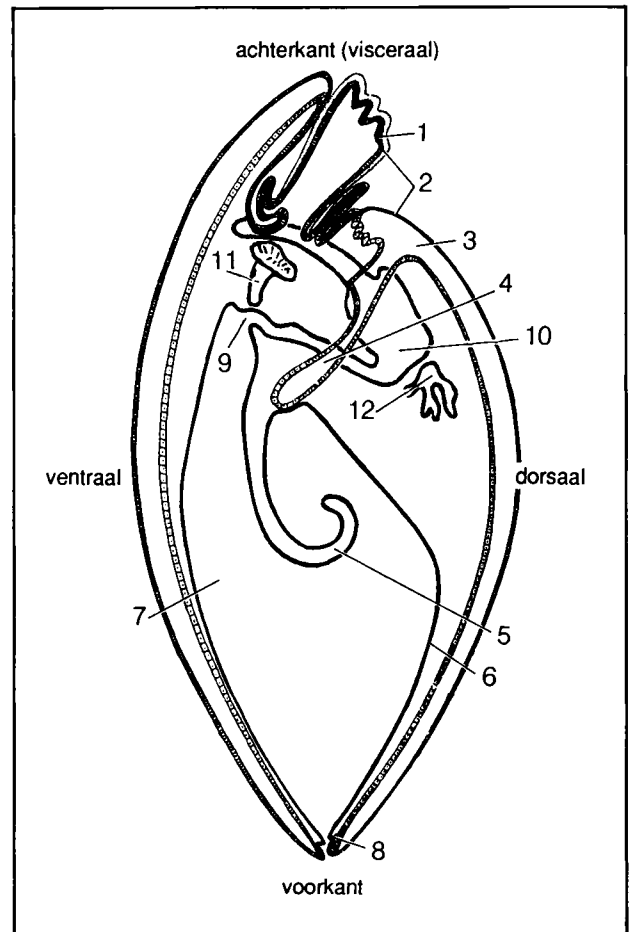
moet zich aan het eind van het Precambrium afgespeeld hebben, omdat aan het begin van het Cambrium meteen al een aantal verschillende groepen voorkwamen. Omdat er twee verschillende hoofdgroepen brachiopoden zijn: de inarticulaten en de articulaten, gaan sommigen ervan uit, dat de brachiopoden een polyfyletische oorsprong hebben, d.w.z. dat de articulaten en inarticulaten uit verschillende stamvormen ontstaan zijn. De linguliden met hun fosfaatschaal zouden mogelijk nog weer een andere voorouder gehad hebben. Hoewel de twee hoofdgroepen al in het larvale stadium een andere ontwikkeling hebben en belangrijke verschillen in inwendige bouw vertonen, worden dit toch onvoldoende redenen geacht om een polyfyletische oorsprong noodzakelijk te maken en wijzen de grote overeenkomsten in algemeen bouwplan m.i. eerder op één gemeenschappelijke voorouder. Het lijkt niet waarschijnlijk, dat voor één van beide meningen een definitief bewijs geleverd kan worden, al zal modern biochemisch onderzoek misschien tot verrassende resultaten kunnen leiden.

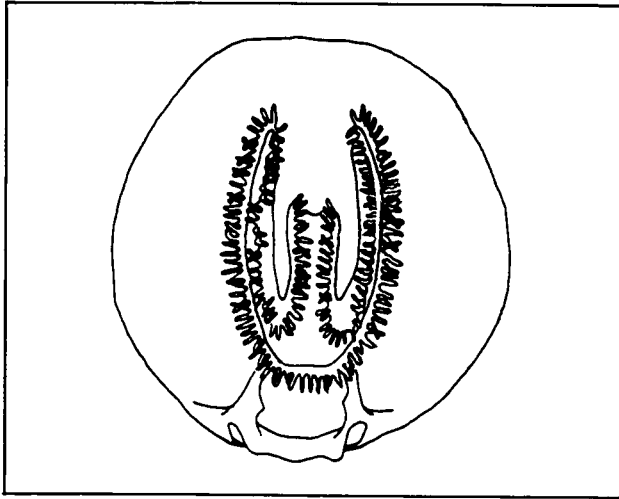
De bouw van brachiopoden

De algemene bouw van een articulate brachiopode is in afb. 3 weergegeven. Opvallend is de duidelijke tweedeling van het inwendige van de schaal: in het achterste (viscerale) deel (de met vloeistof gevulde lichaamsholte) zitten alle belangrijke inwendige organen (b.v. maag, nieren, voortplantingsorgaan), terwijl het grootste deel van de schelp bestaat uit een met de mantel beklede ruimte met daarin de armen. In deze mantelholte komen uitstulpingen van de lichaamsholte voor, de zogenaamde mantelkanalen (afb. 7), waarin o.a. de geslachtscellen zitten en die een belangrijke rol spelen bij de ademhaling. Van groot belang zijn uiteraard de spieren, vooral die om de schaal te kunnen openen en sluiten en de steelspieren, waarmee de schaal gedraaid kan worden (b.v. bij veranderingen van stroomrichting). De trilharen langs de armgroef en de mantelrand hebben een belangrijke functie als tastorgaan: ze waarschuwen b.v. voor vijanden en modder. Zij kunnen daarbij het sein geven om de schelp te sluiten en zo de weke delen te beschermen.

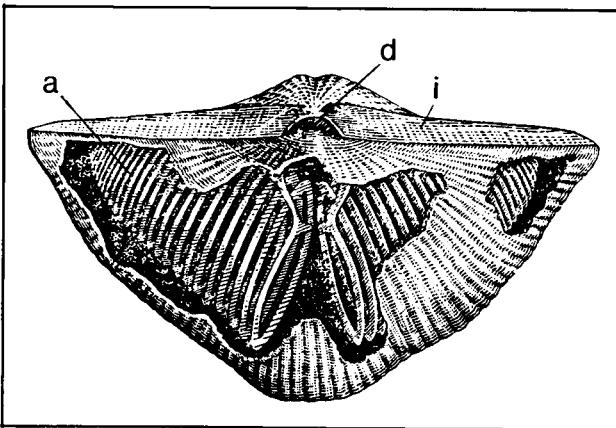
De schaal van articulate brachiopoden bezit een slotrand met een structuur (b.v. tanden met tandkassen), die als scharnier werkt bij het openen en sluiten. Bij de inarticulate brachiopoden worden de kleppen alleen door spieren op hun plaats gehouden. De voorrand, die normaal geopend is om voedsel op te kunnen nemen en

Afb. 3. Schematische tekening van de doorsnede door een levende brachiopode (steelklep links): 1 = steel, 2 = periostracum, 3 = schaal, 4 = armskelet, 5 = lofofoor, 6 = mantel, 7 = mantelholte, 8 = groeizone, 9 = mond, 10 = maag, 11 = nefridium ("nier"), 12 = "lever".

