

<b>Inhoud:</b>	Topaas, door het oog van een gemmoloog.....98
Palcephalopoda: "Nautiloide" Koppotigen en hun verwanten uit het Paleozoicum.....77	Druipsteen - hoe snel vormt het zich?.....101
Wegaanleg op uiteenvallend metamorf gesteente: een geotechnische puzzel.....88	Oertijd-dieren in Berlijn.....104
Het kristal .....93	De GEA-Pionier, VIII. Het voorkomen van sedimentaire gesteenten in Nederland.....106
	Boekbesprekingen.....87, 108

## Palcephalopoda:

### "Nautiloide" Koppotigen en hun verwanten uit het Paleozoicum

door Dr. J. van Diggelen

Tijdens onze omzwervingen in Noordwest-Europa vonden wij, onder andere, vele Paleozoïsche fossielen uit de Cephalopoden-groep die niet tot de ammonieten behoren. De determinatie van deze "Nautiloïden" is vaak problematisch, de betreffende literatuur is tamelijk verspreid. In het volgende artikel wordt een poging gedaan om een overzicht te geven van in Noordwest-Europa voorkomende soorten, en wel aan de hand van eigen vondsten. Deze werden gedaan in zowel het Oostzeegebied: Gotland, Öland, Kinnekulle, Östersund (Zweden), als in Engeland, de Ardennen, de Eifel en in de omgeving van Ferques (Boulonnais, Fr.). Een volledige behandeling van de Nautilus-achtigen moet hier niet worden verwacht: met name de Nautiliden uit het Mesozoïcum blijven hier buiten beschouwing - die vormen een verhaal apart.

Omdat er van de vroeger zo uitgebreide diergroep nog enkele soorten over zijn, zullen we met deze recente vormen beginnen.

#### A. De Nautilus: een levend fossiel

In het tropische deel van het zuidwesten van de Grote Oceaan, in een gebied begrensd door de Fiji-eilanden, de Filippijnen, de Straat van Malakka en Samoa leven nog zes soorten van de Nautilus. Ver buiten het gebied waarin deze dieren leven worden de fraaie schelpen van die Nautilus nog aangetroffen. Immers, als het dier sterft en vergaat blijft de schelp drijven, want omdat de kamers erin gedeeltelijk met gas gevuld zijn, is de schelp lichter dan zeewater. Zo wordt de Nautilusschelp door zeestromingen

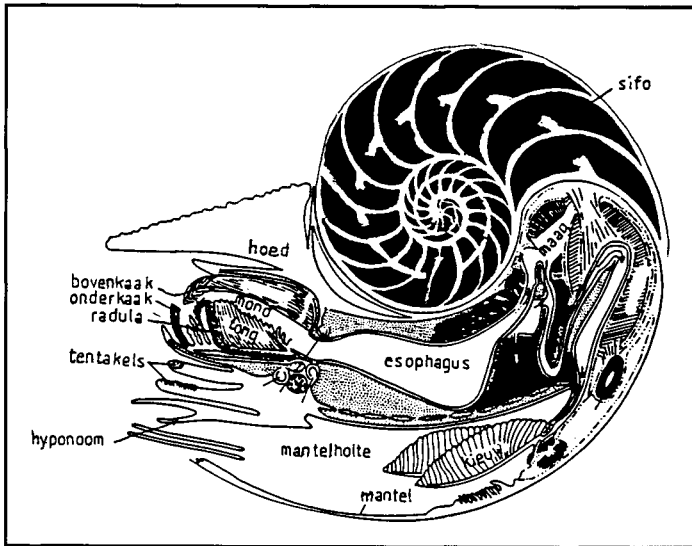
naar verre kusten getransporteerd. Zes recente soorten zijn alles wat er over is van duizenden soorten Nautiloïde Cephalopoden, die in het Paleozoïcum en in het Mesozoïcum de wereldzeeën bevolkten.

De recente Nautilus is een goed ontwikkeld dier met goede hersenen en scherpe zintuigen. De kwaliteit van zijn ogen doet niet onder voor die van de gewervelde dieren. Het is een fabelachtig goede zwemmer, die tot op 600 m diepte kan duiken met behulp van zijn met gas gevulde, gekamerd schelp. Door de bouw en de activiteiten van deze nog levende verwanten van de vele uitgestorven Nautiloïden te bestuderen krijgen we een beter inzicht in de fossiele soorten.

#### Lichaamsbouw van de Nautilus

De Nautilus leeft in de laatste kamer van een tot 20 cm grote, planspirale schelp. Deze **woonkamer** beslaat meer dan een derde van de omtrek van de schelp. De overige kamers zijn met gas en een klein beetje vloeistof gevuld. Zijn (of haar) lichaam bestaat uit een weke massa, een **mantelholte**, omgeven door een zakvormige mantel, en een goed ontwikkelde **kop**. Het dier behoort tot de Cephalopoden of koppotigen (waartoe bijv. ook de ammonieten en de inktvissen behoren) en daarom zou men in plaats van over de kop over de kop-poot moeten spreken. Die kop is voorzien van een groot aantal **tentakels** zonder zuignappen (de verre verwant Octopus heeft die wèl), een paar zijdelings geplaatste ogen, die gebouwd zijn als een gaatjescamera zonder lens, en een mond. Die mond bezit twee hoornachtige kaken in de vorm van een papegaai'snavel en een tong om te raspen, de **radula** (afb. 1).

De hoedvormige bovenkant van de kop-poot steekt gewoonlijk een stuk boven de schelp uit. Alleen het weke lichaam en de mantelholte liggen binnenin de schelp. Dreigt er gevaar dan kan



Afb. 1. Lichaamsbouw van de recente Nautilus. Het dier leeft in de woonkamer van zijn schelp. Midden door de overige, deels met lucht, deels met vloeistof gevulde kamers loopt de sifo. Het van tentakels voorziene dier kan zich bij gevaar in zijn schelp terugtrekken.

de kop-poot in de schelp worden teruggetrokken en de opening kan met de stevige buitenkant van de hoed worden afgesloten. Onder de tentakels zit de **hyponoom** of slurf, een lang buisvormig orgaan, dat in alle richtingen kan worden uitgestoken. Zuurstofrijk zeewater wordt door een spleet via twee paar kieuwen in de mantelholte gezogen en nadat de zuurstof eraan is onttrokken door spiercontractie van de hyponoom via deze slurf uitgestoten. De mantel heeft geen gespierde wanden, zoals bijv. bij inktvissen. Als het water in een bepaalde richting snel wordt weggestuwd, schiet de Nautilus in tegengestelde richting als een raket weg.

In de schelp loopt van achter uit de weke massa de **sifo**, een lange vleesachtige streng met veel bloedvaten en zenuwen. Deze sifo loopt door alle onbewoonde kamers heen en passeert de tussenschotten (de **septa**), die die kamers scheiden, in het midden. De sifo wordt omgeven door een stevige buis. Deze wordt gevormd door trechtervormige, achterwaartse uitstulpingen van de septa, die een ondoorlaatbare kraag vormen; deze septa-uitstulpingen worden onderling verbonden door dunne, doorlaatbare ringen. Die verbindingsringen bestaan voornamelijk uit hoornachtige conchiolinevezels, omgeven door een laag onregelmatig gerangschikte aragonietkristallen, die op hun beurt weer door een zeer dun conchiolinevliesje worden omringd. Waar de sifo aan de septale kraag grenst is de hoornbuis samengegroeid met de parelmoermaterie van de kraag. Zowel aragoniet als hoornlagen zijn zeer poreus en laten vloeistof door. De Nautilus is een tweeslachtig dier, er zijn mannetjes en vrouwtjes. De geslachtsorganen bevinden zich achterin het weke lichaam. Bij de copulatie gebruikt het mannelijke dier een speciaal aangepaste groep tentakels, de **spadix**. Beide geslachten verschillen ook in het aantal tentakels en in de posities waarin die zich op de kop bevinden.

## De bouw van de schelp

De schelp van een volwassen Nautilus bestaat uit drie windingen en is verdeeld in twee delen: de woonkamer en de onbewoonde, reeds verlaten kamers. De laatste worden samen wel het **fragmocoön** genoemd. De schelp bestaat uit calciumcarbonaat in de vorm van aragoniet met een bijmengsel van organisch materiaal (conchioline). Van buiten gezien vertoont de schelp een radiaal kleurenpatroon van onregelmatige en bilateraal symmetrische, oranjebruine strepen op een crèmekleurige achtergrond. De schelp van de Nautilus is zo gebogen dat de buitenste win-

dingen de binnenste overlappen (afb. 2). Hij groeit volgens een wiskundig patroon en wel zo dat een raaklijn aan de omtrek steeds een gelijke hoek maakt met de verbindingslijn van het raakpunt naar het midden van de schelp. Bij de Nautilus is die hoek 79°. Men noemt dat een verloop volgens een logaritmische spiraal. In het midden is de schelp niet altijd volledig gesloten. Hier ligt de **umbilicus** of navel, die soms door een kalkachtige afscheiding is opgevuld.

