

Inhoud:

Belemnieten	1	Glazen micromortiertjes: een (half) ei van Columbus	33
Carbonaat-mineralen:hun deter- minatie via chemische analyse 1	26	Boekbesprekingen	34

BELEMNIETEN

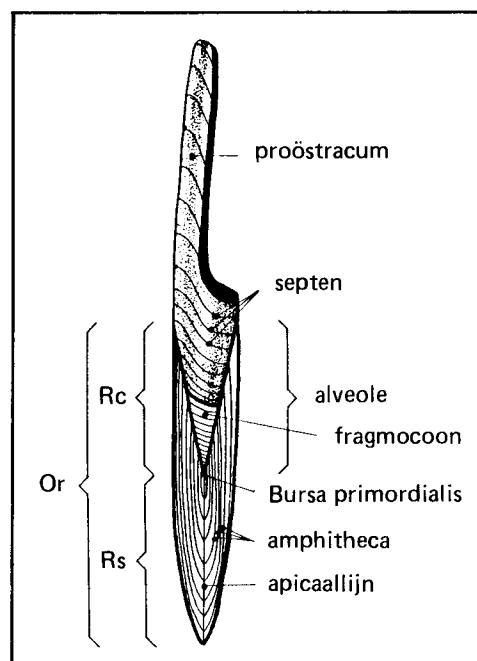
door Dr. J. van Diggelen

Tot de fossielen die de doorsnee-amateur gemakkelijk kan vinden behoren zonder twijfel allerlei soorten belemnieten. In verscheidene mariene afzettingen van Jura- en Krijt-ouderdom komen ze algemeen voor. De naam van dit fossiel komt van het Griekse woord "belemnion", dat werpspeer betekent. Het is een goed gekozen naam, omdat meestal van deze uitgestorven dieren alleen speervormige restanten worden gevonden. Er zijn streken op het plateland bij onze oosterburen waar men die potloodvormige fossielen "Donderkeilen" noemt omdat in oude verhalen beweerd werd, dat ze evenals bliksem en donder door toornige goden naar de aarde werden geschoten. Behalve het potloodvormige of puntvormige overblijfsel dat **rostrum** genoemd wordt, worden zelden andere delen van het dier fossiel gevonden. Het complete inwendige skelet van een belemniet bestaat eigenlijk uit drie delen. Behalve het rostrum is er nog een kegelvormig intern deel, het **fragmocoon**, en een soort schildvormig aanhangsel daarvan, het **proöstracum**. Afbeelding A geeft een indruk van de relatie tussen de skeletdelen en van enkele veelgebruikte termen.

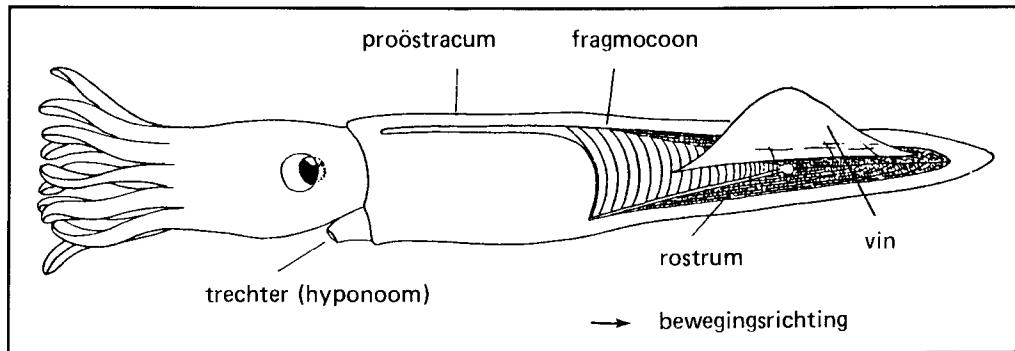
Vorm en levenswijze van belemnieten: gissen naar het onbekende

Belemnieten behoren tot de Coleoidea; dit zijn Cephalopoden (koppotigen) met een, al of niet gereduceerd, inwendig skelet. In de subklasse der Coleoidea worden o.a. ook de recente inktvissen en octopussen ingedeeld. Er zijn aanwijzingen dat de belemnieten veel op bepaalde recente inktvissen geleken hebben; zo zijn er ondermeer diverse resten van een inktzak gevonden. Vele paleontologen hebben hen dan ook als de rechtstreekse voorouders van de *Sepia officinalis* beschouwd. Sommigen komen daar nu wel van terug en menen dat ze een neventak in de evolutiereeks vormen. Hoe een belemniet er heeft uitgezien is nog niet volledig bekend. Een vrij recente reconstructie poging geeft afb. B.

Maar er zijn er meer die hebben getracht het belemnieten-dier te reconstrueren. Heel vaak afgebeeld is de achtarmige reconstructie van d'Orbigny uit de vorige eeuw. Het bekend worden van een uit acht armen bestaande kroon met vanghaken uit Lyme Regis (Z-Engeland) heeft zijn reconstructie lange tijd als zeer betrouwbaar gemarkeerd. De recente tienarmige inktvis *Gonatus fabricii* (afb. C) uit het noorden van de Atlantische Oceaan zou echter volgens Riegraf en Hauff het meest overeenkomen met wat nu bekend is van de vangarmen en de bouw van een belem-



Afb. A. Reconstructie van het skelet van een belemniet. Or = orthorostrum; Rc = rostrum cavum; Rs = rostrum solidum. Naar A.E. Richter.

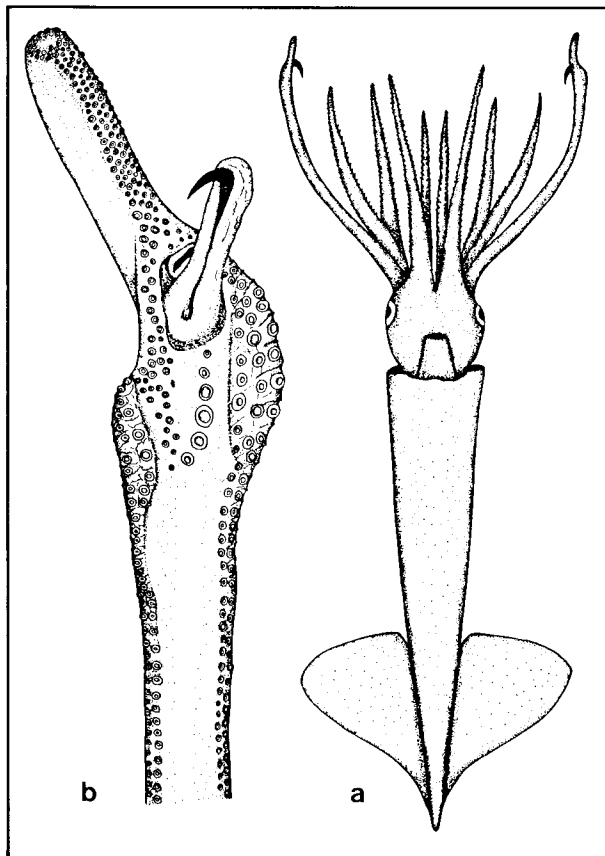


Afb. B. Poging tot een reconstructie van een belemniet.
Naar O. Abel, A. Naef en G.R. Stevens.

niet, zoals *Passaloteuthis paxillosa* (afb. 2.2, pag. 12). De conclusie van deze onderzoekers is gebaseerd op nauwkeurige studie van recent gevonden materiaal en is na een merkwaardige voorgeschiedenis tot stand gekomen.

Reeds in de vorige eeuw werden afbeeldingen en beschrijvingen gepubliceerd van belemnietenvondsten waarbij weke delen voorkwamen. Deze vondsten droegen bij in de reconstructiepogingen en plaatsing in de systematiek van belemnieten. In de loop van deze eeuw bleken vele van deze vondsten echter uit vervalsingen te bestaan; het waren combinaties van fossiel en al of niet recent materiaal. In de Posidonienschiefer uit het Onder-Toarcien van Holzmaden werden in het vorige decennium door amateurs eveneens rostra met afdrukken van weke delen ernaast gevonden. Na een uitvoerig onderzoek van dit