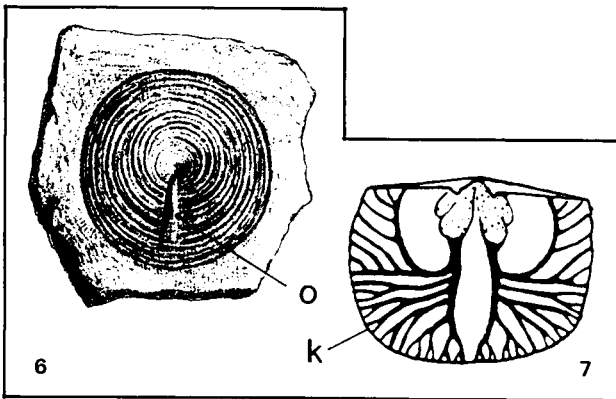




Afb. 4. Het lofofoor-systeem bij *Terebratulina*. In het gedeelte tussen de slotrand en de lofofoor zijn de belangrijkste organen ondergebracht; breedte ca. 1 cm.



Afb. 5. Afbeelding van *Spirifer striatus* (Martin, 1793) uit het Onder-Carboon met opengewerkte armklep, waarbij duidelijk het spiraalgewonden armskelet te zien is: a = armskelet, d = delthyrium (steelopening), i = interarea; breedte 8½ cm.



Afb. 6. Steelklep van *Orbiculoidea perrugata* (M'Coy, 1846). o = steelopening; doorsnee 2½ cm.

Afb. 7. Schematische afbeelding van het inwendige van een steelklep van *Strophomena* sp. met mantelkanalen (k); breedte 3 cm.

adem te kunnen halen, wordt in gesloten toestand de commissuur genoemd. De vorm ervan is een belangrijk determinatiekenmerk (zie "Schaalvorm"). Er midden tegenover ligt de umbo: het deel van de schaal, dat het allereerst gevormd is.

In het fossiele materiaal zijn de weke delen uiteraard niet bewaard en we weten daarom niet of een ander belangrijk verschil tussen de inarticulate en articulate brachiopoden, n.l. dat de darm blind eindigt bij de laatsten en een aparte anus heeft bij de eersten, ook voor alle fossiele vormen geldt. De afdrukken en aanhechtingsplaatsen van de armen, spieren en mantelkanalen kunnen echter wel bestudeerd worden, evenals b.v. de steelopening. Deze kenmerken vormen een belangrijk hulpmiddel bij de bestudering van de onderlinge verwantschap en de systematische indeling van deze groep, vooral op een hoger niveau (geslachten, families). Uiteraard moeten daarbij wel exemplaren van eenzelfde levensstadium vergeleken worden, liefst volwassen, niet te oude exemplaren.

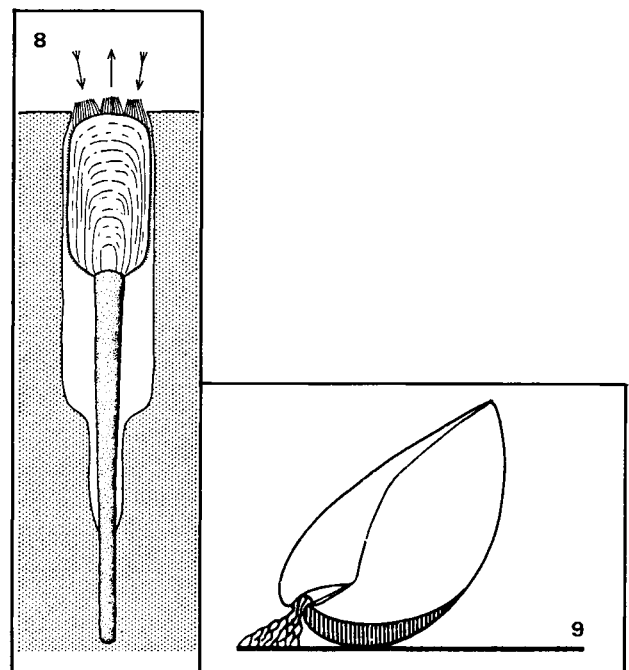
De steel

Zoals gezegd, kan in fossiel materiaal de steel zelf niet bestudeerd worden, alleen de steelopening. Gelukkig kunnen we aan recent materiaal verschillende soorten stelen bestuderen en zo trachten het fossiele materiaal te interpreteren. Een zeer speciale vorm is de zeer lange steel van *Lingula*, waarmee hij zich kan ingraven en zich in zijn graafgang terugtrekken (afb. 8). Normaal is de steel veel korter en dient om de brachiopode aan een rotsige bodem of voorwerp (b.v. ander organisme) vast te hechten. De steel kan zich ook splitsen in dunne draden om zich zo in los sediment te kunnen verankeren (afb. 9).

De steelopening is veelal gedeeltelijk afgesloten door "platen", wat erop wijst, dat de dikte van de steel geen gelijke tred hield met de groei van de schaal. Soms verdwijnt de steelopening geheel na

Afb. 8. Tekening van *Lingula*, een levend fossiel dat al sinds het Ordovicium voorkomt, ingegraven in de modder; lengte schaal 3 cm.

Afb. 9. Schematische tekening van *Schizophoria resupinata* (Martin, 1809) uit het Onder-Carboon, die via een in draden uitlopende steel in het sediment verankerd is; lengte schaal 4½ cm.



het larvale stadium (o.a. bij de productiden), wanneer de brachiopode op andere wijze (b.v. met stekels) zich vastgehecht heeft of in het losse sediment ingebed ligt. Bij een aantal brachiopoden (o.a. sommige strophomeniden) vindt men microscopisch kleine openingen bij de umbo (de "koskinoïde structuur", afb. 10). Men neemt aan, dat daardoor fijne draden van een gesplitste steel, die verder inwendig was, naar buiten kwamen en voor verankering in het sediment zorgden en dus voor extra stabiliteit.