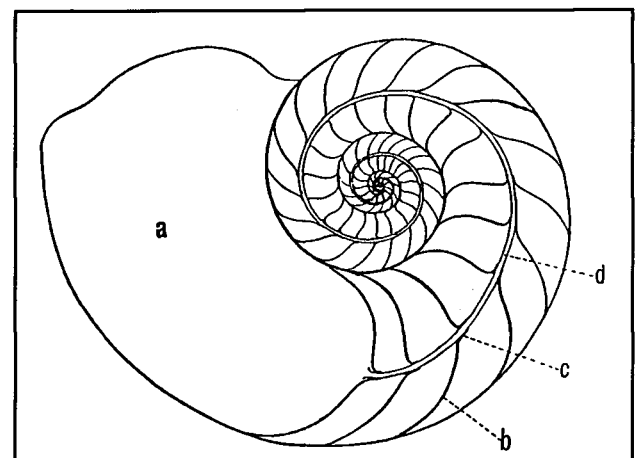
De buitenwand en de zijwand van de schelp bestaan uit twee lagen. De buitenste laag, de porseleinlaag (het **ostracum**) groeit vanuit de mantel aan de rand van de schelp. Hij begint zich te vormen als verticale prisma's van aragonietkristallen in een matrix van conchioline. De binnenste laag, de parelmoerlaag, wordt door de hele mantel gevormd als een serie dunne laagjes en bestaat uit hexagonale aragonietkristallen met conchiolinevoegsel ertussen. Deze vormt ook de hoed en bedekt dus de bovenkant van de mantel zelf. De schelp is van binnen verdeeld in kamers, die door de septa worden gescheiden. Een volwassen Nautilusschelp bestaat uit 33 tot 36 kamers. Voor het dier volwassen is wordt er regelmatig een nieuwe kamer gevormd en zodra die klaar is en door een stevig septum van de oude is gescheiden, verplaatst het levende dier zich voorwaarts in zijn

nieuwe woonkamer. De Nautilus groeit snel, gemiddeld met één nieuwe kamer per twee weken, en is in ongeveer anderhalf jaar volwassen. Tussen het laatst gevormde septum en het levende dier zit nog lang een soort vloeibare substantie. Pas als het nieuw gevormde septum sterk genoeg is begint de sifo de vloeistof grotendeels weg te zuigen naar de oudere kamers (m.b.v. osmose). Pas heel langzaam komt er ook gas in de lege kamers. Dit proces duurt weken en gaat in hoeveelheden van ca. 1 ml per dag. Het gas benadert de samenstelling van de atmosfeer, maar bevat meer stikstof.

De septa hebben dezelfde bouw als de buitenwand. Ze zijn concaaf gebogen in de richting van de woonkamer (dat heet adoraal, de tegengestelde richting heet adapicaal) en raken aan de binnenkant van de schelpwand. Ieder septum tekent zich daarop af als een gebogen lijn (de **sutuurlijn**). Bij fossielen is de schelp gewoonlijk opgelost en zijn de kamers opgevuld met omgezet sediment. De positie van de kamers wordt dan door de sutuurlijnen gemarkeerd. In de concave tussenschotten van de septa zit ook een dun laagje verspreide aragonietkristallen. Deze werken als filterpapier, zodat het tussenschot doorlaatbaar is.

## Levenswijze van de Nautilus

Dat de Nautilus een goede zwemmer is kwam al aan de orde. Ook merkten wij op, hoe hij snel vooruit of opzij kan schieten door



Afb. 2. Doorsnede door de schelp van een Nautilus (weke delen weggelaten). a = woonkamer, b = een der septa, c = bevestiging van zo'n septum aan de sifowand, d = ligging van de sifo.

een stroom water met de slurf in de juiste richting weg te spuiten. Voorwaartse en zijdelingse bewegingen gaan dus niet met behulp van de tentakels. Het zinken en stijgen vindt plaats door de gasdruk in de kamers te veranderen. Dat gebeurt via de sifo. De gasdruk in de jongere kamers vlak bij de woonkamer, waar ook nog vloeistof in zit, bedraagt ca 0,3 atm. en in de geheel met gas gevulde oudere kamers 0,8 à 0,9 atm. Drukverhoging leidt tot stijgen, drukverlaging tot zinken. Vloeistof zit alleen in de jongste tien kamers. Op zeer grote diepte, tussen 700 en 800 m (bij 70 tot 80 atm. druk), wordt de waterdruk te groot voor een Nautilus; als hij zo ver naar beneden zakt zal zijn schelp imploderen. In de omgeving waarin de Nautilus gewoonlijk leeft heerst een watertemperatuur van 14 tot 22 °C. Hogere temperaturen overleeft het dier niet lang. De voortplanting vindt één keer per jaar plaats in ondiep water en een deel van de volwassen dieren (voornamelijk de vrouwelijke exemplaren) sterft kort daarna. De rest keert terug naar dieper water. De eieren wegen 2 à 3 gram; ze zijn ca 45 mm lang en ovaal van vorm. Over het uitkomen ervan en het leven van de jonge dieren in hun milieu gedurende de eerste dagen is nog weinig bekend.

## B. Palcephalopoda: Orthocerassen, Nautiloiden en hun verwanten uit het Paleozoïcum

In het verleden hebben er allerlei op de Nautilus lijkende vormen geleefd; vooral onder de ammonieten in het Mesozoïcum was een enorme variatie. Maar ook in oudere lagen: uit Ordovicium, Siluur en Devoon, vinden we fossielen, die verwant zijn aan onze recente Nautilussen. Sommige lijken er wel op door de vorm van hun schelp, andere daarentegen zijn recht en vertonen dikwijls maar weinig details. Het is dan ook vaak moeilijk dit soort fossielen op naam te brengen. Juist echter, omdat ze in die Paleozoïsche lagen vrij veel voorkomen, is het de moeite waard er aandacht aan te schenken en ze te bestuderen.

### Classificatieproblemen

In 1832 verdeelde Owen de klasse van de Cephalopoden op biologische gronden in Tetrabranchiata (vierkieuwigen) en Dibranchiata (tweekieuwigen). Maar omdat er zoveel fossiele soorten zijn waarvan de lichaamsbouw niet is te achterhalen, is een op de weke delen gebaseerde classificatie zeer moeilijk. Het is bijvoorbeeld de vraag, of bij alle soorten de schelp in zijn geheel om het lichaam paste, zoals bij de recente Nautilus (men spreekt dan van **ectocochleaar**) of een soort inwendig skelet vormde, zoals bij recente inktvissen. (Dit laatste noemt men **endocochleaar**). Op röntgenfoto's, die W. Stürmer maakte van

Afb. 3. Verschillende vormen van "nautiloïde" schelpen (woonkamer gestippeld)

1. **cyrtocoon**, een gebogen, taps toelopende, slanke kegel;
2. **orthocoon**, een rechte, slanke kegel;
3. **lituicoon**, de schelp is aanvankelijk ammonietachtig opgerold, maar later orthoconisch;
4. **brevicoon**, korte, ronde, enigszins eivormige schelpen;
5. **ascocoon**, een cyrtocoon jeugd stadium, gevolgd door een brevicoon volwassen schelpdeel, waarin de met gas gevulde kamers boven de woonkamer liggen. Beide delen worden nogal eens los van elkaar gevonden.
6. een andere vorm van **brevicoon**;
7. **gyrocoon**, een gewonden schelp, waarin de windingen los van elkaar liggen;
8. **advoluut**, een gewonden schelp, waarin de windingen als bij een evolute ammoniet elkaar raken;
9. **convoluut of nautilicoon**, de buitenste windingen omvatten de binnenste, net als bij de recente Nautilus;
10. **conispiraal of trochoïed**, schroefvormig gewonden.

Onderdevonische leien uit de Hunsrück, waarop Nautilusachtigen voorkomen, bleek dat bij sommige fossielen levend weefsel, zoals zijvinnen, aan de buitenkant van de schelp vastzat. Misschien waren dit helemaal geen Nautilusachtigen, maar antieke inktvissen, voorlopers van de belemnieten. In hoeverre dit ook voor andere Paleozoïsche soorten opgaat is nog onbekend, want op Stürmers foto's komen ook ectocochleare soorten voor.

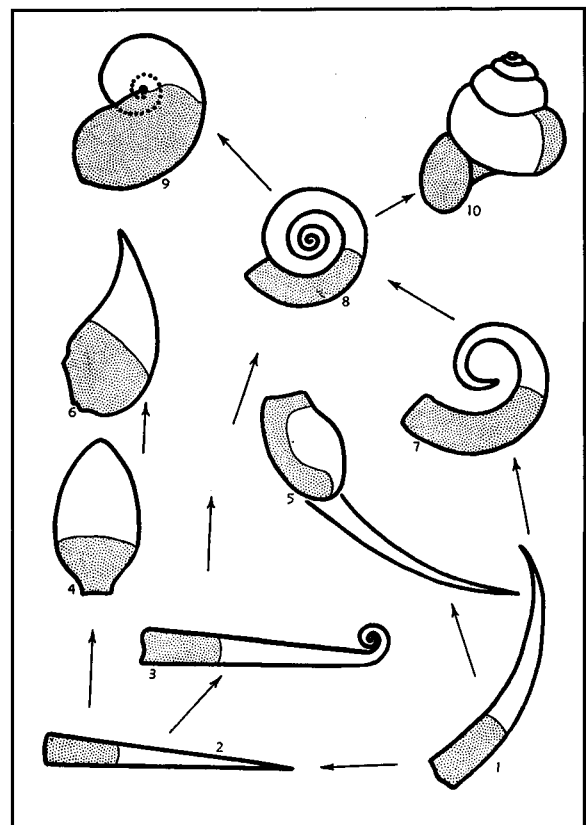
Fossiele Cephalopoda werden lange tijd onderverdeeld in "Nautiloidea" en "Ammonoidea". Een uitgebreidere classificatie werd door C. Teichert e.a. gegeven in Volume K van de bekende Treatise on Invertebrate Paleontology, 1964. Een nog recentere verdeling van de Cephalopoden is die van C. Teichert uit 1967 (in "Essays in Paleontology and Stratigraphy, geredigeerd door C. Teichert en E.L. Yochelson, 101 - 210, University of Kansas Press), waarin hij zijn eerdere classificatie corrigeerde. Hij onderscheidde zeven subklassen:

Subklasse	Leefde van	tot
1. Orthoceratoidea	Cambrium	Trias
2. Actinoceratoidea	Ordovicium	Carboon
3. Endoceratoidea	Ordovicium	Siluur
4. Nautiloidea	Ordovicium	recent
5. Bactritoidea	Siluur	Devoon
6. Ammonoidea	Devoon	Krijt
7. Coleoidea	Carboon	recent

Subklasse 6: de ammonieten en 7: de belemnieten en verwante vormen, zoals de recente inktvissen en octopussen, laten wij hier buiten beschouwing.