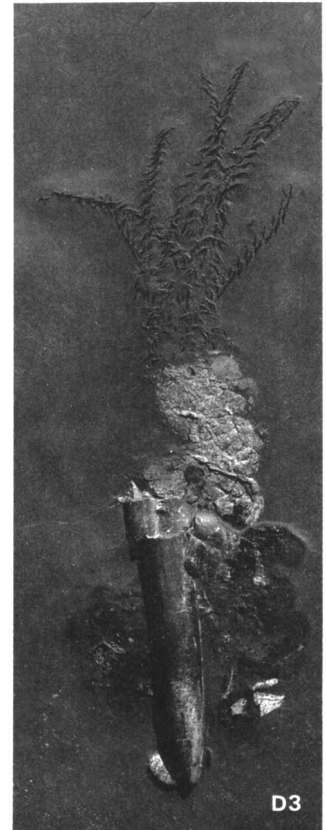
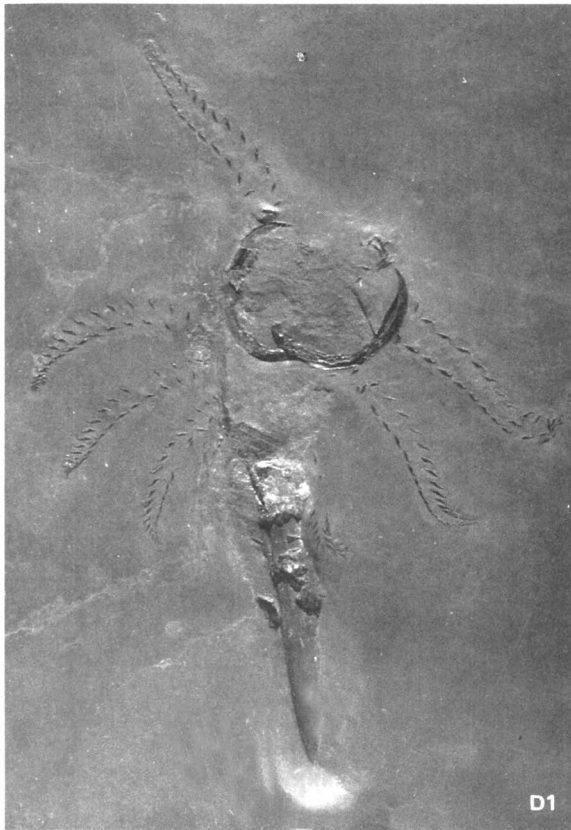
materiaal op drie verschillende Duitse universiteiten bleek dat ook dit kunstmatige combinaties waren en wel van rostra van de belemniet *Passaloteuthis paxillosa* en afdrukken van weke delen van *Phragmoteuthis conocauda*. Deze is een verwant van de belemnieten, behorend tot een andere orde. Ze waren op vernuftige wijze aan elkaar geplakt, maar niettemin waren het echte vervalsingen! Nadat Riegraf en Reitner deze conclusies gepubliceerd hadden bleef het probleem van de weke delen van belemnieten uiteraard sterk hun aandacht trekken, mede omdat in de bitumenhoudende schalies van het Onder-Toarcien in Zuid-Duitsland de weke delen van sommige dieren vaker bewaard zijn gebleven dan tot nu toe gedacht was. Zo zijn daar intussen ca 25 ammonieten met afdrukken van weke delen in de woonkamer gevonden. Het lukte Riegraf en Hauff een aantal exemplaren van belemnieten met (onvervalste) weke delen in handen te krijgen, die eerst geprepareerd moesten worden. Twee ervan zijn nu opgenomen in het Museum Hauff te Holzmaden, terwijl een derde zich in Tübingen bevindt. Deze exemplaren (allen van de soort *Passaloteuthis paxillosa*) vertonen ondermeer vangarmen met rijen kleine haakjes, een grote vanghaak en een inktzak. Afb. D1-4.



Over de manier waarop de belemnieten zich in het water voorwaarts verplaatsten kan men slechts gissen. Reeds tussen de recente pijlinktvis en de octopus is er in dit opzicht een opmerkelijk verschil. Bekend is, dat pijlinktvis zich bijzonder snel kunnen bewegen, omdat ze hun mantelholte met water kunnen vullen en dat dan haast explosief via een soort trechter (de hyponoom) uitstoten, waardoor ze als een raket wegschieten. Octopussen bedienen zich weliswaar van hetzelfde principe, maar het zijn geen actieve zwimmers, omdat hun mantelspiers door een andere bouw dan die van de pijlinktvis niet in staat zijn voldoende kracht te ontwikkelen voor een explosieve expulsie (Gosline en DeMont, 1985). Van de mantelspiers van een belemniet weten we niets. Uit hun bouw (voor zover we die althans nu kennen) zou men misschien mogen concluderen, dat het snelle zwimmers geweest zijn.

Versteende resten uit Jura en Krijt bewijzen, dat er zeer grote belemnieten zijn geweest van enkele meters lengte. In de Mesozoïsche zeeën waren de kleinere soorten ongetwijfeld een welkome prooi van de veel grotere dieren. In de maag van een haai uit die tijd zijn 200 rostra aangetroffen! Afb. E en F.

Afb. C. *Gonatus fabricii* is een recente tienarmige inktvis uit het noorden van de Atlantische Oceaan. De bouw hiervan komt zeer veel overeen met een reconstructie van een Jura-belemniet. De lange tentakels van *Gonatus* zijn voorzien van een grote vanghaak (b: sterk vergroot). Naar Riegraf en Hauff, 1983.



Afb. D1, 2, 3. Recente vondsten van belemnieten met weke delen, alle van *Passaloteuthis paxillosa* (Schlotheim) uit de Lias Σ II, van de omgeving van Holzmaden, B. R. D. Zij berusten in het Naturkundemuseum te Stuttgart. Deze spectaculaire vondsten werden gedaan door de heer D. Weber (Rechberghausen/Göppingen), die ook de preparatie uitvoerde. De hier afgebeelde exemplaren werden, samen met enige andere "Weichteilbelemniten" in zomer/herfst 1985 geëxposeerd in Museum Hauff te Holzmaden. Het hier gepubliceerde fotomateriaal werd ons door de heer R.B. Hauff bereidwillig toegezonden. Tot nog toe zijn 21 vondsten met weke delen uit de streek bekend. Drie daarvan hebben grote "vanghaken" (onychieten), die waarschijnlijk aan armen zonder kleine vanghaakjes zaten (vergelijk *Gonatus fabricii*, afb. C). De belemnieten zijn kennelijk het slachtoffer van een roofdier geweest, gezien de verbrokkelde alveole, het ingekorte fragmocoon en de wellicht doorgebeten inktzak met uitgestroomde inkt bij één exemplaar. Hoogte D1: onbekend, D2: ± 29 cm, D3: ± 25 cm.

Een kwetsbaar deel van de belemniet schijnt de punt van het rostrum te zijn geweest. Stukgebeten rostra met geregenereerde beetwonden worden soms tussen intacte exemplaren gevonden. Het is de moeite waard ze te bewaren als getuigen van de levenscyclus uit die tijd. Afb. G.

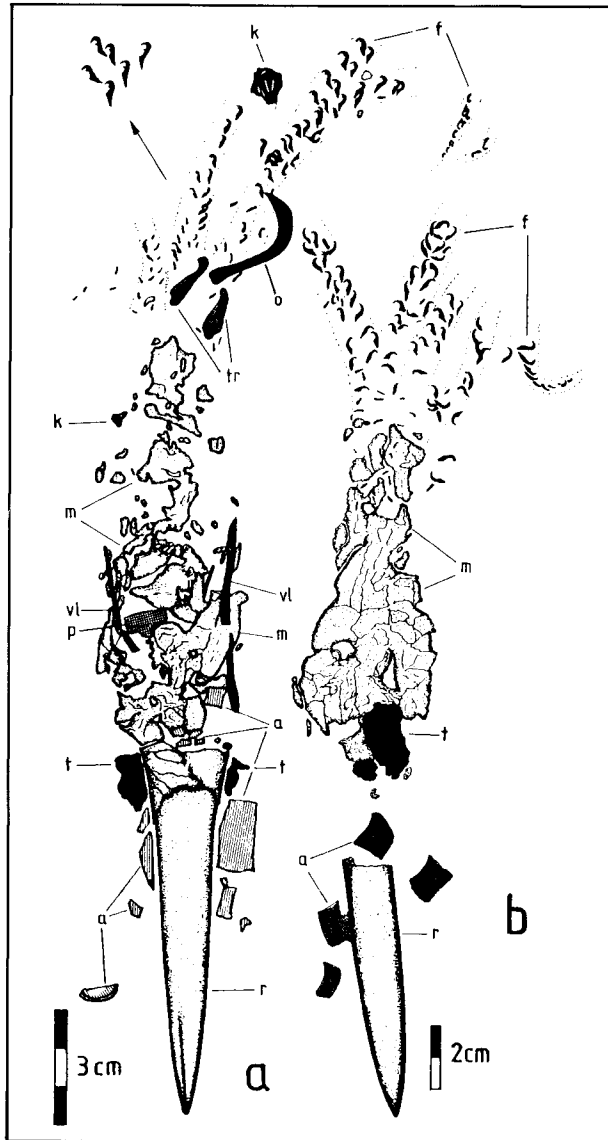
In bepaalde zeeën moeten de belemnieten in enorm grote aantallen hebben geleefd. Men vindt plaatselijk soms vele duizenden rostra tesamen en spreekt dan van belemnieten-slagvelden of kerkhoven (bijv. in de Zwabische Jura en in Zuid-Limburg). Zulke rostra zijn dan vaak door zeestromingen meegevoerd en op bepaalde plaatsen opeengehoopt. Als de ligging der rostra op de juiste wijze in kaart wordt gebracht maakt die het mogelijk de richting van de zeestromingen uit die tijd te reconstrueren. Afb. H.

Het rostrum bestaat uit calciëet (calciumcarbonaat). Calciëet is een chemische verbinding van calcium (Ca), koolstof (C) en zuurstof (O), scheikundig als CaCO_3 geschreven. Het levende dier neemt deze stoffen uit het zeewater op om zijn rostrum op te bouwen.