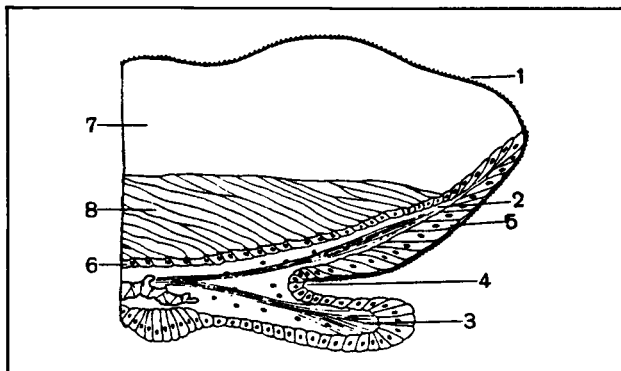
De korte steel dient niet alleen passief om op de eenmaal gekozen plaats te blijven, maar maakt het de brachiopode ook mogelijk zich te draaien, zodat de geopende kleppen een gunstige stand t.o.v. de zeestroming kunnen innemen voor voedselopname en om de afvalstoffen kwijt te raken.



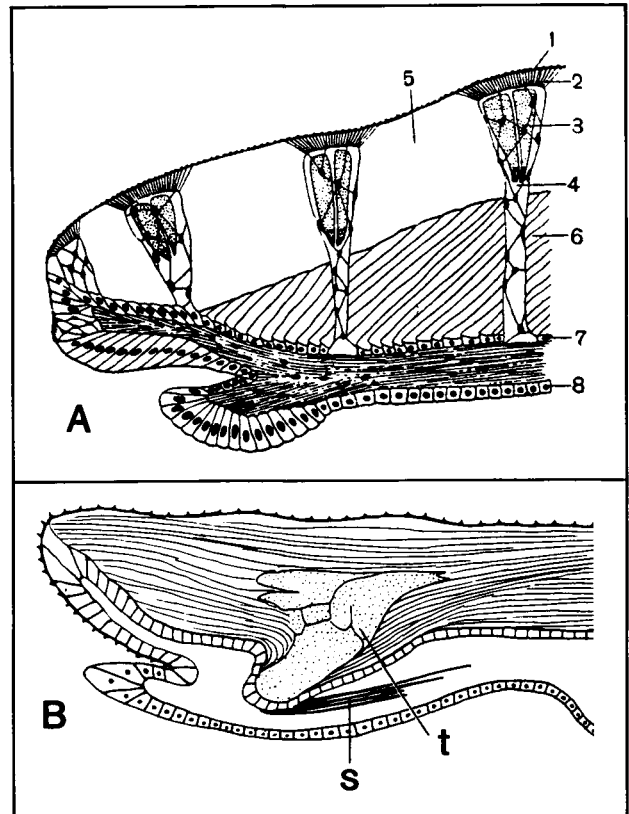
Afb. 10. Sterk vergrote foto van de umbo van een Permische orthotetide van Timor (Indonesië), waarbij duidelijk de openingen voor de draden van de gesplitste steel te zien zijn (de koskinoïde structuur).

De lofofoor

In meest primitieve vorm bestaat de lofofoor van brachiopoden uit een vlezige plaat met een rand van trilharen. Deze plaat zal al gauw één of meer instulpingen gaan vertonen, waarbij twee armen zich veelal oprollen tot lussen (afb. 4) of spiralen. Daar de lofofoor meestal duidelijke afdrucken achterlaat of er zelfs een



Afb. 11. Schematische tekening (vergroot) van de schaalrand met mantelplooi (impunctate schaalstructuur).
1 = periostracum, 2 = buitenste plooi, 3 = binnenste plooi, 4 = mantelgroef, 5 = binnenste epitheel, 6 = buitenste epitheel, 7 = primaire schelplaaig, 8 = secundaire schelplaaig.



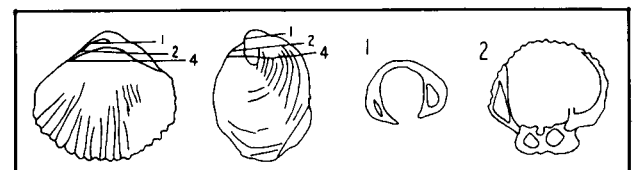
Afb. 12. Schematische tekening (vergroot) van de schaalrand met mantelplooi: A: Punctate schaalstructuur: 1 = periostracum, 2 = borstel, 3 = afscheidingscel, 4 = caecum, 5 = primaire schelplaaig, 6 = secundaire schelplaaig, 7 = buitenste epitheel, 8 = binnenste epitheel. B: Pseudopunctate schaalstructuur: t = taleola, s = spier.

speciaal ondersteuningsapparaat voor is ontwikkeld - zeer goed te zien bij de spiriferen waar het spiraal-gewonden is (vandaar de naam "spiraal-dragers"; afb. 5, 14) - is dit kenmerk goed bestudeerd; het is belangrijk voor de systematische indeling. Zoals te verwachten, verandert de lofofoor tijdens de vroege ontwikkelingsstadia, behalve bij de allerprimitiefste vormen.

Schaalstructuur

De schaal wordt gevormd door een plooi in de mantel aan de schelprand (afb. 11). De buitenste laag (periostracum) bestaat uit een dunne laag (chitineus) organisch materiaal. De eigenlijke schaal, zoals hij meestal fossiel bewaard is, bestaat uit calciet of uit fosfaat afgewisseld met lagen organisch materiaal. Bij de kalkschalen kan men veelal een primaire (lamellaire) en een secundaire

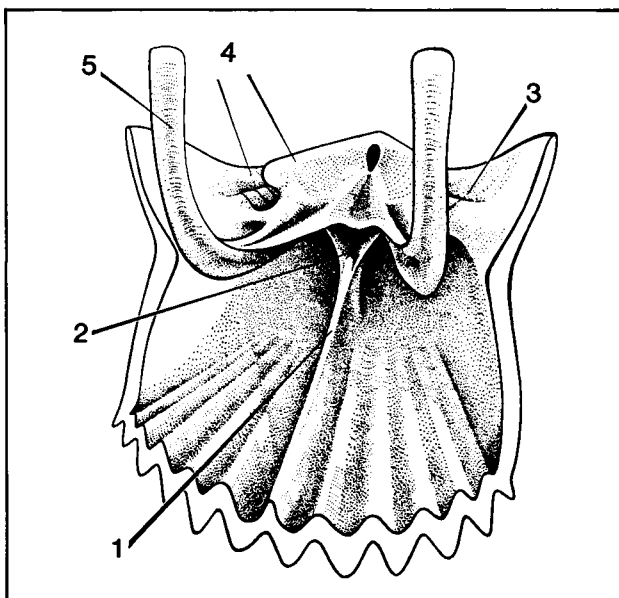
Afb. 13. Schematische tekening van een Devonische rhychnellide uit Spanje, *Cupularostrum cantabricum* Westbroek, 1964, met de vlakken aangegeven waar peels genomen zijn en van de peels zelf; breedte schaal 2½ cm.