Misschien dat subklasse 5 geen reden tot bestaan heeft en tot 6 moet worden gerekend. Subklasse 4 bevat soorten met zeer merkwaardige en sterk gevarieerde vormen en het is de vraag of deze subklasse niet te zijner tijd zal worden gesplitst.

De term Palcephalopoda werd door U. Lehmann en G. Hillmer geïntroduceerd. Met deze benaming worden hier de Paleozoïsche vormen van de subklassen 1 - 5 samengevat, hoewel genoemde schrijvers subklasse 5 bij de Neocephalopoda onderbrengen.

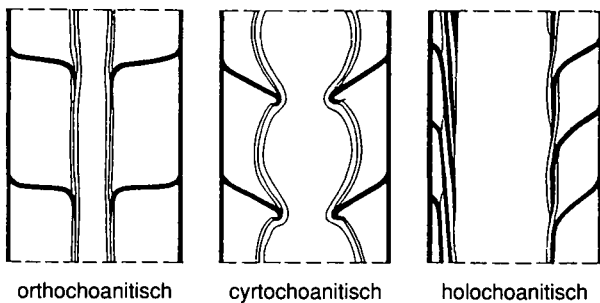


## Bouw van schelp en sifo: samenhang met de classificatie

De vorm van de schelpen van veel fossielen uit de eerste vijf subklassen verschilt soms veel van de recente Nautilus. Sommige zijn volkomen rechte, slanke cylinders, die geleidelijk taps toelopen in de richting van de apex. Andere zijn kort en vrij breed, recht of gebogen, los gewonden of planspiraal. Slechts enkele Paleozoïsche cephalopoden hebben planspirale schelpen. De meeste zijn cyrtocoon of orthocoon van vorm. Sommige zijn zeer lang (longicoon) of kort en dik (brevicoon). Al deze namen zijn samengevat in afb. 3.

Om fossiele Nautilusachtigen goed te kunnen determineren is het maken van doorsneden in dwars- of lengterichting dan vaak noodzakelijk. De dan zichtbare details en de daarbij gebruikte nomenclatuur zijn in de afbeeldingen uitgelegd.

De boven beschreven classificatie berust grotendeels op de bouw van de sifo. We onderscheiden, uitgaande van de sifo bij *lengtedoorsneden*, de volgende gevallen (afb. 4):

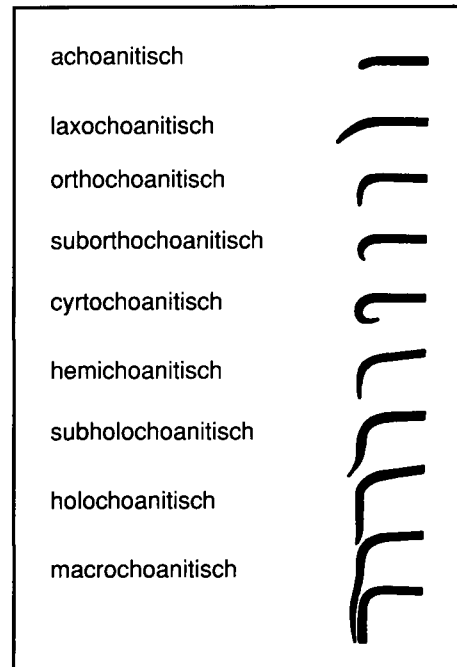


Afb. 4. De drie voornaamste manieren waarop sifo en septen t.o.v. elkaar liggen bij diverse soorten nautiloiden.

1. We letten op vorm en ligging van de sifo. De septa lopen vanaf de wand van de schelp concaaf naar de sifo toe en zijn er met een kraag aan vastgehecht. De sifobuis ligt centraal en is recht. Deze bouw heet **orthochoanitisch** en is kenmerkend voor de subklasse der **Orthoceraoidea**.
2. In andere gevallen wordt de wand van de centraal gelegen sifobuis tussen de plaatsen waar de septa die sifo bereiken gevormd door naar buiten gebogen, ringvormige structuren, waardoor de sifo een kettingachtig verloop vertoont. Zo'n bouw wordt **cyrtocoonitisch** genoemd en is kenmerkend voor de **Actinoceraoidea**.
3. Soms ligt de sifo marginaal (langs de rand van de schelp) en is vrij breed en recht. Vaak lijkt het of de kraag verlengd is en doorloopt tot aan of voorbij het volgende septum. Dit heet **holochoanitisch** en het is kenmerkend voor de subklasse der **Endoceraoidea**.

Sommige auteurs gaan hier nog gedetailleerder op in en onderscheiden zelfs negen verschillende gevallen (afb. 5). Ook in *dwarsdoorsneden* zijn verschillen te zien die bij de determinatie een belangrijke rol kunnen spelen. Is de sifo nauw t.o.v. de breedte van de schelp en zonder details, dan spreekt men van **stenosifonaat** (dit is bijv. het geval bij de ammonieten); is de sifo daarentegen zeer breed, dan heet dat **eurysifonaat**. Binnenin de sifo zijn in sommige gevallen bij goed geconserveerde en niet te ver gekristalliseerde fossielen duidelijke kalkafzettingen te zien. Soms zijn zulke **endosifonale** kalkafzettingen verdwenen of moeilijk te onderscheiden, omdat de sifo gevuld is met tot kalkachtig gesteente omgezet sediment. Zulke structuren zijn behalve in lengtedoorsneden ook vaak in dwarsdoorsneden te identificeren. We onderscheiden de volgende vormen (afb. 6):

1. Bij de Orthoceraoidea zijn in het algemeen zelden kalkafzettingen binnen de sifo te zien. In een dwarsdoorsnede is slechts een ringvormige sifo zichtbaar. Dit heet **annulosifonaat**.

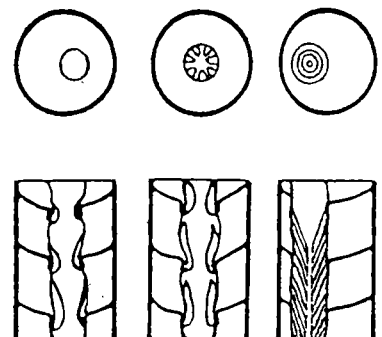


Afb. 5. Bij enkele auteurs wordt een veel uitgebreidere nomenclatuur voor de vasthechting van de sifo aan de septa toegepast dan in afb. 4 is weergegeven.

2. In de wand van de sifo van de Actinoceraoidea zijn dikke obstructies radiaal naar binnen toe afgezet. Zij kunnen de sifo aan de apicale kant (in de richting van de beginkamer) soms bijna geheel opvullen, zodat er slechts nauwe kanaaltjes open blijven. Deze structuur, waarvan het patroon in een serie dwarsdoorsneden duidelijk te zien is, wordt **actinosifonaat** genoemd.
3. Bij de Endoceraoidea worden binnen de meestal brede sifo trechtervormige, conisch in elkaar passende kalklamellen afgezet. Deze trechters worden tijdens de groei in serie vanuit de apicale punt van de schelp gevormd. Ze zijn dan ook bij de apex geconcentreerd en worden minder naarmate men de woonkamer nadert. In een geschikt gekozen dwarsdoorsnede is zo'n **endocone** bouw soms goed zichtbaar.

## Problemen rondom de subklasse Nautiloidea

Deze subklasse heeft een zeer uiteenlopende sifostructuur. Bij de Paleozoïsche genera zijn er nog verbindingstukken tussen de septale kragen, maar bij latere genera worden die zeer dun of ze zijn geheel verdwenen. Leden van deze subklasse hebben orthocone, cyrtocone, of gedeeltelijk of geheel opgerolde schelpen. Ze hebben soms zeer merkwaardige vormen. Zonder nu reeds op details in te gaan noemen we hier de Lituitidae, waarvan de eerste kamers opgerold zijn, terwijl de rest van de schelp een orthocoon vormt (afb. 7). Nog merkwaardiger zijn de Ascoceridae, waarvan de schelp uit twee stukken bestaat. Het eerstgevoerde deel is een gewone orthocoon of een iets gekromde cyrtocoon met een dunne sifo. Hieraan zit een veel dikkere brevicoon met een totaal andere inwendige structuur. De korte sifo van dit deel is beperkt tot het apicale einde en toont



Afb. 6. Kalkafzettingen in de sifo manifesteren zich soms in dwarsdoorsneden van de nautiloide. Zie de tekst.



Afb. 7. *Lituites lituus* uit Öland (Midden-Ordovicium), lengte ca. 10 cm.

gebogen verbindingstukken. Vandaaruit lopen sterk vervormde, S-vormige septa die grote kamers omsluiten, die echter alleen in het bovenste deel van de schelp boven de woonkamer liggen. Dat dit een stabiele stand (waarover zo dadelijk meer) sterk bevordert is wel erg duidelijk. Meestal vindt men beide delen niet tezamen en men veronderstelt, dat het eerstgevormde deel door het dier werd afgeworpen als het volwassen werd. Waarschijnlijk hing dat samen met een verandering in levenswijze. De Oncocerida, met hun merkwaardige gezwollen, eivormige schelpen, komen later nog aan de orde.