De meeste zuurstofatomen in het water zijn van de vorm ^{16}O . Er is echter ook altijd een kleiner aantal zuurstofatomen van de isotoop ^{18}O in de zee aanwezig. Zulke atomen zijn zwaarder en omdat het zeewater zelf (formule H_2O) ook zuurstof bevat, verdampen de zwaardere deeltjes minder gemakkelijk dan de lichtere. Warme zeeën bevatten dus iets meer zware zuurstof dan koudere. De verhouding van de zware tot de lichte is daar iets groter. Deze verhouding is terug te vinden in de kalk van het rostrum van een belemniet en zo vormt dit een soort thermometer (de carbonaatthermometer), waaruit men de temperatuur van het zeewater kan afleiden uit de tijd waarin het dier leefde, dus uit Jura en Krijt. De methode is intussen zo verfijnd dat zelfs afwijkingen door seizoenvariëaties kunnen worden geconstateerd. Afb. I.

Ook de belemnieten hebben een ontwikkeling doorgeemaakt. Daar alleen de rostra voldoende goed bekend zijn, beperkt onze kennis van de evolutie van deze dieren zich tot kenmerkende veranderingen in die rostra. Enerzijds is er een ontwikkeling tot steeds meer asymmetrie in de vorm van de alveole, de holte in het rostrum, waarin het fragmocoon past. Anderzijds is er een daarvan afwijkende ontwikkeling, waarbij de symmetrie zich handhaaft, maar waarbij er wel vormveranderingen optreden, waardoor de alveoleholte relatief kleiner wordt. Een andere ontwikkeling is de neiging tot verlenging en verbreding van een naast de alveole optredende spleet. Daarnaast is er een neiging tot de ontwikkeling van soorten met zeer merkwaardige vormen (bijv. *Duvalia*). Afb. J.

Tijdens Carboon, Perm en Trias leefden er Coleoidea, zoals *Aulacoceras*, *Atractites* en *Phragmoteuthis*, die al veel overeenkomen met de latere belemnieten. Of de belemnieten van deze genera afstammen is onzeker.



Afb. D-4. *Passaloteuthis paxillosa*, twee exemplaren in zeldzame conserveringstoestand, uit het bitumineuze Onder-Toarcien van de omgeving van Holzmaden (BRD). De totale lengte van het linker exemplaar is 28 cm, waarvan 11 cm voor het rostrum; de oorspronkelijke lengte, inclusief de tentakels, was mogelijk circa 50 cm. De goede conservering is waarschijnlijk te danken aan een roofdier (Ichthyosauriër, vis?), die de met lucht gevulde fragmocoon doorbeet, waardoor deze hun opwaartse druk verloren. (Normaliter gaan dode Coleoidea drijven; ze verspoelen reeds binnen enkele dagen, vóórdat de resten zinken.) De resten van de "maaltijd" werden kennelijk snel genoeg door sediment bedekt om geconserveerd te blijven en te fossiliseren. Te zien zijn: f: vanghaakjes (links boven: vergroot); k: kaakfragmenten; o: grote vanghaak; tr: de twee haakjes die de trechter omsluiten; m: mantel; vl: richels ter versterking van de zijplaten van de gladius (schulp); t: resten van de inktzak; p: resten van het fragmocoon; a: stukjes van de alveole; r: rostrum. Afb. en gegevens naar W. Riegraf en R. Hauff, 1983 (zie literatuur).

Waarschijnlijk hebben genoemde Coleoidea een belangrijke rol in de evolutie naar de recente Coleoidea gespeeld. Daar er echter over deze groepen veel te weinig bekend is, is de evolutie ervan moeilijk te beoordelen.

Zoals gezegd beleefden de belemnieten hun bloeitijd in Jura en Krijt. Opgemerkt moet worden, dat zij in het gebied van de Tethys (o.a. het gebied dat nu door de Middellandse Zee en omringende landen wordt ingenomen) niet van jongere ouderdom dan Aptien (Onder-Krijt) gevonden zijn. In noordelijker streken, zoals Duitsland, Engeland, Skandinavië, bleven zij ook in het Boven-Krijt algemeen. Na de overgang Krijt - Tertiair was het met hen afgelopen, al vermelden sommige auteurs, dat zij ook nog in het Eoceen (Onder-Tertiair) gesignaleerd zijn.

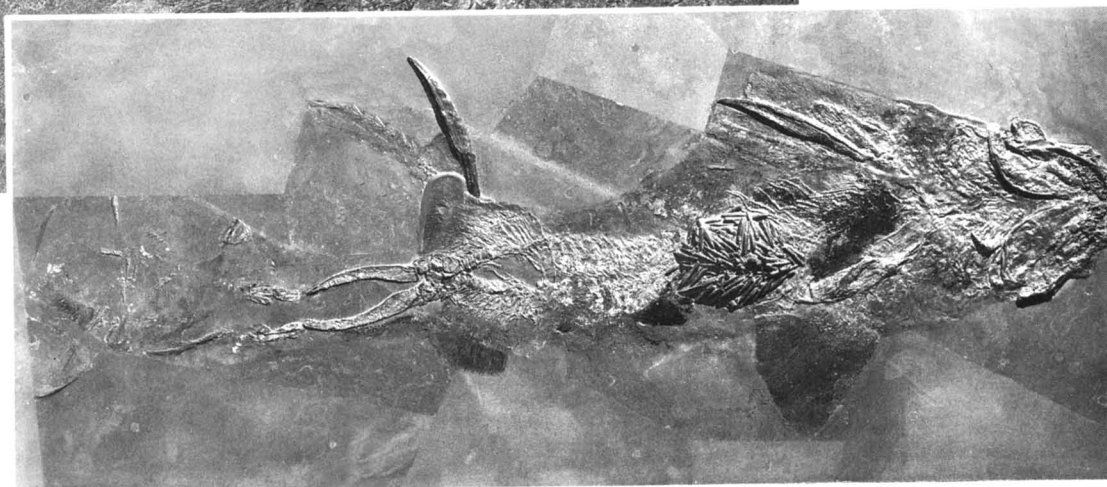
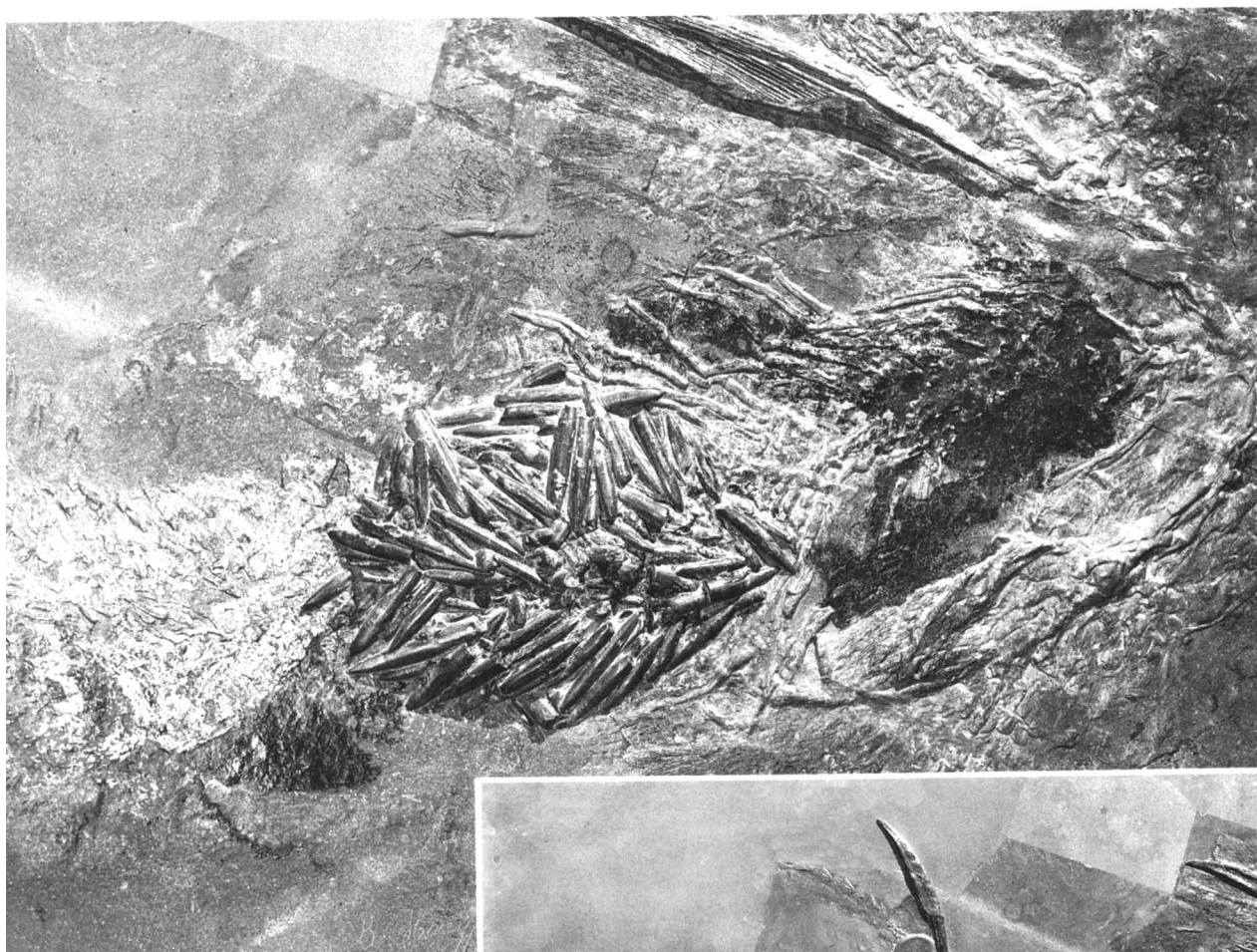
Het rostrum nader bekeken

Wie zijn gevonden belemnieten wat nader wil bestuderen en misschien ook determineren moet zich de moeite getroosten een beetje te studeren en zich op de hoogte te stellen van een aantal gangbare namen en begrippen, die bij deze fossielen gebruikt worden. Afb. A en K. Rostrum, fragmocoon en proöstracum zijn reeds genoemd. Aan het puntvormige eindpunt van het rostrum zit soms nog een extra puntje dat **mucro** genoemd wordt. In alle afbeeldingen wordt de puntvormige kant naar beneden toe weergegeven. Dit is de **apicale** kant van de belemniet of de **apex**. Aan de andere kant, bovenaan de afbeeldingen dus, vertoont het rostrum een holte voor het fragmocoon, die de **alveole** wordt genoemd. Dit is de **orale** zijde (mondzijde). De vorm van het rostrum kan, ondanks de grote overeenkomsten op het eerste gezicht, toch kenmerkend zijn. Enkele typen zijn weergegeven in afb. L.