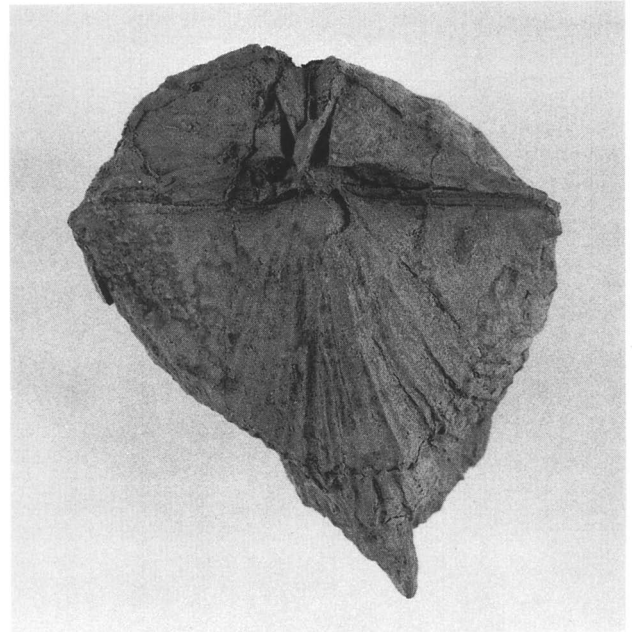
daire (prismatische) laag onderscheiden. Deze lagen zijn niet altijd homogeen: zij kunnen b.v. punctaat zijn of pseudopunctaat, waarbij in het laatste geval de punctae niet tot het periostracum doorlopen (afb. 12). De punctae zijn opgevuld door caeca, uitstulpingen van het buitenste epitheel. De pseudopunctae hebben vaak een kern met een andere structuur, de taleolae, en zijn aan de binnenkant van de schaal te herkennen aan knobbeltjes. Vermoedelijk zijn het aanhechtingsplaatsen van spieren geweest. Het belang van de schaalstructuur voor de indeling in ordes van de brachiopoden is omstrede. Sommigen nemen aan, dat bij verschillende groepen (b.v. spiriferen en rhynchonelliden) zich punctate vormen ontwikkelden, terwijl anderen van mening zijn, dat deze punctate vormen gezamenlijk een aparte groep vormen. Ik ben het met de eerste groep eens en geloof niet, dat een gelijksoortige complexe *interne* bouw onafhankelijk ontstaan is in verschillende groepen als gevolg van parallelle evolutie. Het lijkt mij waarschijnlijker, dat een bepaalde *schaal*structuur (de punctae) onafhankelijk bij verschillende groepen ontstaan is.

Inwendige structuur

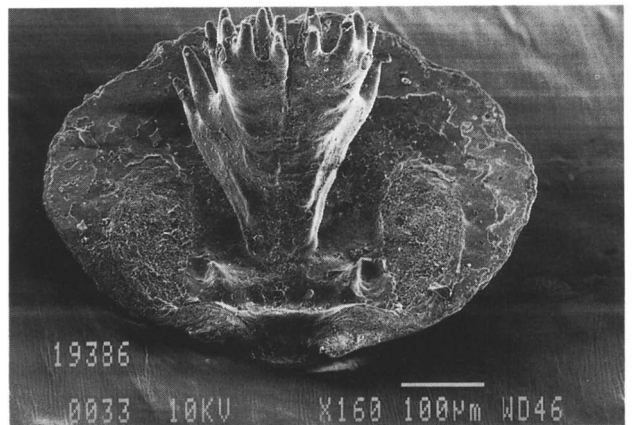
Bij fossiele brachiopoden is het lang niet altijd makkelijk om de inwendige structuur te bestuderen, daar de schaal meestal gevuld is met (verhard) sediment. Men kan dan toch een goede indruk van de structuur krijgen door het maken van "peels". Hiertoe slijpt men de brachiopode aan bij de umbo, waarna men het slijpvlak polijst en met verdund zuur etst. Vervolgens maakt men van het vlak een afdruk met behulp van door aceton zacht gemaakte acetaat-film. Door deze bewerking een aantal malen te herhalen op gezette afstanden van de umbo (soms tienden van millimeters) kan men een goed beeld krijgen van de inwendige structuur (afb. 13) en tevens van de schaalstructuur. Uit een hele serie peels kan men een reconstructie van de schaal maken (afb. 14). Het verdient hierbij aanbeveling eerst een afgietsel te maken van de schaal, daar deze (gedeeltelijk) weggeslepen wordt en dus verloren gaat. Een andere methode is de schaal weg te "branden" (sterk te verhitten en snel af te koelen), zodat een kunstmatige steenkern ontstaat, wat in sommige gevallen een beter beeld geeft, b.v. van spierindrucken. Uiteraard kunnen ook natuurlijke



Afb. 14. Inwendige van deel van armklep (sterk vergroot) van *Trigonirhynchia paretii* (De Verneuil, 1850) uit het Devoon van Spanje, gereconstrueerd van een serie peels: 1 = mediaan septum, 2 = septalium, 3 = tandkas, 4 = tandwal (randen, die de tandkas begrenzen), 5 = steun voor lofofoor.



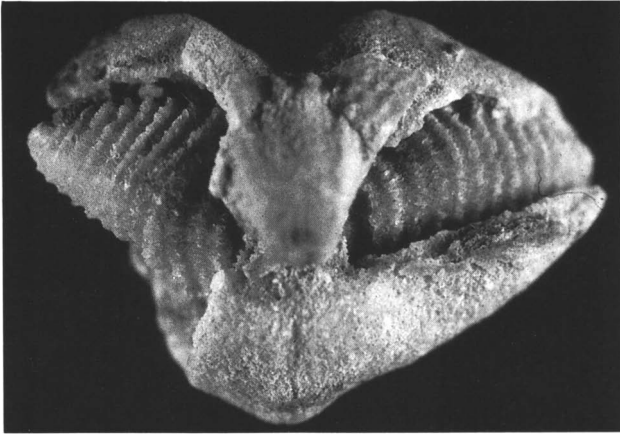
Afb. 15. Steenkern van *Choristites* sp. uit het Boven-Carboon van Spanje: de holtes waar de tandplaten gezeten hebben zijn duidelijk te zien; breedte 6 cm.