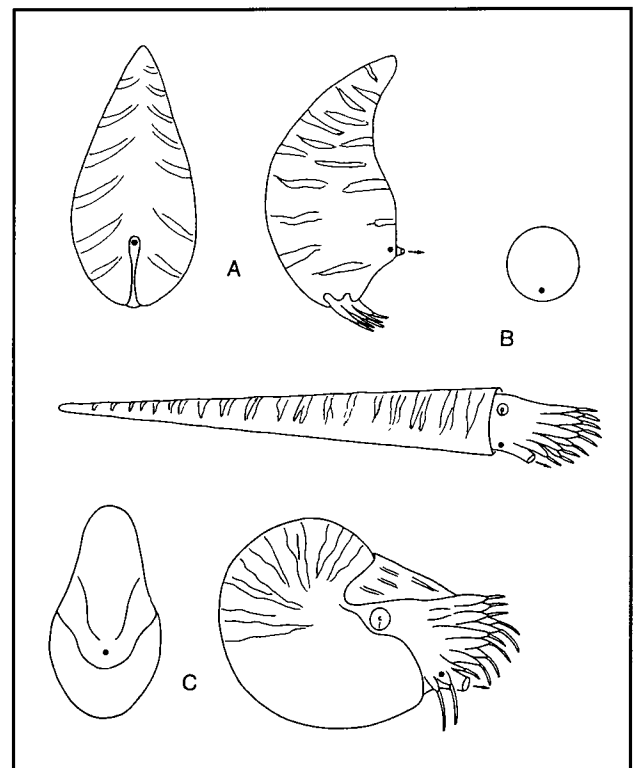
### Vertikale of horizontale zwemmers?

We veronderstellen dat de eerste orthocone Cephalopoden vrijzwemmende dieren waren, met hun schelp in een horizontale stand. De vanuit het apicale deel van de schelp om en in de sifo afgezette kalken vormen een contragewicht voor het lichaamsgewicht aan de andere zijde. De afzettingen zijn immers steeds bij de apex geconcentreerd en worden geleidelijk minder in de richting van de woonkamer. Ze bewijzen dat er toch nog levend weefsel in de verlaten kamers aanwezig moet zijn geweest. Door deze kalkafzettingen lag het zwaartepunt van de "lege" kamers zo ver naar de apex toe dat dit het gewicht van het levende dier compenseerde. Het zwaartepunt van het totaal (afb. 8) lag zodanig, dat er samen met de opwaartse druk van het gas in de kamers een stabiel evenwicht heerste. (Een mooi vraagstuk om na te rekenen voor examenkandidaten van het VHMO!) Dit maakte een horizontale stand in het water mogelijk en het dier bezat zo tevens een goede verplaatsingsmogelijkheid in de lengterichting. Bij een centraal gelegen sifo zijn de kalkafzettingen sterker aan de ventrale zijde van het dier. Bij de holochoanitisch gebouwde dieren ligt de wijde sifo altijd ventraal.

Een minder overtuigend maar toch wel opvallend feit ter ondersteuning van een horizontale stand vormen de zelden bewaard gebleven kleurmarkeringen, die alleen op de dorsale kant van de schelp voorkomen en op een soort camouflage duiden. Waarschijnlijk vormen de hierboven genoemde Oncocerida echter een uitzondering. Zij hebben, naar men aanneemt, met

hun lange as vertikaal "gezwommen". Zo konden ze met hun opening naar beneden gekeerd met hun ogen en tentakels de zeebodem afspeuren op zoek naar voedsel. Ze vormen dan ook een zeer aparte groep, die bij de Nautiloidea is ondergebracht. Deze subklasse omvat ook opgerolde soorten. Oprolling is een zeer effectieve stabilisatiemethode, want nu vallen de krachten van drijfcentrum en lichaamsgewicht samen en er zijn geen extra kalkafzettingen in en om de sifo nodig. Na het Devoon komen alleen nog maar opgerolde soorten voor.

De vraag in welke positie de Cephalopoden gewoonlijk zwommen speelt ook een rol bij de afbeeldingen van hun schelp. Jarenlang is het de gewoonte geweest om bijv. ammonieten met hun opening naar boven toe af te beelden. De laatste jaren ziet men steeds meer literatuur, waarin de opening naar beneden is weergegeven. Voor Paleozoïsche Nautilusverwanten met een rechte of gebogen schelp speelt de stand uiteraard ook een rol. De door ons geprefereerde stand is uitsluitend uit praktische overwegingen gekozen.



Afb. 8. Het zwaartepunt van enkele soorten nautiloïde cephalopoden. *Brevicone* schelpen (A) moeten vrij instabiel zijn geweest en met de lange as vertikaal staande op de bodem naar voedsel gezocht hebben. *Orthocone* schelpen (B) daarentegen hebben zich vrijwel horizontaal door het water voortbewogen. Dieren als de recente *Nautilus* (C) zijn vrijwel ideaal gebouwd om in de getekende stand te kunnen zwemmen.

## C. De Palcephalopoda, met een aantal van de voor West-Europa interessante soorten

### I. Subklasse Orthoceratoidea

(Boven-Cambrium tot Trias)

Rechte of vrij weinig gekromde schelpen, soms met ringen, groeven of kleurpatronen op hun oppervlak versierd. Sifo is orthochoanitisch, met goed ontwikkelde kamerafzettingen.

## Orde Ellesmerocerida

Dit is een primitieve groep met sterke variatie in bouw. Ze bezitten doorgaans vrij kleine, meestal cyrtocoonische schelpen met **een sifo aan de ventrale rand**. In de sifo zitten dwarsplaatjes, zogenaamde diafragma's. De sifo ligt ventraal en heeft een dikke wand met obstructeringen, dat zijn per kamer afgezette kalkringen. Behalve cyrtoconen vindt men soms ook rechte vormen. Deze orde is al ontstaan in het Boven-Cambrium.

### 1. *Oelandoceras haelludense* FOERSTE, 1932

Sifo ca 1/8 van de schelpdiameter in doorsnede, Onder-Ordovicium (Arenig); Oostzeegebied; afb. 1 - 1.

### 2. *Cochlioceras*

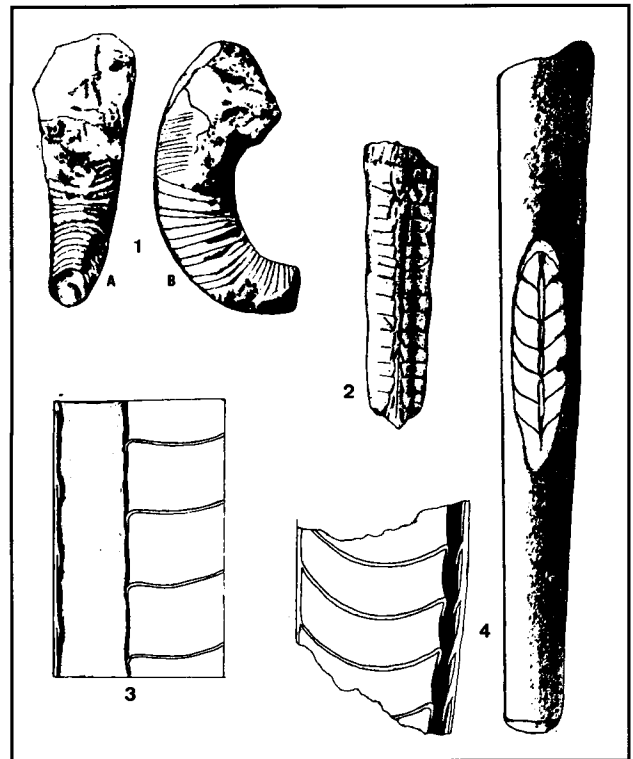
Vrij klein, recht en dik, doorsnede cirkelvormig; duidelijke mantelsinus. Aan de buitenzijde van de schaal is een laterale lengtegroef en een versmalling op de plaats waar de woonkamer begint. Men veronderstelt, dat het dier ter plaatse met de mantel aan de schaal was vastgegroeid volgens die mantelsinus, een verdikking van de schaal, die soms aan het fossiel als een uitbocht is te zien. De sifo is ventraal.

#### a) *C. avus* (EICHWALD, 1860)

Diameter sifo een kwart tot de helft van de doorsnede, Onder-Ordovicium (Arenig); Oostzeegebied; afb. 1 - 2.

#### b) *C. buchardii* (DEWITZ, 1880)

Komt voor in Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo, M.-Ord.); Oostzeegebied; afb. 1 - 3.



### ORTHO CERATOIDEA: ELLESMEROCERIDA

1 - 1. *Oelandoceras haelludense*, afm. 2,5 cm.; a.: ventraal; b.: van opzij.

1 - 2. *Cochlioceras avus*, afm. ca. 5,5 cm. Ventraal.

1 - 3. *Cochlioceras buchardii*, doorsnede. Hoogte fragment: 17 mm.

1 - 4. *Bactroceras avus*, rechts: afm. ca. 9 cm, ventraal; links: ca. 2 cm, doorsnee.

### 3. *Bactroceras avus* (HOLM, 1898)

Sifo ca 1/12 van de diameter van de schelp, lange septale kragen, Midden-Ordovicium (Llandeilo); Oostzeegebied; afb. 1 - 4.