Het is uiteraard van groot belang zoveel mogelijk complete rostra te bestuderen en exemplaren waarvan de alveole ontbreekt terzijde te leggen. Lengtemetingen van een rostrum zijn vaak weinig zinvol als er een deel van zo'n rostrum ontbreekt. Het complete rostrum (ook wel **orthorostrum** genoemd) wordt verdeeld in een **rostrum solidum** en een **rostrum cavum**. Het laatste deel bevat de alveole. Bij sommige belemnieten treedt er een soort apicale verlenging van het rostrum op, waardoor er een soort extra rostrum onder het gewone rostrum is gegroeid. Dat wordt dan een **epirostrum** genoemd, terwijl het gewone rostrum orthorostrum blijft heten. Beide zijn op dezelfde manier gebouwd maar het epirostrum is meestal veel langer. Zie bijvoorbeeld *Dactyloteuthis*, afb. 8.5 op pag. 15.

Het is mogelijk een belemnietenrostrum op verschillende hoogten in dwarsrichting door te zagen. In de meeste gevallen zal zo'n doorsnede niet volledig cirkelrond zijn. Het profiel vertoont soms een duidelijk aanwezige spleet. Die spleet bevindt zich aan de **ventrale** kant (buikzijde) van het rostrum. Daartegenover ligt de **dorsale** kant (rugzijde) en links en rechts is **lateraal** (zie afb. M, a en b). Kleine groefvormige inzinkingen, die soms aan de dorso-laterale kant aanwezig zijn, vallen soms in zo'n doorsnede pas op. Al hebben verscheidene belemnietensoorten een karakteristieke doorsnee, bij een vrij rond rostrum is het echter moeilijk de dorsale en de ventrale kant te onderscheiden. De termen dorsaal en ventraal zijn in overeenstemming met die voor de tegenwoordige inktvissen. Bij sommige soorten belemnieten loopt de ventrale spleet niet over de hele lengte van het rostrum en dan kan er een duidelijk verschil te zien zijn in op verschillende hoogten vervaardigde doorsneden (afb. M, c). Het rostrum groeide tijdens de ontwikkeling van het dier van buitenaf aan. In een dwarsdoorsnede (vooral als dat als slijpplaatje of peeling is uitgevoerd) ziet men dat de kalk laagsgewijze is afgezet. Afb. N, a en b.

Voor bepaalde determinatiemetingen zal het soms ook nodig zijn het rostrum in de lengte door te zagen of aan te



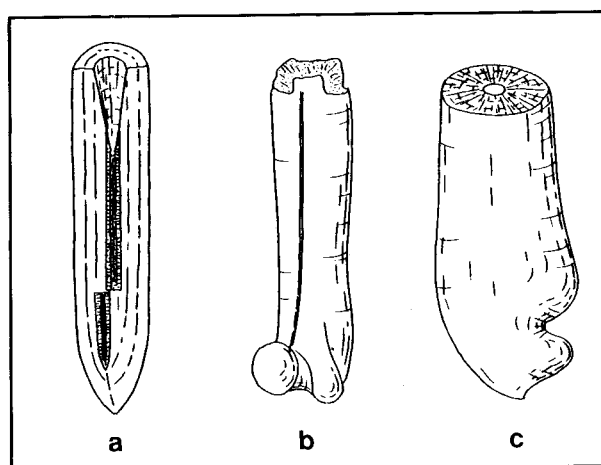
Afb. E. In overblijfsels van een haai (Hybodus hauffianus), die in het Toarcien (Onder-Jura, Σ) Holzmaden (BRD) is gevonden, zijn 200 rostra aangetroffen; onverteerbare restanten van de belemnieten die deze haai consumeerde. Te zien in het Staatliches Museum für Naturkunde te Stuttgart onder Inventarnummer 10062.

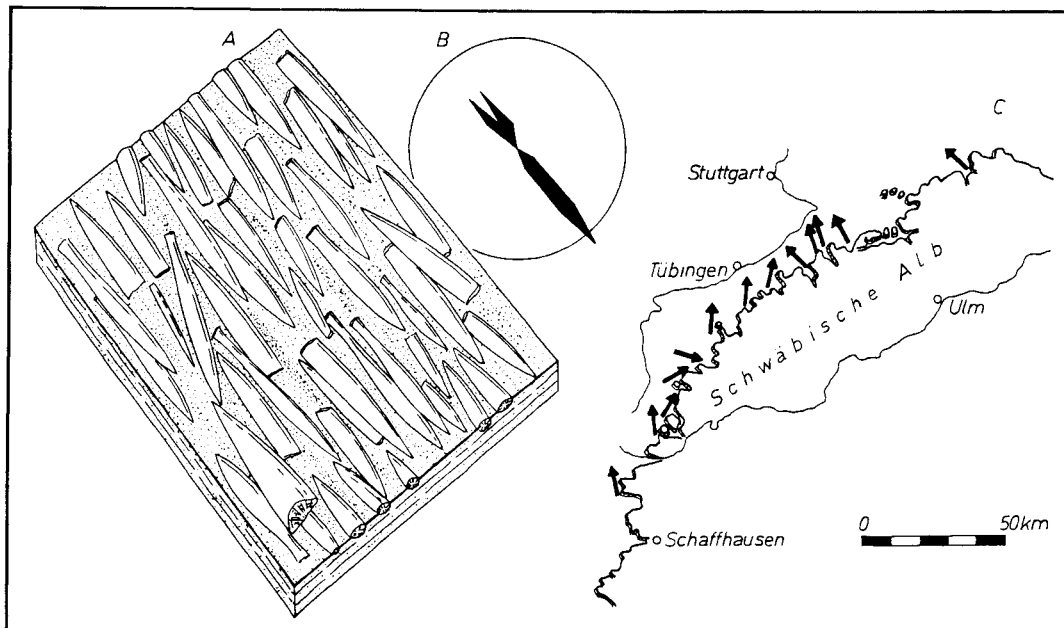
Afb. G. Stukgebeten en geregenereerde belemnietenrostra worden soms aangetroffen. a en b zijn Hibolites en c is een Duvalia. Naar O. Abel en H. Hölder.

Afb. F. Als E - complete haai met maaginhoud.

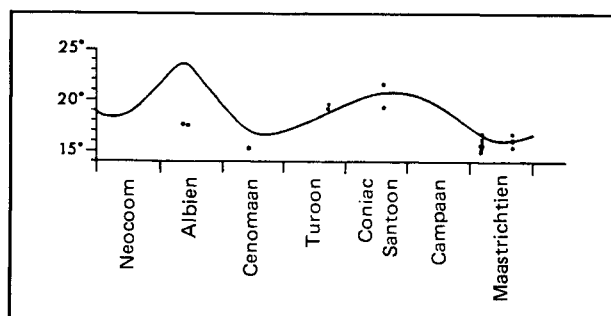
slijpen. Goede lengtedoorsneden moeten dorsoventraal worden uitgevoerd (d.w.z. van de dorsale naar de ventrale zijde). In zo'n lengtedoorsnede manifesteren de kalkafzettingen zich als groeilijnen (amfiteca). De afzonderlijke calciëtrisma's staan altijd loodrecht op deze groeilijnen. In een lengtedoorsnede komt de alveole duidelijk tevoorschijn. Afb. A en P.

Vertikaal, in het midden van de doorsnede, loopt de **apicaallijn**. Dit is een lijn, die onderin de alveole begint en naar de punt van het rostrum loopt. Niet altijd valt die lijn in een lengtedoorsnede op. Sommigen meken dat het een buisvormig kanaaltje is, anderen echter denken dat het een optisch effect is, ontstaan door de bouw van het rostrum.