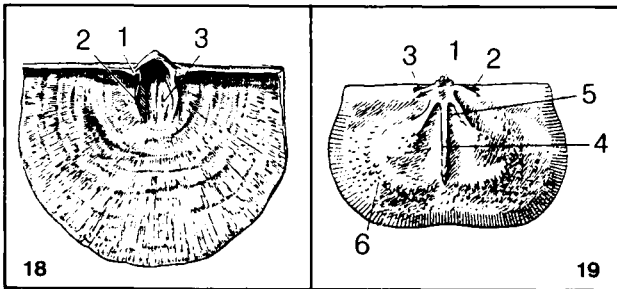
Afb. 16. Scanning electronen-microscopische opname van het inwendige van de armklep van *Torynelasma* sp. uit het Ordovicium van Zweden. De kleine fosfaatschaal (0,6 mm breed) is verkregen door een Ordovicische kalk met verdund zuur op te lossen.

steenkernen (afb. 15) bestudeerd worden, waarbij een afgietsel een betere indruk geeft hoe het inwendige eruit gezien heeft. Fosfaatschalen en gesilificeerde brachiopoden kunnen uit kalken vrij gemaakt worden door de kalken in zwak zuur op te lossen. Men krijgt dan vaak losse kleppen, die de inwendige structuur prachtig laten zien (afb. 16, 17).

De steelklep vertoont een vrij simpele inwendige bouw (afb. 18). De steelopening kan van binnen ondersteund zijn door een kraag. Voorts zijn er indrukken van spieren om de kleppen te openen en te sluiten en kunnen er afdrukken van mantelkanalen te zien zijn. Soms is er in het midden van het umbonale gedeelte een septum (scheidingswand tussen de spieren) ontwikkeld. Ten slotte zijn er veelal aan het uiteinde van de delthyriale opening in de interarea (voor de steel) twee tanden ontwikkeld, die door kalkplaten ondersteund kunnen zijn en al dan niet met de schaal of met het septum vergroeid zijn (afb. 18).

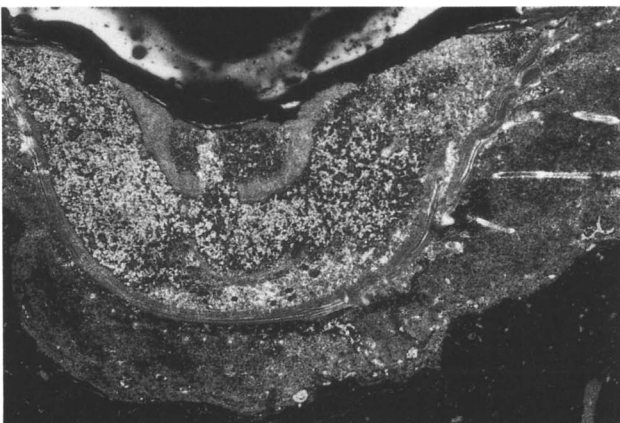


Afb. 17. Gesilificeerd exemplaar van *Cleiothyridina deroysii* (l'Eveillé, 1835) uit het Onder-Carboon van België met gedeeltelijk weggebroken schaal, waardoor de spiralia goed te zien zijn; breedte 3 cm.



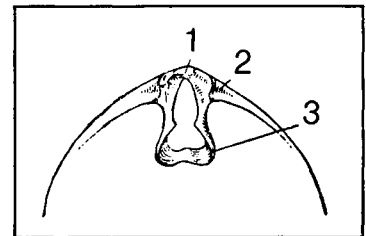
Afb. 18. Het inwendige van de steelklep van *Pulsia mosquensis* Ivanov, 1925 uit het Boven-Carboon van de USSR; tandplaten vergroeid met de schaal: 1 = tand, 2 = tandplaat, 3 = mediaan septum; breedte 8½ cm.

Afb. 19. Inwendige van armklep van *Neochonetes carboniferus* (von Keyserling, 1846) uit het Boven-Carboon van de USSR, waarbij zich een holte gevormd heeft tussen het slotuitsteeksel en het mediaan septum; 1 = slotuitsteeksel ("cardinaal proces"), 2 = tandkas, 3 = tandwal, 4 = mediaan septum, 5 = spierindruk, 6 = brachiale veld; breedte 12½ mm.

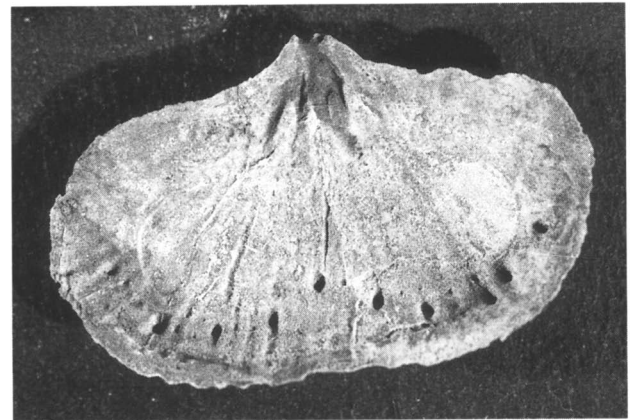


Afb. 20. Doorsnede (peel) van *Karavankina rakuszi* Winkler Prins, 1968 uit het Boven-Carboon van Spanje, waarbij duidelijk de verhogingen in de armklep te zien zijn waarop de spieren zijn aangehecht, en de stekels op de steelklep; breedte 6 mm.

De armklep kan tandkassen, waar de tanden van de steelklep in passen, vertonen, en ook een slotuitsteeksel ("cardinaal proces") in het midden van de slotrand. Dit uitsteeksel dient als een hefboom voor het openen van de klep. Veelal is ook een mediaan septum ontwikkeld, dat direct met een slotuitsteeksel vergroeid kan zijn (afb. 19). Naast het septum liggen spierindrukken, die soms op een verhoging liggen (afb. 20), om de afstand tot de steelklep te verkleinen. Voor de spierindrukken liggen de aanhechtingsplaatsen van de armen, waarbij soms een kalkskelet (brachidium) ter ondersteuning is gevormd, dat varieert van een eenvoudige "kapstok" (jugum of juk; afb. 21) tot twee spiralen (afb. 5, 17). Het brachiale gedeelte is soms beschermd door een rij inwendige stekels (afb. 22), die waarschijnlijk een waarschuwings- en zeeffunctie hadden. Deze waren - net als de rest van de mantelholte - met de mantel bedekt en vermoedelijk ook met trilharen. Soms is het visceraal gedeelte door een rand of een plaat (diafragma; afb. 23) beschermd.