## Tabel I. In de tekst gebruikte namen van stratigrafische eenheden uit het Oostzeegebied, waarin veel Palaecephalopoda voorkomen

	ouderdom in miljoenen jaren	
SILUUR	408	Pridoli
	410	Ludlow
		Burgsvik Beds Hemse Beds Klintenberg Beds
	424	Wenlock
		Halla-Mulde Beds Slite Beds Högklint Beds
	430	Llandovery
	439	Visby Beds
ORDOVICIUM	443	Ashgill
		Boda Kalken
	443	Caradoc
		Kullberg Kalken Cystoideeën-kalken
	464	
		Bovenste grijze en rode Orthoceren-kalken Llandeilo Crassicauda-kalken Schroeteri-kalken Platyrus-kalken
	469	Llanvirn
	Rode Orthoceren-kalken Vaginaten-kalken	
	476	Arenig
	493	Tremadoc
	510	
CAMBRIUM		

## Orde Orthocerida

### 1. *Orthoceras*

Sifo bijna centraal, orthochoanitisch, tamelijk cirkelvormige doorsnede, bijna cilindrisch van vorm, **duidelijke mantelsinus halverwege de woonkamer**, hier ook gleuven opzij en 2 tot 5 lengtegroefjes. Op het oppervlak soms een netwerk van fijne streepjes (lirae).

#### a) *O. nilssoni* (BOLL, 1857)

Komt voor in de Rode Orthocerenkalk van Kinnekulle, Oostzeegebied; Midden-Ordovicium (Llanvirn); van buiten zeer fijn geribd en sifo iets kleiner dan 1/3 doorsnede; afb. 1 - 5.

#### b) *O. undulato-zonatum* ANGELIN, 1880

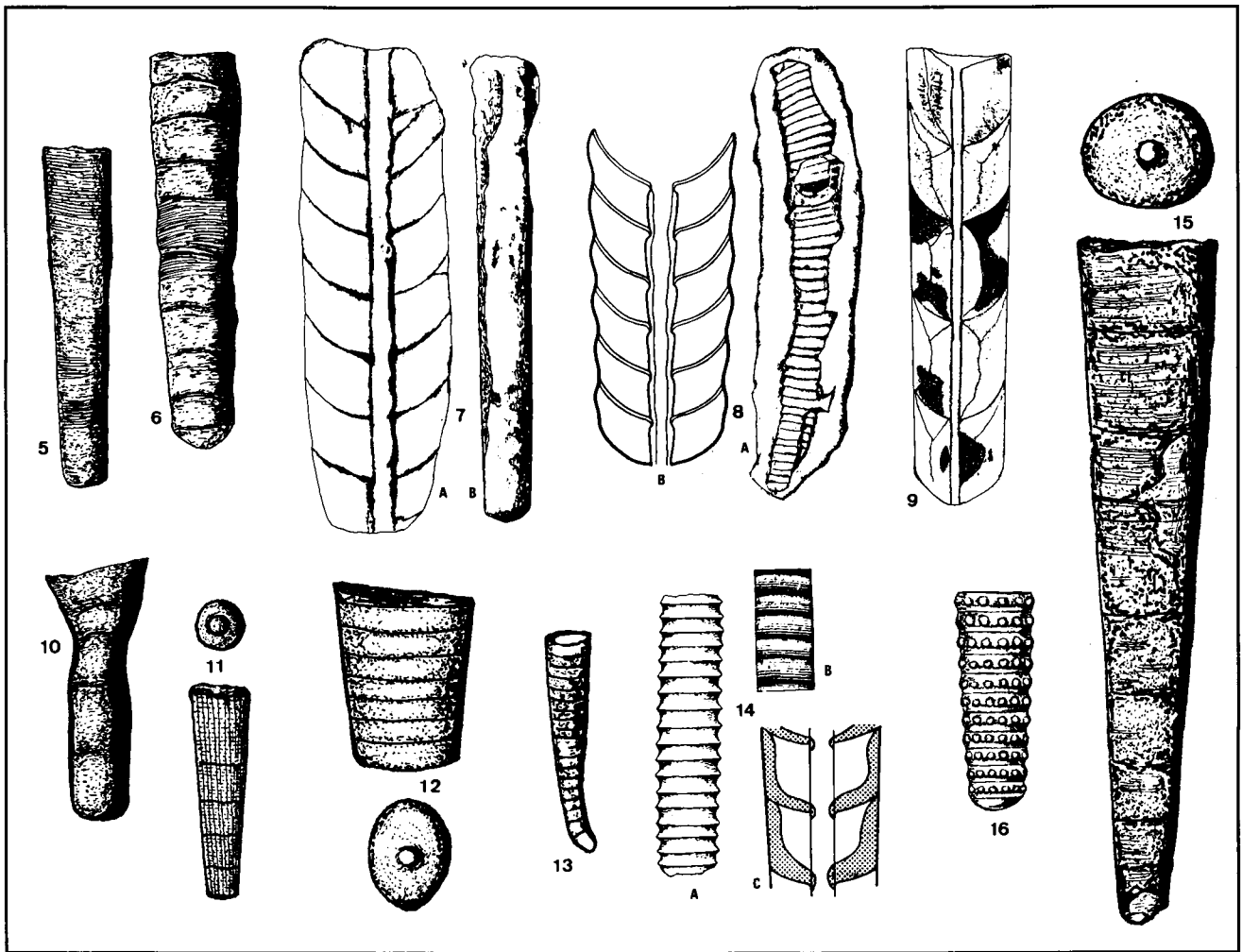
Komt ook voor in de Rode Orthocerenkalk van het Oostzeegebied; sifo 1/6 van de doorsnede; afb. 1 - 6.

#### c) *O. regulare* (SCHLOTHEIM, 1820)

Komt voor in de Bovenste Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo, M.-Ord.) van het Oostzeegebied; van buiten vrij fijn geribd, sifo 1/3 van doorsnede of meer; afb. 1 - 7.

### 2. *Ctenoceras schmidtii* NOETLING, 1883

De schelp is voorzien van één dorsale en twee ventrale gleuven en heeft een iets samengedrukte doorsnede, sinusvormige ringen op het oppervlak, groeilijnen in de vorm van brede uitspringingen (salients) op het oppervlak aan de ventrale zijde; kleine sifo



#### ORTHO CERIDA

- 1 - 5. *Orthoceras nilssoni*, afm. 67 mm.  
 1 - 6. *Orthoceras undulato-zonatum*, afm. 8 cm.  
 1 - 7. *Orthoceras regulare*, a. doorsnede door sifo, 10 cm;  
 b. woonkamer, van opzij, 18,5 cm.  
 1 - 8. *Ctenoceras schmidtii*, a. afm. 12 cm; b. lengtedoorsnede  
 van *Ctenoceras* sp.; afm. ca. 3 cm.  
 1 - 9. *Michelinoceras michelini*, lengtedoorsnede; afm. 9,5 cm.  
 1 - 10. *Geisonoceras scabridum*, afm. 5 cm.  
 1 - 11. *Geisonoceras polygonum*, afm. 1,5 cm.  
 1 - 12. *Geisonoceras planiseptatum*, afm. 3 cm.  
 1 - 13. *Geisonoceras simplicissimum*, afm. 2 cm.  
 1 - 14. *Dawsonoceras annulatum*, a.: zijkant, afm. ca. 5,5 cm;  
 b.: detail schaaloppervlak (vergroot); c.: *Dawsonoceras*  
 sp., doorsnee (vergroot).  
 1 - 15. *Clinoceras maskei*, afm. 13,5 cm.  
 1 - 16. *Spyroceras nodulosum*, afm. ca. 3,5 cm.

tussen centrum en venter. Komt voor in het Midden-Ordovicium van Vaginatenkalk tot in Bovenste Grijs Orthocerenkalk in het Oostzeegebied; afb. 1 - 8.

3. *Michelinoceras michelini* (BARRANDE, 1866)  
 Zeer lang en slank, sifo iets ventraal en dun, cirkelronde doorsnede, zeer lange woonkamer, excentriciteit sifo niet groter dan zijn eigen doorsnede. M.-Siluur; o.a. Oostzeegebied; afb. 1 - 9.

4. *Geisonoceras*  
 Versierd met zeer veel dunne groeilijntjes, recht of iets schuin lopend, lengte van de kamers ca 1/2 doorsnede, sifo 1/8 van de doorsnede. Midden-Ordovicium tot Midden-Devoon.

a) *G. scabridum* (ANGELIN, 1880)  
 Woonkamer voorzien van een ringvormige insnoering; komt voor in de Schroeteri-kalk (Llandeilo, M.-Ord.) van Öland, Oostzeegebied; afb. 1 - 10.

b) *G. polygonum*  
 Devonische soort, o.a. in het Midden-Devoon van de Eifel en NW-Frankrijk (Ferques); afb. 1 - 11.

c) *G. planiseptatum*  
 Deze heeft een ovale doorsnede. Devoon, Eifel en Ardennen; afb. 1 - 12.

d) *G. simplicissimum*  
 Bij deze soort is de doorsnede rond. Devoon, Eifel en Ardennen; afb. 1 - 13.

5. *Dawsonoceras annulatum* (SOWERBY, 1818)  
 Voorzien van opvallende transversale ringen. Komt voor in het Siluur van Gotland in alle lagen, ook in Shropshire, Eng.; afb. 1 - 14.