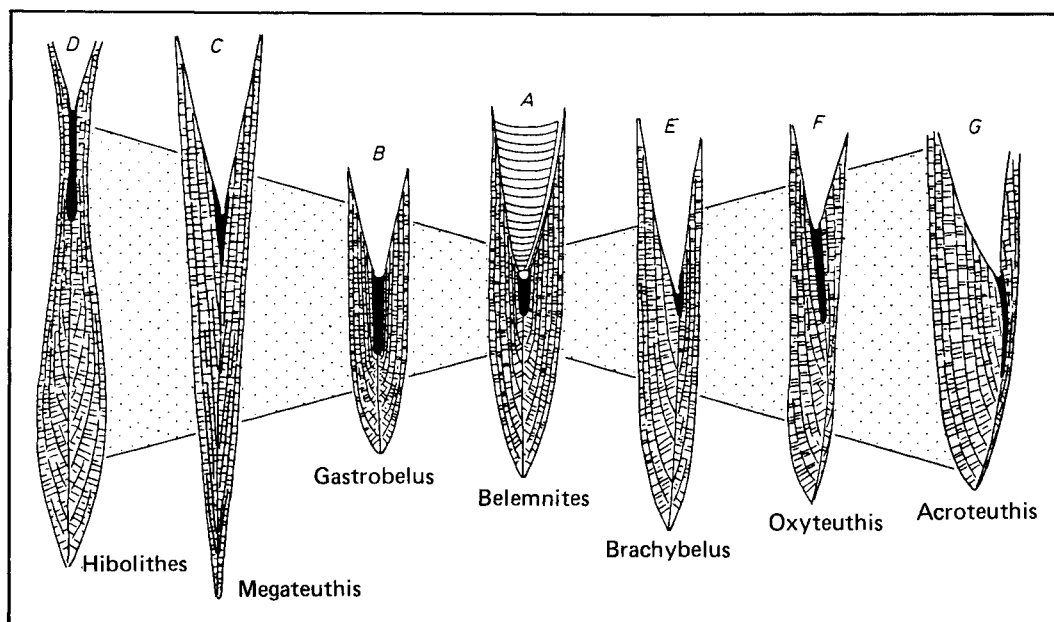


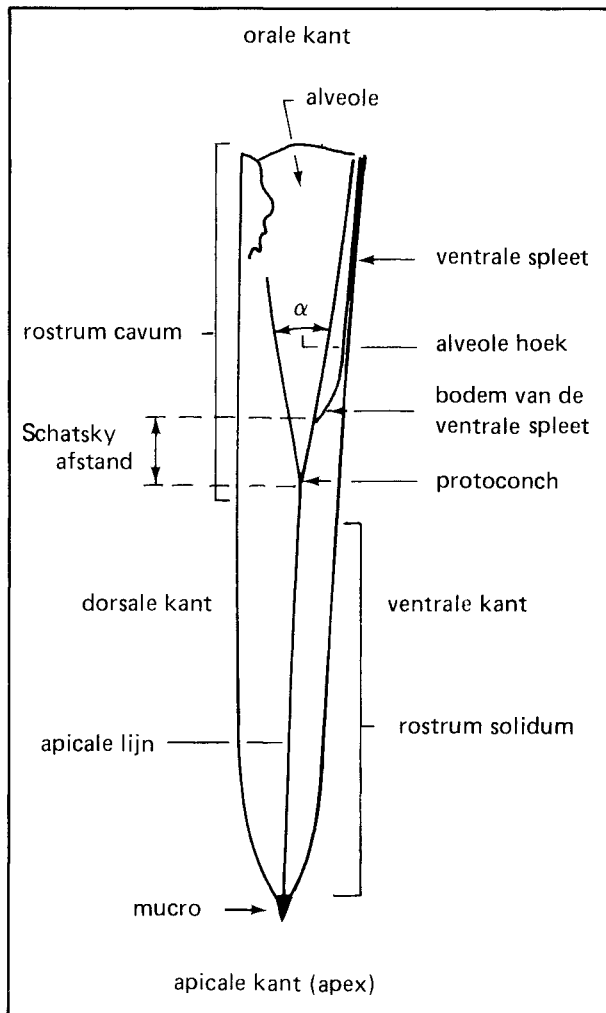
Afb. H. De stromingsrichtingen in de zee in de Onder-Jura in Zuidwest-Duitsland kunnen uit de ligging van opeenhopingen van belemnietenrostra worden gereconstrueerd; A = bijeengespoelde rostra; B = de daaruit volgende stroomrichting en C = een verzameling stroomrichtingen op de topografische kaart. (Naar Brenner, Seilacher, Geyer, Hölder en Steinhorst).



Afb. I. Het temperatuursverloop (in graden Celsius) van het zeewater van de Krijtze in Noordwest-Europa volgens de zuurstof-isotoopbepaling van belemnietenrostra. (Naar Lowenstam en Epstein).

Afb. J. Mogelijke evolutionaire veranderingen in belemnietenrostra, A en B in de Onder-Jura, C in de Midden-Jura, D in Jura-Krijt, E in de Jura, F in het Onder-Krijt en G in Boven-Jura tot Onder-Krijt. (Naar O. Abel, A. Naef en H.O. Schumann).





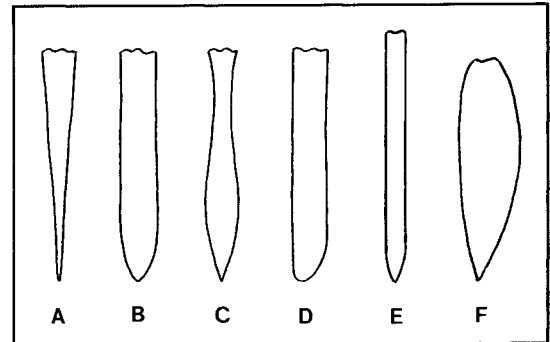
Afb. K. Een dorsoventrale doorsnede van het rostrum van een belemniet. Aan de orale kant (boven) bevindt zich een holte, de alveole, waarin het fragmocoön past. Is dit veel groter dan de alveole, dan wordt de holte pseudoalveole genoemd. Daarnaast ligt aan de ventrale kant van het rostrum een spleet. De afstand van de bodem van die spleet tot de onderkant van de alveole heet Schatzky-afstand. Vanuit de protoconch onderin de alveole begon de belemniet te groeien. De apicale lijn verbindt de protoconch met de apex, de spits van het rostrum.

De lijn markeert de opeenvolgende apexposities tijdens de groei van het rostrum. Ze kan enigszins excentrisch verlopen, kan recht zijn, of gebogen. Ook dit is een determinatiekenmerk.

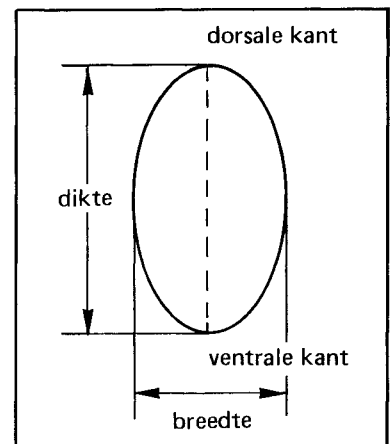
In een lengtedoorsnede kunnen allerlei interessante dingen onderzocht worden. De vorm van de alveole en zijn ligging zijn goed zichtbaar. Bij sommige soorten belemnieten is het orale deel van het rostrum niet volledig verhard. Die kant is dan convex kegelvormig, plat of ontwikkeld tot een holte die **pseudoalveole** genoemd wordt. Die naam is gekozen omdat nu het volledige fragmocoön niet meer in deze alveole-holte past, maar slechts een deel ervan, terwijl de rest ingesloten en gesteund wordt door een organische, skeletachtige substantie.

De alveole (of de pseudoalveole) is vaak niet exact symmetrisch kegelvormig. Aan de ventrale kant bevindt zich naast het fragmocoön een spleet, waarvan de bodem niet precies bij de protoconch begint maar iets meer oraal (dus hoger in de afbeeldingen). De verticale afstand van het begin van

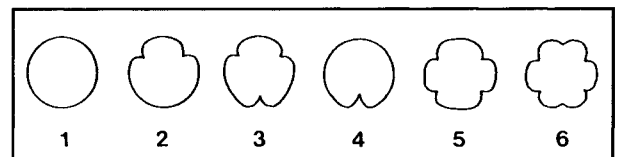
de spleetbodem tot de protoconch wordt **Schatzky-afstand** (ook wel Schatzky-index) genoemd. Deze is in een doorsnede (soms) meetbaar. De tophoek van de alveole-kegel is ook te meten zonder de belemniet door te zagen maar in een lengtedoorsnede gaat dat gemakkelijker. Afb. O. De binnenzijde van de alveole (of pseudoalveole) bestaat bij sommige soorten uit duidelijke tuberkels, die



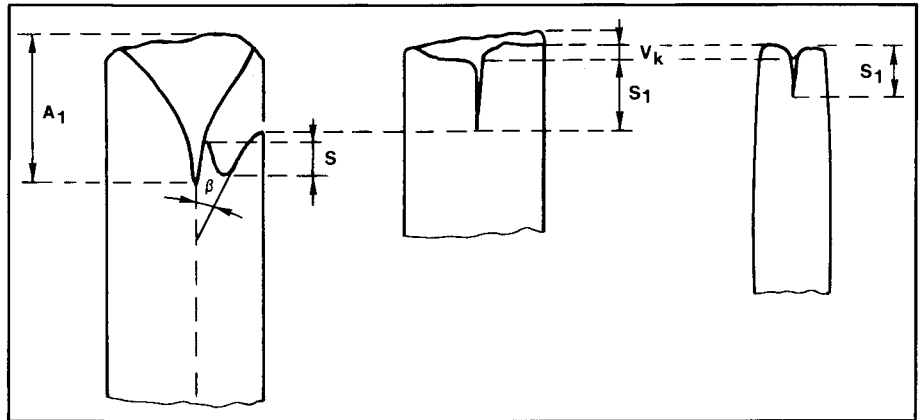
Afb. L. Typische vormen van rostra van belemnieten: A. de kegelvorm (conirostried), B. de cylinder, C. knotsvormig (clavirostried), D. vingervormig (dactylorostried), E. staafvormig en F. de sigaarvorm.