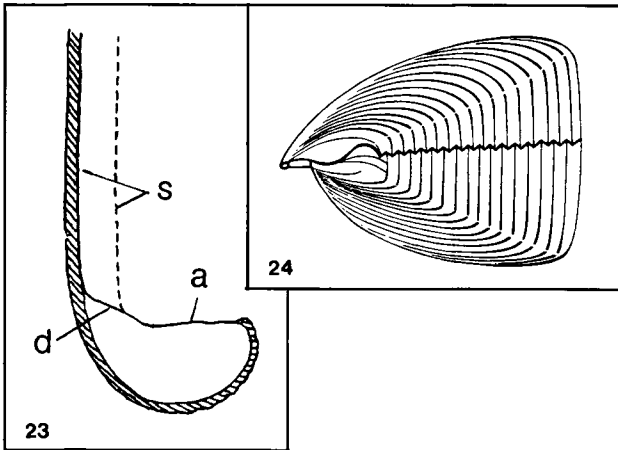
Afb. 21. Schematische tekening van het umbonale gedeelte van de armklep van de recente *Gryphus vitreus* (Bron, 1778) met een brachidium in de vorm van een simpel jugum (= juk): 1 = slotuitsteeksel, 2 = tandkas, 3 = jugum; breedte 4 cm.



Afb. 22. Inwendige afdruk van het visceraal gedeelte van de brachiale klep van *Kozlowskia* sp. uit het Boven-Carboon van Spanje met een rij stekels voor het brachiale veld; breedte 12 mm.

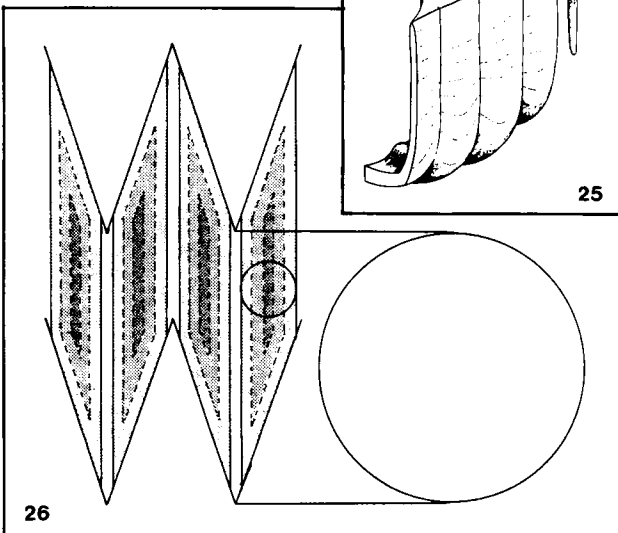
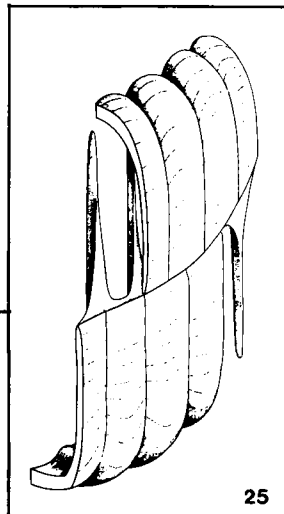
Schaalvorm

De meest simpele vorm is een dubbel-bolle (biconvexe) schaal met een (afgerond) vijfhoekige omtrek. De omtrek kan in werkelijkheid gecompliceerder zijn en soms bijna driehoekig of rechthoekig en zelfs cirkelvormig. De armklep kan plat of hol (concavoconvex) zijn, waarbij ook een rechthoekige knik tijdens de groei kan optreden (geniculatie: afb. 23), wat diende om de schelpopening boven het sedimentoppervlak te houden. Het gedeelte na de geniculatie noemt men de "sleep". Ook bij biconvexe schelpen kwam geniculatie voor, maar daar diende het om de mantelholte te vergroten, waarbij randstekels als zeef dienden om te voorkomen, dat grof materiaal in deze holte terecht kwam (afb. 24-26).



Afb. 23. Tekening van een lengtedoorsnede door *Productus productus* (Martin, 1809) uit het Onder-Carboon van Engeland, waarbij duidelijk de rand (diafragma: d) om het viscerale gedeelte van de armklep te zien is en de verschillende slepen (s), die een rechte hoek (geniculatie) maken met het viscerale gedeelte van de armklep (a); hoogte 5 cm.

Afb. 24. Geniculatie bij groei van een Devonische uncinulide (b.v. *Kransia*); lengte 2 cm.

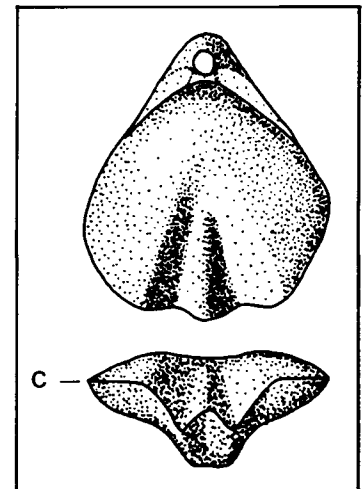


Afb. 25. Stuk van gesloten geniculate schaal (gedeeltelijk opengevoerd) van *Kransia parallelepipedica* (Bronn, 1837) met randstekels; sterk vergroot.

Afb. 26. Schematische tekening (sterk vergroot) van geopende geniculate schaal met randstekels, waarbij de zeefwerking wordt uitgelegd: de grote cirkel geeft de grootte van een korrel aan, die naar binnen zou kunnen als er geen randstekels waren.

Ten slotte kwam het voor, dat een brachiopode eerst biconvex was en vervolgens concavo-convex werd. Men noemt dit resupinaat. Wanneer niet de armklep maar de steelklep hol is, spreekt men van convexo-concaaf.

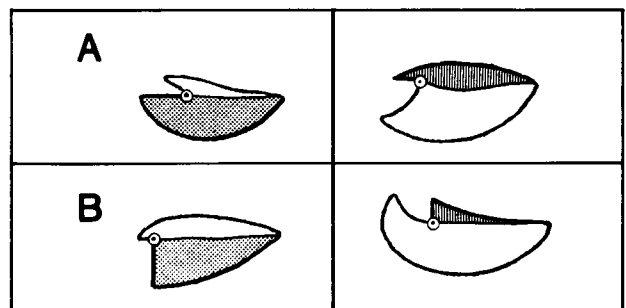
De schaal is niet overal even bol/hol, maar vertoont vaak een groef (sulcus) of een plooi, waarbij beide kleppen een sulcus kunnen hebben, of b.v. de ene klep een sulcus en de andere een overeenkomstige plooi (bij concavo-convexe schalen b.v.). Binnen een sulcus kan weer een plooi ontstaan en omgekeerd (afb. 27). Dergelijke plooien kunnen de rand aan de voorzijde van de schaal (tegenover de umbo) - de commissuur - beïnvloeden. De commissuur wordt bekeken met de armklep boven; hij kan recht (rectimarginaat), sulcaat of plicaat zijn. Voor de verschillende vormen van extra plooien die kunnen optreden is een gecompliceerde nomenclatuur ontstaan, die in handboeken - zoals deel H van de *Treatise on Invertebrate Paleontology* - aanschouwelijk is uitgelegd.