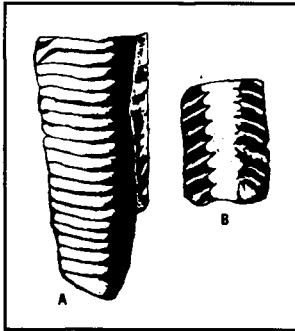
6. *Clinoceras maskei* (DEWITZ, 1879)  
 De schelp heeft aan het oppervlak sinusvormige groeilijnen, en een zeer dunne, kleine sifo. Komt voor in Bovenste Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo, M.-Ord.); afb. 1 - 15.

7. *Spyroceras nodulosum*  
 Heeft ringvormige knopen op de schaal. Komt voor in het Devoon van de Eifel en de Ardennen; afb. 1 - 16.

## II. Subklasse Actinoceratoidea

(Ordovicium - Carboon)

Relatief grote, rechte orthoconische schelpen tot 60 à 90 cm lang (zelfs 180 cm is gevonden), gewoonlijk afgerond aan de apex. Zij onderscheiden zich van de vorige subklasse door een cyrtchoanitische sifo, met hierin soms ringen en endosifonale kanalen. Gewoonlijk vertonen ze afzettingen in de kamers.



1. *Armenoceras kiaeri*  
Komt voor in Wenlock en Ludlow (B.-Siluur) in Scandinavië; afb. II - 1.

**ACTINOCERATOIDEA**  
II - 1. *Armenoceras kiaeri*,  
a.: afm. 16 cm;  
b.: doorsnede, afm. 7 cm;

## III. Subklasse Endoceratoidea (Ordovicium - Siluur)

Grote, tot 9 m lange, rechte schelpen, waaronder de grootste Paleozoische fossielen. Dikke, meestal geheel ventraal geplaatste sifo met endoconen in het achterste gedeelte daarvan. In de betrekkelijk brede sifo soms kegelvormige lagen. De bouw is holochoanitisch. Ze komen voornamelijk in het Ordovicium voor. **Bij sommige soorten beslaat de sifo het gehele apicale deel van de schelp**, geen mantelsinus.

### 1. *Endoceras*

Sifo meestal iets excentrisch, ventraal, zelden centraal; meestal slechts bekend uit incomplete fossielen. Hierdoor zijn veel vormen zeer slecht bekend, wat eigenlijk voor het gehele genus geldt. Lange, rechte schelpen, bijna cilindrisch. De dikke sifo diende waarschijnlijk deels als woonkamer. Aan de buitenkant vertoont de schelp tussenringen met fijne groeilijntjes, Midden- en Boven-Ordovicium.

#### a) *E. commune* (WAHLENBERG, 1821)

Komt voor in de Midden- en Bovenste Orthocerenkalk (Midden-Ordovicium) van het Oostzeegebied; sifo ca. 1/2 van de doorsnede, soms geribd; afb. III - 1.

#### b) *E. vaginatum* (WAHLENBERG, 1821)

Komt voor in de Vaginatencalk, die ernaar genoemd is (Llanvirn, M.-Ord.); Oostzeegebied; schuine groeilijnen en sifo bijna een derde deel van de doorsnede; afb. III - 2.

#### c) *E. duplex* (WAHLENBERG, 1821)

Komt ook voor in de Vaginatencalk van het Oostzeegebied; deze vertoont geen strepen, de sifo steekt uit en vertoont een schuine sutuur; afb. III - 3.

#### d) *E. damesii* DEWITZ, 1880,

Komt voor in de Bovenste Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo, M.-Ord.); Oostzeegebied, o.a. op Öland; afb. III - 4.

### 2. *Proterovaginoceras belemnitifforme* HOLM, 1885

Doorsnede cirkelvormig, sifo bijna centraal met een opgezwollen

## ENDOCERATOIDEA

III - 1. *Endoceras commune*, lengte 28 cm.

III - 2. *Endoceras vaginatum*, lengte 10 cm.

III - 3. *Endoceras duplex*, lengte 9 cm.

III - 4. *Endoceras damesii*, lengte 21 cm.

III - 5. *Proterovaginoceras belemnitifforme*, a.: apicale deel, lengte 15 cm; b.: doorsnee bovenaan a.

apicaal einde, dat de gehele apex beslaat; komt voor in de Rode Orthocerenkalk (Llanvirn, M.-Ord.); Oostzeegebied; afb. III - 5.

## IV. Subklasse Nautiloidea (Ordovicium - recent)

Schelpen recht of gebogen met afzettingen in de kamers bij oudere soorten. Sifo orthochoanitisch. Hiertoe behoort ook de recente Nautilus.

### A. Orde Ascocerida (Ordovicium - Siluur)

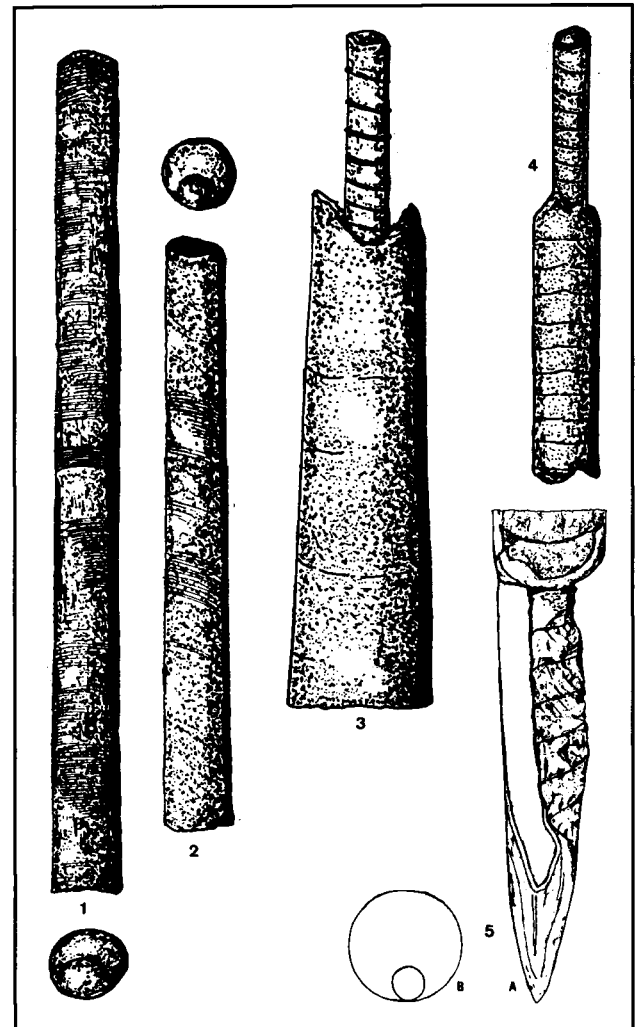
Schelpen bestaan uit twee aparte delen. Het eerste deel is een gewone orthococon of een iets gekromde cyrtococon met een dunne, rechte sifobuis. Hieraan zit een dikke brevicoon met een volledig andere structuur en korte sifo, die beperkt is tot het apicale deel met uitgestrekte verbindingsringen. Vandaaruit worden de sigmoidale septa gevormd, die grote kamers begrenzen. Deze liggen alleen in het dorsale deel van de schelp boven de woonkamer. Zelden vindt men echter beide stukken bij elkaar en velen veronderstellen, dat het lange deel werd afgeworpen als het dier volwassen werd. De jeugdvorm leefde waarschijnlijk nektobenthisch, terwijl de volwassen Ascocerida mogelijk actieve nektionische jagers waren.

### 1. *Ascoceras*

Zeer veel Silurische soorten, lange schelpen.

#### a) *A. cochleatum*

Komt voor in Boven-Visby Beds (Llandovery, O.-Siluur) van Gotland; afb. IV - 1.





**NAUTILOIDEA: ASCOCERIDA**

IV - 1. *Ascoceras cochleatum*, lengte fragment 4 cm.

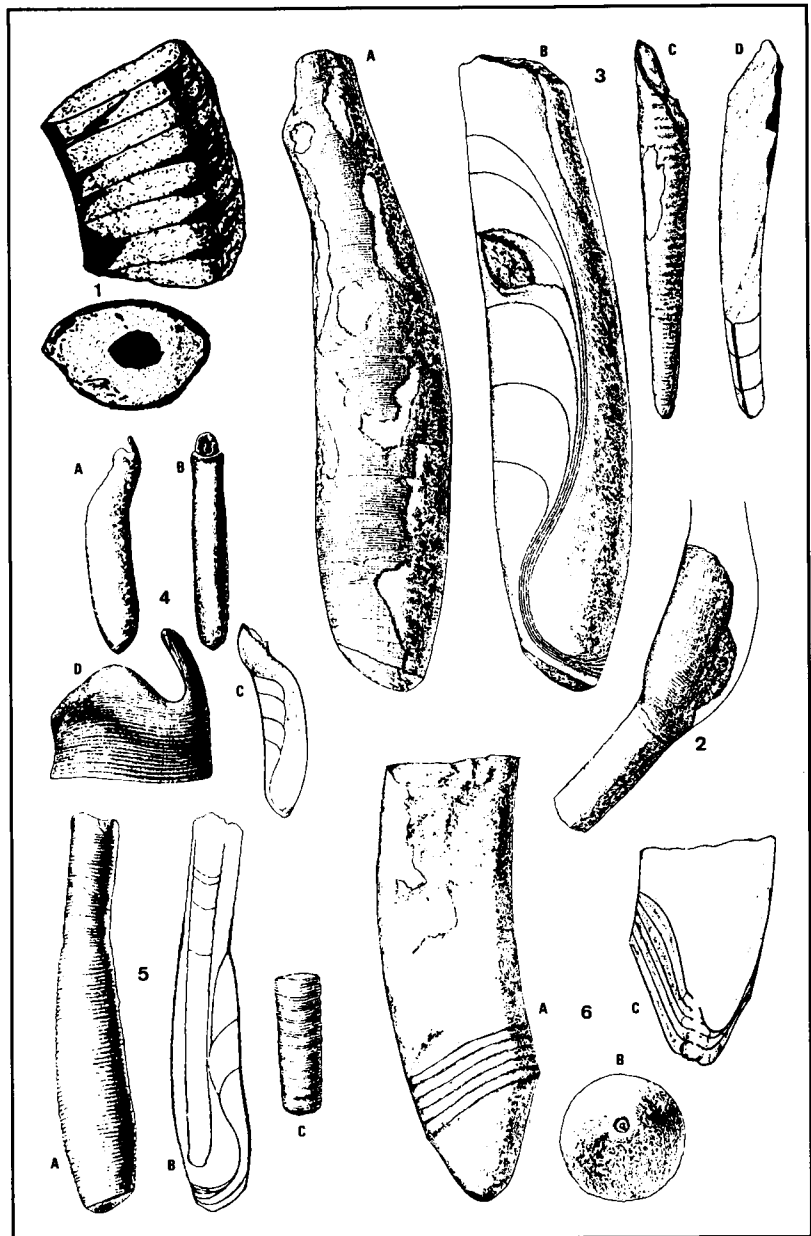
IV - 2. *Ascoceras lagena*, zijkant, lengte fragment 6 cm.