Afb. M, a. Een dwarsdoorsnede door het rostrum van een belemniet is veelal niet cirkelrond. De dikte van het rostrum is de afstand van de ventrale tot de dorsale zijde, de breedte is de laterale diameter. De gestippelde lijn (symmetrievlak) is de dorsoventrale doorsnede.



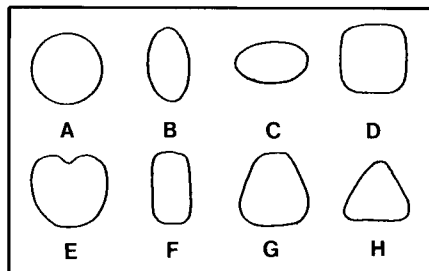
Afb. M, b. Dwarsdoorsneden door belemnietenrostra binnen het bereik van eventuele gleuven of groefjes aan de orale kant. We onderscheiden: 1. zonder gleuven, 2. met een paar dorsolaterale gleuven, 3. idem maar ook nog met een ventrale groef, 4. met alleen een ventrale groef, 5. met een paar dorso- en een paar ventrolaterale gleuven en 6. idem maar met bovendien nog een dorsale en een ventrale groef.



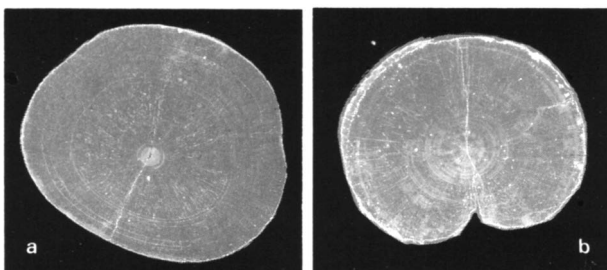
conellae genoemd worden. Soms zijn die met een witte substantie bedekt. Bij enkele soorten belemnieten is de orale zijde van het rostrum opgebouwd uit schilferachtige afbladerende delen, de **epithec**a, waardoor de alveole vaak moeilijk is terug te vinden.

De vorm van het rostrum is uiteraard een belangrijk determinatiekenmerk. In hoofdzaak onderscheiden we:

- A. de kegelvorm, een conisch rostrum;
- B. de cylinder;
- C. een knotsvormig rostrum;
- D. een vingervormig rostrum, de punt ligt asymmetrisch;
- E. de staafvorm en
- F. de sigaarvorm.



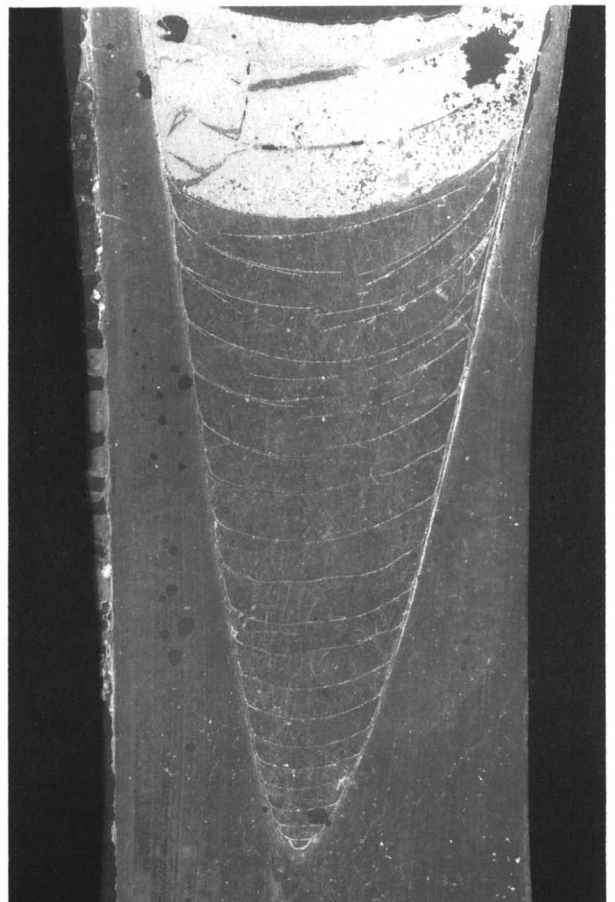
Afb. M, c. Dwarsdoorsneden door belemnietenrostra buiten het gebied van de gleuven of groefjes. We onderscheiden: A. cirkelrond, B. elliptisch, C. verbreed, D. kwadratisch, E. appel- of niervormig, F. rechthoekig, G. trapezoidaal en H. driehoekig.

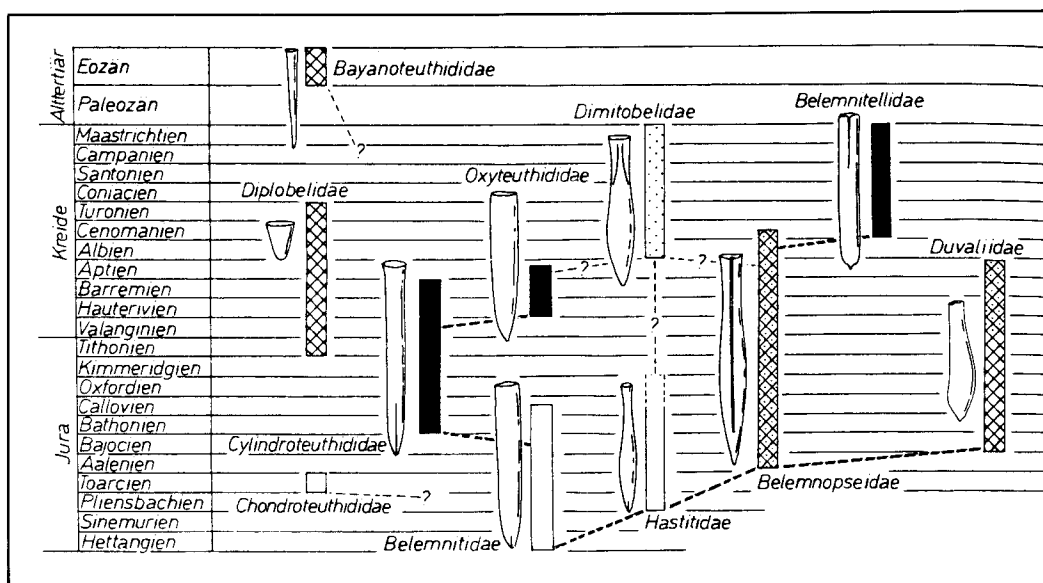


Afb. N. Peelings van dwarsdoorsneden van belemnietenrostra. a. is een doorsnede van Belemnellocomax mamillatus uit het Boven-Krijt van Zweden (Ignaberga), b. is van Belemnopsis canaliculatus uit Noord-Duitsland. De vele groeilijnen hangen samen met de leeftijd van het dier. In een dwarsdoorsnede zijn deze symmetrische groeilijnen vaak zeer mooi te zien.

Afb. O. Enkele bij zeer nauwkeurige determinaties en bij doorsneden gebruikte afkortingen voor belemnietenrostra: β = spleetbodemhoek, S_1 = spleetlengte, V_k = ventrale openingsdiepte, A_1 = diepte van de alveole, S = Schatzky-index.

Afb. P. Peeling van de alveole en het fragmococon van een belemnietenrostrum (Dactyloteuthis wrighti uit Whitby, Yorkshire, GB). In deze doorsnede zijn de kamers te zien waaruit het fragmococon is opgebouwd evenals de septa die ze van elkaar scheiden. Het zeer smalle sifokanaal (geheel rechts) verbond de kamers onderling en liet gassen en vloeistoffen passeren. Het kleine halfcirkelvormige puntje onder het fragmococon is de protoconch, de beginkamer van het jeugd stadium. Rondom het fragmococon is een deel van de alveole te zien, waar het duidelijk asymmetrisch in ligt.





Afb. Q. Mogelijke verwantschappen bij de belemnieten-families, volgens J.A. Jeletzky en G.R. Stevens. Zwart: boreaal (noordelijk); gearceerd: Tethys en randzeeën; gestippeld: indoaustralisch.

Bij een compleet rostrum is het mogelijk de **lengte** (L) te meten en de **dikte**, dat is de diameter van de dorsoventrale doorsnede (d). De **breedte** van het rostrum is de diameter van de ene zijkant naar de andere (afb. M, a). De verhouding van L en d is een vaak opgegeven determinatiekenmerk. Een ander getal dat men in de literatuur soms vindt is de verhouding van L en de diepte van de alveole (of de pseudoalveole). De uitkomst heet het **Riedel-quotiënt**. Men neemt ook wel de omgekeerde verhouding, dus diepte alveole gedeeld door L, en noemt die na vermenigvuldiging met 100 dan de **Riedel-index**. Zolang het rostrum van een belemniet volkomen glad en zonder details is moet men zich beperken tot bovenstaande kenmerken, die eventueel aangevuld kunnen worden met een serie dwars- en lengtedoorsneden. Het oppervlak van sommige soorten vertoont vlak bij de apex korte lengtegroeven, die meestal aan de ventrale kant liggen of aan weerskanten van de voorzijde (dorsolateraal). Waarschijnlijk dienden ze voor de bevestiging van spieren of pezen. Ook dorsale of ventrale groeven of diepere spleten aan de alveolezijde vormen een kenmerk voor sommige soorten. Op het rostrumoppervlak zijn in bepaalde gevallen ook **indrukken van bloedvaten** terug te vinden. De belangrijkste is een dubbele indruk aan de zijanten, meestal aan het apicale einde in de buurt van de spits.