Afb. 27. Schematische tekening van een schaal met plooi binnen de sulcus, zoals die vooral bij terebratuliden voorkomt. c = commissuur.

Omdat de schaal meestal niet alleen van de umbo uit naar buiten groeide, maar ook naar binnen, ontstond er een interarea, waarbij de hoek, die de interarea met het scheidingsvlak tussen de twee kleppen maakt, een belangrijk kenmerk is. Als het scheidingsvlak parallel is, spreekt men b.v. van orthoklien en wanneer het loodrecht daarop is, van kataklien (afb. 28). De plaats van de steelopening in de interarea en het feit of die opening al dan niet gedeeltelijk door kalkplaten afgesloten is, zijn belangrijke determinatie-kenmerken. De rand waar de interarea's elkaar raken en die als scharnier dient, noemt men de slotrand. Deze kan ver zij-

Afb. 28. Schematische weergave van de stand van de interarea ten opzichte van de schaal: A = orthoklien, B = kataklien.

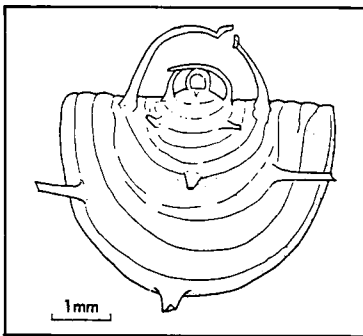


waarts uitgegroeid zijn buiten het visceraal gedeelte, waarbij driehoekige uiteinden ontstaan, de "oren" (afb. 29). Dit verhoogde de stabiliteit.

Dat de schaal niet glad is, maar allerlei uitstulpingen kan hebben, wordt hieronder bij de schaalversiering beschreven, al is de functie vaak veel belangrijker dan die van eenvoudige verfraaiing.



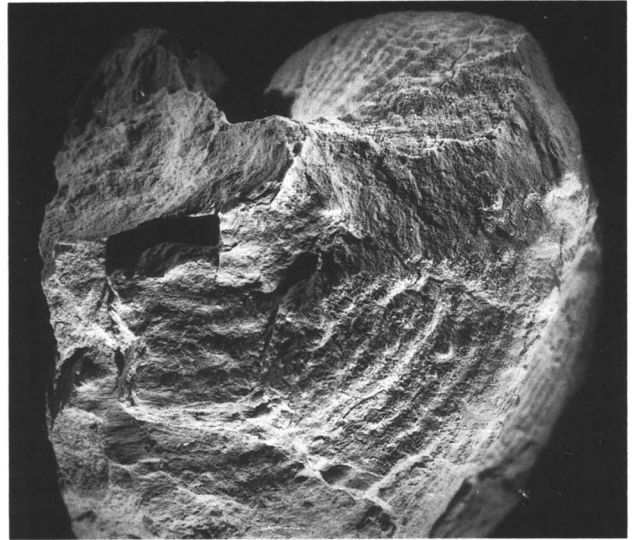
Afb. 29. *Kozlowskia* sp. uit het Perm van Timor (Indonesië): de oren zijn duidelijk van het visceraal gedeelte gescheiden; breedte 4 cm.



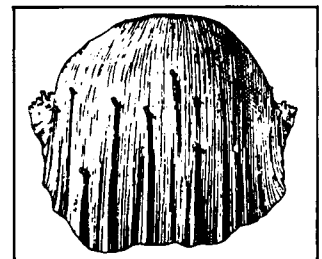
Afb. 30. Tekening van de steelklep van een jong individu van *Plicatifera plicatilis* (Sowerby, 1824) uit het Onder-Carboon van Ierland, met duidelijk concentrische ribben, de rugae. De stekels langs de slotrand bij de umbo dienden om zich ergens aan vast te hechten, b.v. aan een zeelelie-steel; breedte 4½ mm.



Afb. 31. Dwarsdoorsnede (peel) van *Productina pectinoides* (Phillips, 1836) in Boven-carbonisch gesteente uit Spanje, waarbij duidelijk de groeilijnen van de (holle) armklep te zien zijn; lengte 7 mm.



Afb. 32. Zijaanzicht van *Antiquatonia* sp. uit het Boven-Carboon van Spanje, waarbij duidelijk het semireticulate patroon te zien is: netwerk gevormd door costae en rugae op het visceraal gedeelte en alleen costae op de sleep; lengte 6 cm.



Afb. 33. Steelklep van *Pugilis* sp. uit het Onder-Carboon van de USSR, waarbij op het voorste deel van de schaal voor de stekels plooiën ontwikkeld zijn; breedte 5½ cm.

Schaalversiering

Het spreekt haast vanzelf, dat de schaal concentrische groeilijnen vertoont, die soms concentrische ribben (rugae: afb. 30) kunnen vormen of groeilamellen (afb. 31), doordat de mantel losliet van de rand van de schaal, zich terugtrok en een nieuwe schaal ging afscheiden. Soms wordt een groot deel van een (brachiale) klep opnieuw gevormd, wat vooral bij de sleep van geniculate vormen het geval is (afb. 23).