IV - 3. *Ascoceras manubrium*, a. en b.: lengte 12 cm. Brevicone vorm, buitenkant en steenkern (met septa); c. en d.: ventraal en doorsnee orthocoon (jeugd-)vorm, lengte 7 cm.

IV - 4. *Glossoceras lindstroemi*, a.: zijkant; b.: ventraal; c.: lengtedoorsnee; lengte 4 cm; d.: de apertura van opzij, breedte ca. 5 mm.

IV - 5. *Parascoceras fistula*, a.: zijkant; lengte 7,5 cm (brevicoon); b.: idem, doorsnee: orthocoon in woonkamer!; c.: orthocoon, 13 mm.

IV - 6. *Choanoceras mutabile*, volwassen vorm; a.: zijkant; lengte 8,5 cm; b.: eerste septum volwassen vorm, na de afgeworpen jeugdvorm (onderaan a); c.: lengtedoorsnee, 4 cm.



b) A. *lagena* LINDSTRÖM, 1890; Komt voor in de Slite-mergels (Wenlock, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 2.

c) A. *manubrium* LINDSTRÖM, 1890 Komt voor in de Hemse Beds (Ludlow, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 3.

2. *Glossoceras lindstroemi* MILLER  
Oude namen: *Ascoceras gracile* en *Glossoceras gracile*.  
Komt voor in de Hemse Beds (Ludlow, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 4.

3. *Parascoceras fistula* (LINDSTRÖM, 1890)  
Oude namen *Pseudoascoceras fistula* en *Ascoceras fistula*.  
Komt voor in de Slite-mergels (Wenlock, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 5.

4. *Choanoceras mutabile* (LINDSTRÖM, 1888)  
Grote woonkamer, weinig kamers. Komt voor in de Slite-mergels (Wenlock, B.-Siluur) van Gotland; afb. IV - 6.

**B. Orde Oncocerida (M.-Ordovicium - Onder-Carboon)**

Dieren die waarschijnlijk met de lange as vertikaal drevan, met de opening naar beneden. Zo zochten ze de zeebodem af met hun tentakels. Het zijn gedrongen cyrto- en breviconen, met de sifo aan de ventrale (dit is hier de minst gekromde) zijde; apertura vaak ingesnoerd.

1. *Clathroceras plicatum* STRIDBERG, 1985  
Komt voor in de Hemse Beds (Ludlow, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 7.

2. *Pentameroceras mirum* (BARRANDE, 1865)  
Oude naam *Gomphoceras mirum*. Tonvormig; komt voor in de Slite en Hemse Beds (Wenlock en Ludlow, B.-Siluur) van Gotland; afb. IV - 8.

3. *Oxygonioceras columnare*  
In het Boven-Siluur van Gotland; gevonden in de Hemse en Halla-Mulde Beds; afb. IV - 9.

4. *Cyrtoceratites depressus*  
Snel breder wordende cyrtocoon; grote, ventrale sifo. Komt voor in het Devoon van de Eifel en Ardennen; afb. IV - 10.

**C. Orde Discosorida**

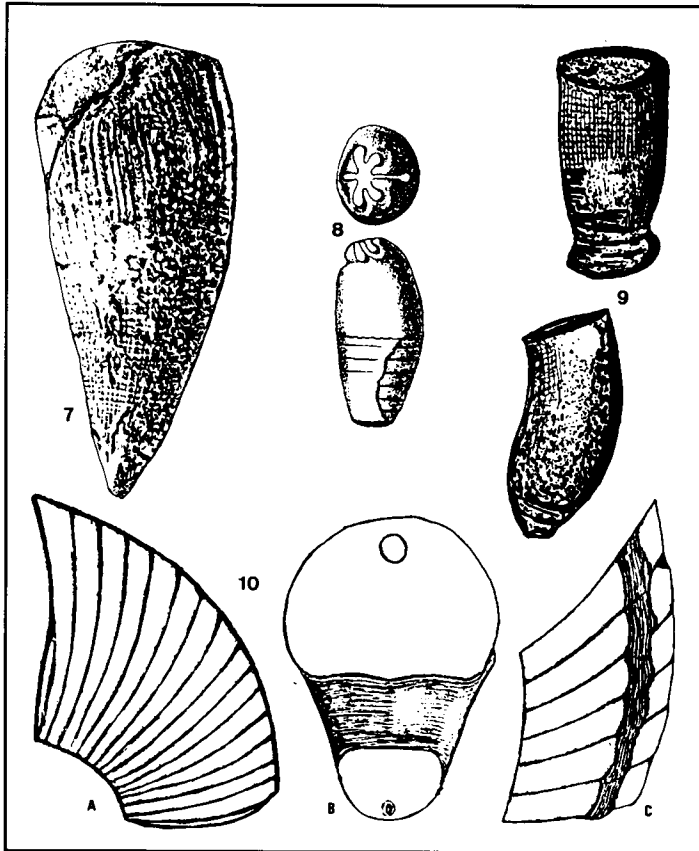
(Midden-Ordovicium - Midden?-Boven-Devoon)

Voornamelijk middelmatige tot grote breviconen; korte cyrtocoonen; sifo met breed ontwikkelde, ingesnoerde segmenten; apertura open of ingesnoerd.

I. *Phragmoceras*

a) *P. eurystoma*  
Komt voor in de Hemse Beds (Ludlow, B.-Siluur) van Gotland; afb. IV - 11.

b) *P. inflexum* HEDSTRÖM, 1917  
Komt voor in de Slite-mergels (Wenlock, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 12.



#### ONCOCERIDA

- IV - 7. *Clathroceras plicatum*, lengte 4 cm.  
 IV - 8. *Pentameroceras mirum*, 35 cm.  
 IV - 9. *Oxygonioceras columnare*, 8 cm.  
 IV - 10. *Cyrtoceratites depressus*, a.: zijkant, 7 cm (venter zit rechts); b.: dorsaal, 8 cm; c.: overlangse doorsnee met sifo, hoogte 6 cm (venter zit rechts).

3. *Discoceras antiquissimum* (EICHWALD, 1842)  
 Komt voor in de Boda-kalksteen (Ashgill, M.-Ord.) in het Siljan-gebied (Osmundberg, Zweden); afb. IV - 16.

4. *Lituites lituus* (MODEER, 1796)  
 Wordt ook wel bisschopsstaf genoemd; komt voor in de Bovenste Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo) en in het Llanvirn, M.-Ord., van het Oostzeegebied; afb. IV - 17.

#### 5. *Ancistroceras*

a) *A. barrandei* DEWITZ, 1880  
 Komt voor in de Bovenste Rode en Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo, M.-Ord.) van het Oostzeegebied; afb. IV - 18.

b) *A. undulatum* BOLL, 1857  
 Komt voor in de Vaginatien-kalk en Bovenste Grijs Orthocerenkalk (Llanvirn en Llandeilo, M.-Ord.); Oostzeegebied; afb. IV - 19.

6. *Ophioceras reticulatum* LINDSTRÖM, 1890  
 Wordt ook wel *Ophidioceras* genoemd, komt voor in de Hemse Beds (Ludlow, B.-Siluur) op Gotland; afb. IV - 20.

c) *P. praecurvum*

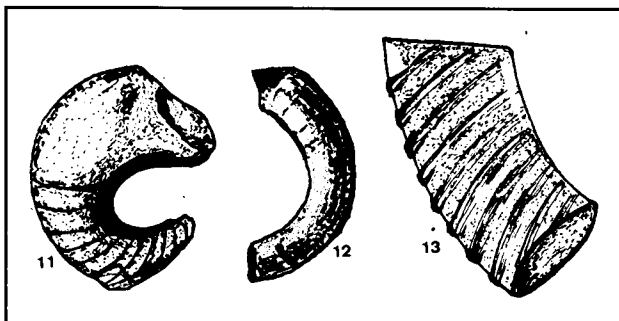
Komt voor in de Hemse Beds (Ludlow, B.-Siluur) van Gotland; afb. IV - 13.

#### D. Orde Tarphycerida (Onder-Ordovicium - Boven-Siluur)

Vroege, primitieve, gewonden of gedeeltelijk ontrolde Cephalopoda, met eenvoudige septa.