Fragmocoon en proöstracum

Op enkele primitieve Coleoidea na bezitten alleen de belemnieten een kegelvormig fragmocoon. (Bij de recente *Sepia* hebben de harde delen een schulpachtige vorm; deze worden als "meerschium" vaak op het strand van onze kusten gevonden). Septa en wand van het belemnieten-fragmocoon bestonden uit aragoniet. Meestal is dit mineraal naderhand verdwenen, zodat het fragmocoon vaak alleen als losse steenkern gevonden wordt. Het fragmocoon is te vergelijken met de kamers van een ammoniet. Het is kegelvormig gebouwd en door **septa** in een aantal kamers (**cellae**) verdeeld. Door deze kamers loopt dicht bij

de wand aan de ventrale zijde een **sifokanaal**, dat alle kamers met elkaar verbindt. Afb. P. De kamers waren bij een levend dier ongetwijfeld met lucht gevuld en speelden een belangrijke rol bij het drijfvermogen van de belemniet. Het rostrum diende daarbij als tegenwicht. Vondsten van fragmocoon zijn schaars, maar die van een proöstracum uiterst zeldzaam. Het proöstracum is een verlenging van de fragmocoonwand, dat zich volgens de meest gangbare opvatting aan de dorsale kant bevindt. Het is slechts van enkele soorten bekend. Zie *Hibolites*, afb. 24.6, afb. A en D.

TABEL I. Systematiek van belemnieten

(naar J.A. Jeletzky en A. Naef)

Phylum	Mollusca
klasse	Cephalopoda
subklasse orde	Coleoidea Aulacocerida (bijv. <i>Aulacoceras</i>) Phragmoteuthida (bijv. <i>Phragmoteuthis</i>) Belemnitida: belemnieten Teuthida (bijv. <i>Loligo</i> : pijlintkvis) Sepiida (bijv. <i>Sepia</i> en <i>Spirula</i>) Octopida (bijv. <i>Octopus</i> en <i>Argonauta</i> , met uitwendige broedschelp v.h. wijfje)
Orde suborde familie	Belemnitida Belemnitina Belemnitidae Hastitidae Belemnoteuthidae Chondroteuthidae Cylindroteuthidae Oxyteuthidae Bayanoteuthidae
suborde familie	Belemnopseina Dimitobelidae Belemnitellidae Belemnopseidae Duvaliidae
suborde familie	Diplobelina Diplobelidae

TABEL II Overzicht Jurabelemnieten			Onder-Jura (Lias)			Midden-Jura (Dogger)				Boven-Jura (Malm)			
			α β	γ δ	ϵ ζ	α β	γ δ	ϵ	ζ	α β	γ δ ϵ ζ		
			Sinemurien	Pliensbachien	Toarcien	Aalenien	Bajocien	Bathonien	Callovien	Oxfordien	Kimmeridgien		Portlandien
1.1	Nannobelus	acutus	—	—	—								
2.1	Passaloteuthis	apicicurvata	—	—	—								
2.2		paxillosa		—	—								
2.3		elongata		—	—								
3.1	Micropassaloteuthis	fistulata		—	—								
4.1	Brachybelus	breviformis		—	—								
4.2		gingensis		—	—								
4.3		compressus		—	—								
5.1	Pachyteuthis	excentralis		—	—								
6.1	Homaloteuthis	spinata		—	—								
7.1	Acrocoelites	ilminstrensis		—	—								
7.2		oxyconus		—	—								
7.3		pyramidalis		—	—								
7.4		brevirostris		—	—								
8.1	Dactyloteuthis	wrighti		—	—								
8.2		irregularis		—	—								
8.3		incurvata		—	—								
8.4		hebetata		—	—								
8.5		semistriata		—	—								
8.6		inaudita		—	—								
9.1	Rhabdobelus	exilis		—	—								
10.1	Youngobelus	tubularis		—	—								
10.2		gigas		—	—								
11.1	Megateuthis	aalensis		—	—								
11.2		elliptica		—	—								
12.1	Pleurobelus	compressus		—	—								
13.1	Hastites	clavatus		—	—								
13.2		umbilicatus		—	—								
13.3		microstylus		—	—								
13.4		subclavatus		—	—								
14.1	Cylindroteuthis	munieri		—	—								
14.2		puzosiana		—	—								
17.1	Aulacoteuthis	harleyi		—	—								
23.1	Belemnopsis	fusiformis		—	—								
23.2		canaliculata		—	—								
23.3		bessina		—	—								
23.4		württembergica		—	—								
24.1	Hibolites	semihastatus		—	—								
24.2		hastatus		—	—								
24.3		calloviensis		—	—								
24.4		pressulus		—	—								
24.6		semisulcatus		—	—								

Indeling en determinatie

De belemnieten behoren tot de weekdieren, tot het phylum *Mollusca*. Deze enorm grote groep ongewervelde dieren wordt in een aantal klassen verdeeld, waartoe bijvoorbeeld de slakken (Gastropoda), de tweekleppigen (schelpen, Lamellibranchiata of Bivalvia) en ook de koppotigen (Cephalopoda) behoren. Tot die klasse van de *Cephalopoda* behoren naast de belemnieten ook bijvoorbeeld de ammonieten. De belemnieten behoren tot de subklasse van de *Coleoidea*. Hun skelet is inwendig of het

is gereduceerd en ontbreekt.

Zie voor de systematiek Tabel I.

Behalve ammonieten zijn ook belemnieten uitstekende gidsfossielen voor de perioden waarin ze hun bloei beleefden: Jura en Krijt. Afb. Q geeft een indruk van de verbreiding in de geologische tijden en de wereldzeeën van enkele belangrijke families.

Het juist determineren stelt de fossielenliefhebber voor een reeks problemen. Bij de determinatie van fossielen kan vaak teruggegrepen worden op de bekende "Treatise on Invertebrate Paleontology", het standaardwerk onder redactie van R.C. Moore. Helaas is het deel M, dat de

TABEL III Overzicht Krijtbelemnieten			Onder-Krijt						Boven-Krijt					
			Berriasien	Valanginien	Hauterivien	Barrémien	Aptien	Albien	Cenomaan	Turoon	Coniacien	Santoon	Campaan	Maastrichtien
15.1	Acroteuthis	subquadrata												
15.2		arctica												
16.1	Oxyteuthis	hibolitiformis												
16.2		jasikofiana												
16.3		brunsvicensiformis												
16.4		pugio												
16.5		brunsvicensis												
16.6		germanica												
16.7		depressa												
16.8		senilis												
17.1	Aulacoteuthis	harleyi												
18.1	Belemnitella	mucronata												
18.2		alpha												
18.3		praecursor												
18.4		minor												
18.5		junior												
18.6		propinqua												
19.1	Belemnella	lanceolata												
19.2		occidentalis												
19.3		casimirovensis												
20.1	Actinocamax	verus												
20.2		plenus												
20.3		primus												
20.4		lundgreni												
21.1	Gonioteuthis	westfalica												
21.2		westfalicagranulata												
21.3		granulata												
21.4		granulataquadrata												
21.5		quadrata												
21.6		quadratagracilis												
21.7		quadratascanensis												
22.1	Belemnelloamax	mammillatus												
22.2		balsvikensis												
24.5	Hibolites	jaculoides												
25.1	Neohibolites	ewaldi												
25.2		minimus												
25.3		ultimus												
25.4		wollemanni												
25.5		semicanaliculatus												
25.6		inflexus												
25.7		clavus												
25.8		subfusiformis												
26.1	Pseudobelus	pisiformis												
26.2		bipartitus												
26.3		brevis												
27.1	Duvalia	dilatata												
27.2		lata												
27.3		binervia												

subklasse Coleoidea gaat behandelen, nog steeds niet verschenen. Tussen de verschillende gidsen waarover de amateur kan beschikken blijken nogal eens verschillen te bestaan. In de loop van de tijd, bij het rijpen van nieuwe inzichten, zijn de namen herhaaldelijk gewijzigd. In het volgende hoofdstuk is geprobeerd een bruikbaar

overzicht te geven van vele van de in West-Europa voorkomende soorten belemnieten. Behalve van de beschrijvingen en de afbeeldingen zal de lezer gemak kunnen hebben van de Tabellen II en III. Wie met enige nauwkeurigheid weet, uit welke geologische tijd zijn exemplaren stammen, heeft grote kans met behulp van deze tabellen op het

spoor van het geslacht of zelfs van de soort te komen. De gegeven opsomming kon natuurlijk niet volledig zijn. Zeer zeldzame soorten zijn weggelaten, terwijl de selectie uiteraard ook persoonlijk is geweest.

Afkortingen

In het Overzicht van belemnieten in West-Europa worden verscheidene afkortingen gebruikt. De verklaring luidt als volgt.

De vorm van het rostrum is met een letter A-F aangegeven, zie afb. L.

De doorsnede is aangegeven met een letter of cijfer, zie afb. M, b of c.

De grootte van α is de alveole-hoek, zie afb. K.