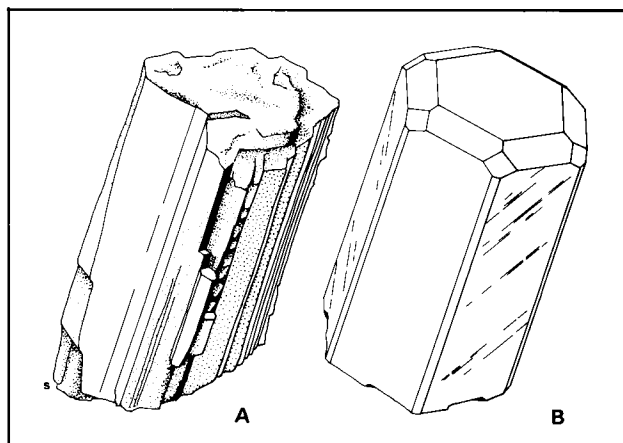
Een andere vorm van versiering, waarbij de trilharen langs de mantelrand (seta's) mogelijk een rol gespeeld hebben, zijn de radiaire ribben of costae. Deze hebben als voordeel, dat de schaal steviger wordt en de opening beter beschermd door de seta's. Bij een vermenging van beide soorten versiering (rugae en costae) ontstaat een netwerk. Vaak is dit reticulate patroon alleen aanwezig op het visceraal gedeelte, terwijl de sleep alleen costae heeft (afb. 32). De costae kunnen zeer fijn zijn en alleen zichtbaar aan de buitenkant van de schaal, of grover en ook in het inwendige duidelijk te herkennen. Bovendien kunnen grove plooiën optreden (afb. 33), die soms slechts over een deel van de schaal voorkomen. Ten slotte kunnen ook microscopisch fijne microcostellae optreden, veelal op costae gesuperponeerd. De costae kunnen zich vermeerderen door splitsing of door tussenschakeling, waarbij soms een bundeling (afb. 34) ontstaat. Vaak komen die vermeerderingen in bepaalde groeistadia voor, dus als het ware sprongsgewijs.

3) Komt de omschrijving van het mineraal overeen met wat u in handen heeft? Afhankelijk van uw kennis van mineralen zult u op deze vraag een antwoord kunnen geven. Bij vele mineralen zal het echter onmogelijk zijn om even snel te bepalen of de mineraalnaam wel correct is. Gelukkig zijn de meeste handelaren betrouwbaar en kunt u op hun naamgeving aan. Bovendien zullen zij, in geval van vergissing, bereid zijn het mineraal terug te nemen en uw geld te retourneren.

4) Vraag bij de aankoop van een mineraal altijd om een kaartje waarop minimaal vermeld staan: de naam van het mineraal, de vindplaats (het liefst zo nauwkeurig mogelijk) en de naam en het adres van de handelaar (denk aan het bij punt 3 geschrevene).

5) Indien u transparante gekleurde kristallen koopt, let er dan op of de kleur onder verschillende lichtomstandigheden goed blijft. De kleur kan door achtergrond-/ondergrond-kleuren beïnvloed worden. Een kleurloos berylkristal krijgt door een "juiste" ondergrondkleur al snel een lichtblauwe tint; deze kan dan makkelijk voor een aquamarijn doorgaan en u dus meer geld kosten dan nodig is.

6) Let op de verlichting die een standhouder gebruikt. Er zijn helaas standhouders die speciale lampen gebruiken, die de kleuren van de mineralen veel beter laten uitkomen dan ze zijn. U kunt bovenbedoelde lampen herkennen aan de enigszins paarsachtige gloed als u in de lamp kijkt.



Afb. 3. A. Een berylkristal zonder duidelijke kristalvlakken. B. Een gaaf berylkristal met eindvlakken. Tekeningen: J.G. Schilthuisen.

De waarde van een mineralenverzameling

Eens komt er een moment waarop een verzameling misschien verkocht moet worden. De grote vraag op dat moment is dan "hoeveel is de collectie waard". Indien van de gekochte stukken in de verzameling steeds is bijgehouden wat de aanschafprijs was, heeft u een aardige indicatie van de oorspronkelijke kosten. Het is echter een misvatting om te denken dat het berekende bedrag ook de waarde van de collectie vertegenwoordigt. Het is, in het economische verkeer, met mineralen niet anders dan met andere luxe goederen. Als u vandaag bij de fotohandelaar een teelens koopt van f 750.-- en u wilt de lens na twee maanden inruilen voor een nog betere dan mag u blij zijn als u voor uw lens f 300.-- terug krijgt. Bij mineralen geldt dat net zo. Hierbij komt nog dat veel collecties niet goed gedocumenteerd zijn.

Vindplaatsgegevens ontbreken of zijn onjuist, nummeretiketten zijn van de mineralen losgeraakt. Al deze zaken drukken de waarde van de verzameling. Het is daarom van het grootste belang dat een mineralenverzameling goed gedocumenteerd wordt. In een volgende aflevering kom ik hierop terug.

Mineralentijdschriften

In het eerste deel van "Mineralen verzamelen...hoe doe je dat?" (Gea, juni 1989) werd terloops gesproken over mineralentijdschriften. Hierbij treft u een overzicht aan van Europese tijdschriften die geheel of voor een groot deel aan mineralen zijn gewijd en waarin regelmatig vindplaatsen worden beschreven.

Gea (NL). "Ons" tijdschrift is in zijn 22e jaargang. Vanaf de 9e jaargang (1976) zijn nog complete jaargangen of losse nummers te verkrijgen bij de GEA-Boekenservice.

Geonieuw (B). Mineralogische Kring Antwerpen, H. Dillen, Doornstraat 15, B-2780 St.Gillis-Waas, België. 11 nummers per jaar voor f 30.--.

Nautilus (B). Uitg. Ver. Nautilus te Gent, secr. W. Bohyn, Diest 12, 9110 Gent, België. 4 nummers per jaar, losbladig; behalve mineralen ook fossielen. f 45.--.

Lapis (D), Christian Weise Verlag, Oberanger 6, 8000 München, BRD. 11 nummers per jaar voor ongeveer f 105.--.

Der Aufschluss (D). Ver. der Freunde der Mineralogie und Geologie, Blumenthalstrasse 40, D-6900 Heidelberg, BRD. 6 nummers per jaar, ook fossielen, ongeveer f 55.--.

"Rockbottom", Journal of mines and Minerals (E). Mrs. J.C. Spence, 3 Oak Tree Road, Bawtry; Doncaster DN 106 LD, Engeland. Men streeft naar 3x per jaar; 12 pond.

Monde et Minéraux (Fr). Anne Voileau, Lithops, S.A.R.L., 17 Rue Guersant, 75017 Parijs, Frankrijk. Mineralogie, paleontologie, geologie. 6 nummers per jaar voor ongeveer f 75.--.

Schweitzer Strahler (Zw). Schweiz. Vereinigung der Strahler und Mineraliensammler, SVSM, Postfach 185, CH-3052. Zollikofen, Zwitserland. Tweetalig: Frans en Duits. 4 nummers per jaar (gratis proefexemplaar).

Mineralogistes de Catalunya (Sp). Grup Mineralògic Català. Apartat 31.014, 08080 Barcelona, Spanje. 3 nummers per jaar voor ongeveer f 45.--.

Rivista Mineralogica Italiana (It). Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55, 20121 Milaan, Italië. 4 nummers per jaar voor ongeveer f 50.--. Korte samenvatting in Engels en Duits. Zeer onregelmatige verzending.

* * *