1. *Estonioceras imperfectum* (QUENSTEDT, 1846)  
 Gyrocoön, windingen raken elkaar niet. Komt voor in de Vaginatienkalk (Llanvirn, M.-Ord.); Oostzeegebied; afb. IV - 14.

2. *Trocholites contractus* SCHROEDER, 1891  
 Komt voor in de Bovenste Grijs Orthocerenkalk (Llandeilo, M.-Ord.); Oostzeegebied; dikte de helft van de diameter, vrij involuut; afb. IV - 15.



#### DISCOSORIDA

- IV - 11. *Phragmoceras eurystoma*, 5,5 cm.  
 IV - 12. *Phragmoceras inflexum*, 4 cm.  
 IV - 13. *Phragmoceras praecurvum*, 6 cm.

#### E. Orde Nautilida

(Ordovicium - Recent)

De grootste diversiteit van Nautilide vormen ontwikkelde zich in het Carboon. Eén van de suborden is die der Nautilina; hiertoe behoren de recente Nautilus-soorten. Deze suborde heeft in het Mesozoïcum vele soorten opgeleverd. Van de Nautilida worden hier verder geen voorbeelden gegeven.

#### V. Subklasse Bactroidea

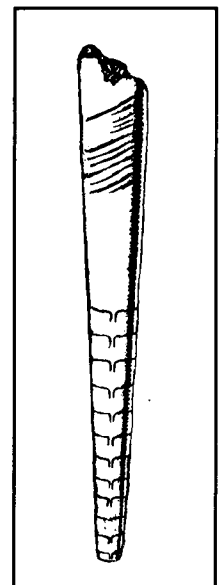
(Siluur - Devoon)

Lijken op rechte ammonieten en hebben een kleine sifo aan de rand. Rechte of iets gekromde schelpen. Misschien behoort deze subklasse wel tot de subklasse Ammonoidea.

#### 1. *Bactrites gracilis*

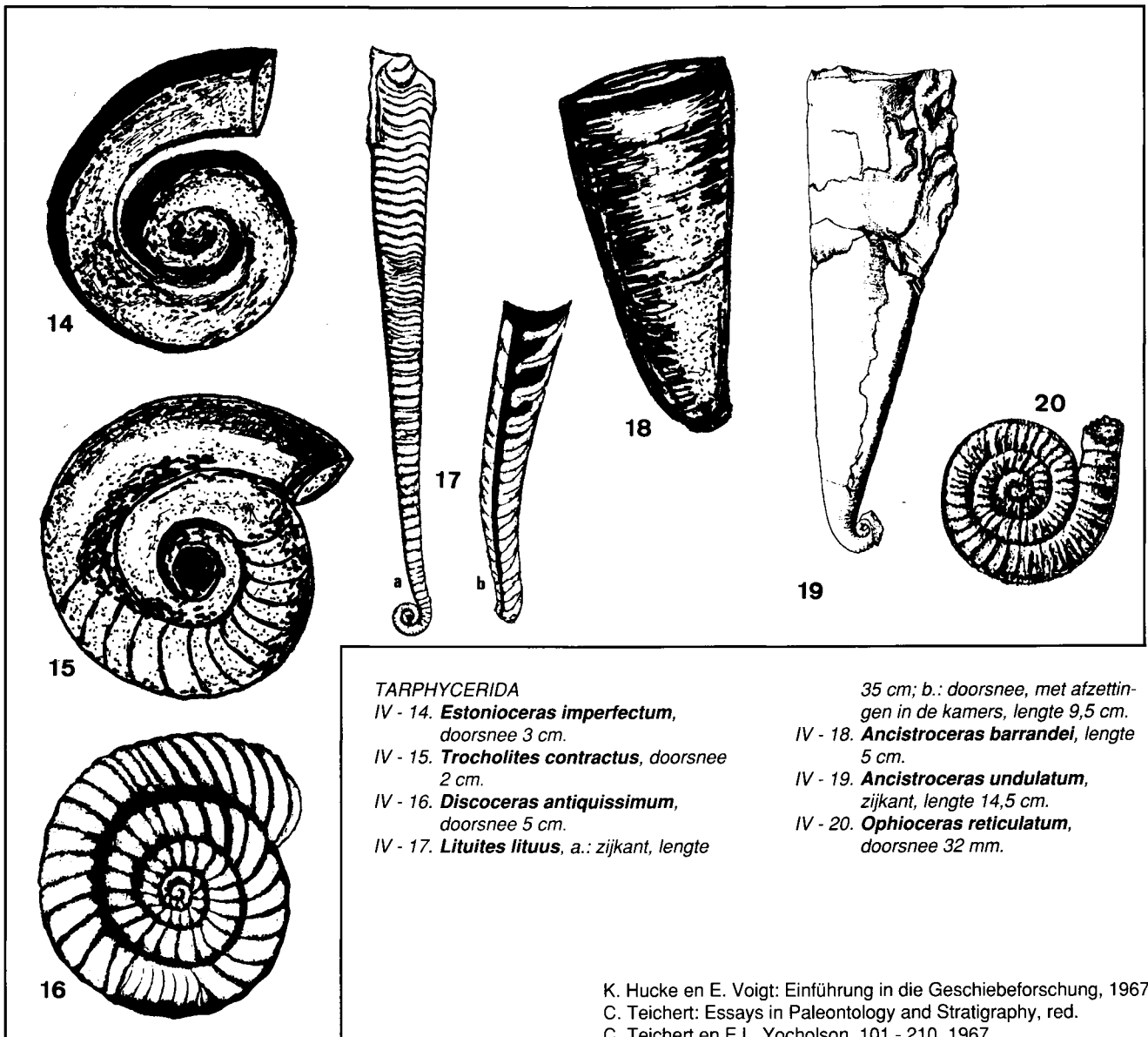
Komt voor in het Devoon van de Eifel, afb. V - 1.

De afbeeldingen bij dit artikel zijn o.h.a. ontleend aan Treatise on Invertebrate Paleontology, Part K, Mollusca 3, 1964, of getekend door de auteur.



#### BACTROIDEA

- V - 1. *Bactrites gracilis*, ca. 7 cm.



**TARPHYCERIDA**

IV - 14. *Estoniceras imperfectum*, doorsnee 3 cm.

IV - 15. *Trocholites contractus*, doorsnee 2 cm.

IV - 16. *Discoceras antiquissimum*, doorsnee 5 cm.

IV - 17. *Lituities lituus*, a.: zijkant, lengte

35 cm; b.: doorsnee, met afzettingen in de kamers, lengte 9,5 cm.

IV - 18. *Ancistroceras barrandei*, lengte 5 cm.

IV - 19. *Ancistroceras undulatum*, zijkant, lengte 14,5 cm.

IV - 20. *Ophioceras reticulatum*, doorsnee 32 mm.

**Enige gebruikte literatuur**

O. Abel: Paläobiologie der Cephalopoden, 1916.  
 H. Munthe, J.E. Hede en L. von Post: Gotlands Geologi, Sveriges Geologiska Undersökning, Ser C no 331, Arsbok 18 (1924) No 3, 1925.  
 R.C. Moore, C.G. Lalicker en A.G. Fischer: Invertebrate Fossils, 1952.  
 R.C. Moore (ed.) et al.: Treatise on Invertebrate Paleontology Part K, Mollusca 3, 1964.  
 O. Holtedahl en J.A. Dons, Geological Guide Oslo and District; 2nd ed., 1966.

K. Hücke en E. Voigt: Einführung in die Geschiebeforschung, 1967.  
 C. Teichert: Essays in Paleontology and Stratigraphy, red. C. Teichert en E.L. Yochelson, 101 - 210, 1967.  
 A.A. Manten: Silurian Reefs of Gotland, 1971.  
 W. Neben en H.H. Krüger: Fossilien Kambrischer, Ordovicischer und Silurischer Geschiebe, Staringia nummers 1, 2 en 5, 1971 en 1973.  
 K. Brood: Gotländska Fossil, Stockholm, 1982.  
 B. Ziegler: Einführung in die Paläobiologie, Teil 2, 1983.  
 S. Stridsberg: Silurian oncocerid Cephalopoda from Gotland; Fossils and Strata, Nr 1, Oslo, 1985.  
 E.N.K. Clarkson, Invertebrate Palaeontology and Evolution, 2nd ed. (repr.), 1987.  
 J.F. Geys: De geschiedenis van het Leven, II: Ordovicium, 1987;  
 U. Lehmann en G. Hillmer: Wirbellose Tiere der Vorzeit, 2de ed., 1988.  
 J.F. Geys: De geschiedenis van het Leven, III: Siluur, 1989.

**Boekbespreking**

**Aarde en Leven - het leven in relatie tot zijn planetaire omgeving.** (Earth and Life - life in relation to its planetary environment), door Harry N.A. Priem; Ned. en Engelse tekst; uitg. Wolters Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1993; 63 pag., met foto's en tekeningen in kleur. Verkrijgbaar à f 8,50 in het Artis Planetarium te Amsterdam, of per post na overmaking van f 11,70 (incl. verzendk.) op girorekening 2106 tnv. Artis Planetarium, Amsterdam.

Dit boekje vormt het achtergrondverhaal van een expositie in het vorig jaar geopende Artis Geologisch Museum te Amsterdam. Het staat echter geheel op zichzelf en kan het best op een rustig moment worden doorgenomen, want in slechts 63 pagina's (en nog wel in twee talen naast elkaar) wordt veel aangeroerd dat een goed overdenken waard is. De resultaten van het moderne geologisch onderzoek stellen de mens in staat steeds dieper in het verleden door te dringen en het verband tussen het verre "toen" en het eigen "nu" te zien. Ook is