De grootte van de hoek β is de spleetbodemoek, zie afb. O.

L is de lengte van het complete rostrum.

d is de dorsoventrale diameter, de dikte. Zie afb. M, a.

R_C is het rostrum cavum, zie afb. A.

R_S is het rostrum solidum, zie afb. A.

L_{max} is de maximale lengte van het rostrum volgens de literatuur.

WE: geheel West-Europa.

D: Duitsland, Dn: Noord-Duitsland en Dz: Zuid-Duitsland.

F: Frankrijk, Fn: Noord-Frankrijk en Fz: Zuid-Frankrijk.

E: Engeland.

Z: Zweden.

Nl: Nederland.

FdF: de gids Fossiles de France (zie voor complete bibliografie de literatuurlijst);

HR: het Handbuch des Fossiliensammlers van Richter;

MJ: de gids Fossilien Westfalens-Invertebraten des Jura;

MK: de gids Fossilien Westfalens-Invertebraten der Kreide;

BMF: de gids British Mesozoic Fossils;

DP: het boek "Der Posidonienschiefer".

Overzicht van belemnieten in West-Europa

Suborde Belemnitina

Familie Belemnitidae

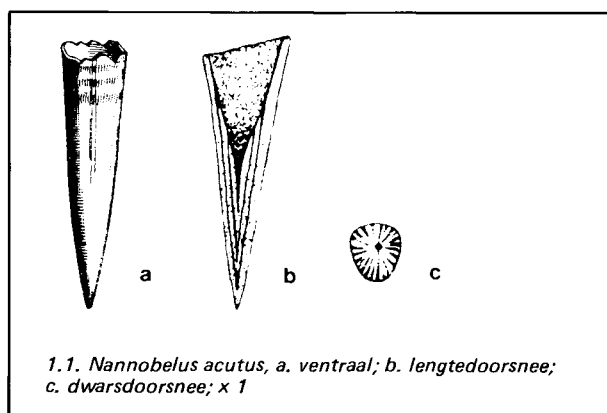
Subfamilie Passaloteuthinae

Gladde rostra zonder groeven aan de orale kant maar wel vaak duidelijke soms vage groeven aan de apicale kant en dan dorsolateraal; conische tot cilindrische rostra.

1. Genus Nannobelus. Korte kegelvormige rostra met een diepe alveole. Alleen frequent is

1.1 *Nannobelus acutus*

Vorm A, doorsnede B-H, $L/d = 4 - 5$, $\alpha = 25-27^\circ$, L_{max} ca 4 cm, $R_C/R_S = 0,67$, geen groeven, in WE in Onder-Sinemurien en zelden in Boven-Sinemurien en Onder-Pliensbachien. Werd ook wel *Nannobelus brevis* en *Proteuthis acutus* genoemd of *Coeloteuthis acutus*.



2. Genus Passaloteuthis. Cilindrische rostra met vrij duidelijke dorsolaterale groeven aan de spits.

2.1 *Passaloteuthis apicicurvata*

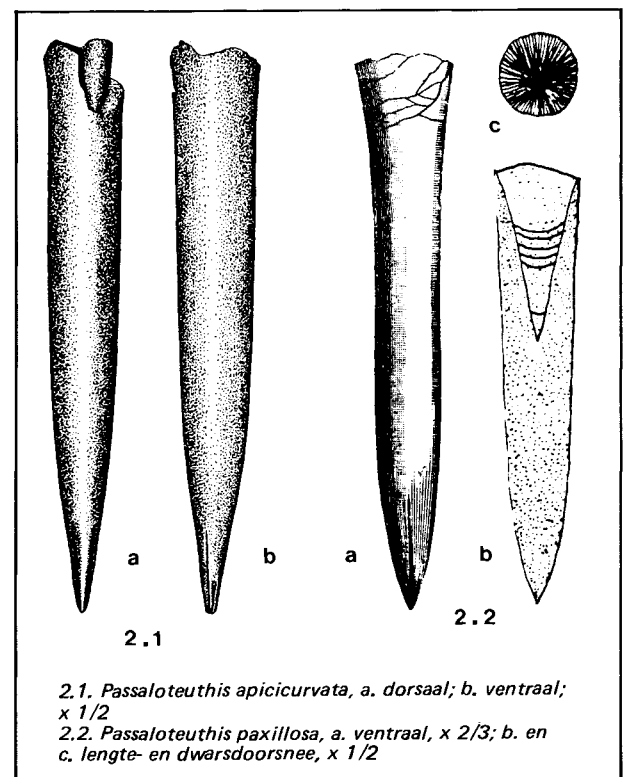
Vorm B, zeer slank, doorsnede B, $L/d = 7\frac{1}{2}$, $\alpha = 25^\circ$, $L_{max} = 6$ cm, $R_C/R_S = 0,67$, duidelijke dorsolaterale groeven, in D en E in Pliensbachien (voornamelijk in Onder-Pliensbachien).

2.2 *Passaloteuthis paxillosa*

Vorm B - F, slank met stompe spits, iets op de rug gebogen, doorsnede B, $L/d = 5$, $\alpha = 25^\circ$, $L_{max} = 20$ cm, $R_C/R_S = 0,67$, veelal 2 (soms 3) dorsolaterale groeven, in WE van Pliensbachien tot Onder-Toarcien en zeer frequent in Boven-Pliensbachien. Alveole iets excentrisch. Oudere namen: *Belemnites paxillosus* en *Passaloteuthis bruguierianus*. Zie afb. D van de inleiding!

2.3 *Passaloteuthis elongata*

Langere middelste apicale groef dan bij de vorige soort, het rostrum is dunner, $L/d = 9,2$. In heel WE in Pliensbachien (FdF blz. 126).

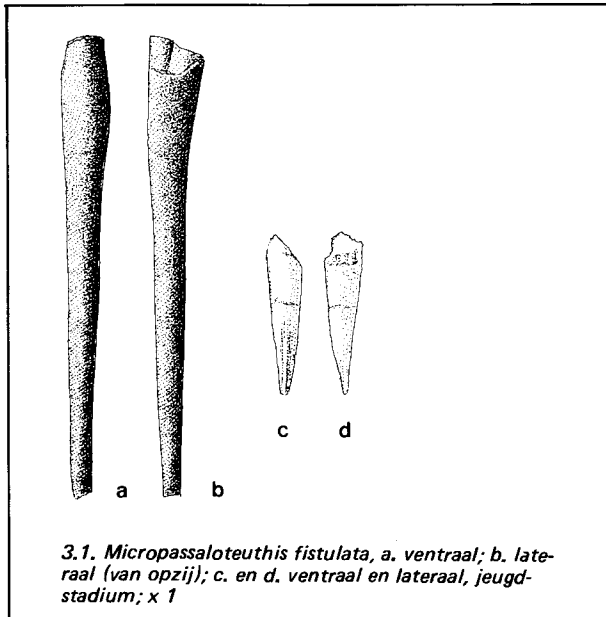


3. Genus *Micropassaloteuthis*

Zeer kort soort met lang staafvormig epirostrum uit Onder-Toarcien.

3.1 *Micropassaloteuthis fistulata*

Vorm A, doorsnede H, $L_{\max} = 4$ cm, twee dorsolaterale groefjes.



4. Genus *Brachybelus*

Korte cilindrische rostra, excentrisch gebouwd.

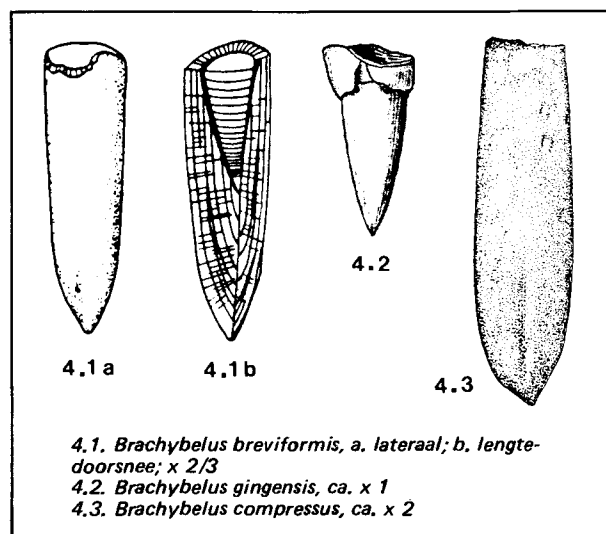
4.1 *Brachybelus breviformis*

Vorm B, doorsnede B, $L/d = 3$ à 4 , $\alpha = 30^\circ$, $L_{\max} = 5$ cm. Het cilindrische deel van het rostrum is maar kort en sterk excentrisch, de apex ligt iets van de lengteas af. De spits van de alveole is dorsaal afgebogen (excentrische apicaallijn).

Volgens HR en FdF zijn er geen groeven, volgens MJ zijn er soms vrij duidelijke dorsolaterale groeven. Komt voor in D, F en omliggende landen in Pliensbachien volgens FdF en Boven-Toarcien tot Onder-Aalenien volgens HR.

4.2 *Brachybelus gingensis*

Vorm A, doorsnede B-G, $L/d = 2\frac{1}{2}$, $\alpha = 30^\circ$, $L_{\max} = 3$ cm, R_s zeer kort, klein, ventrale en laterale kant iets afgeplat, ronde smalle ventrale zijde. Komt voor in Dz in Bajocien.



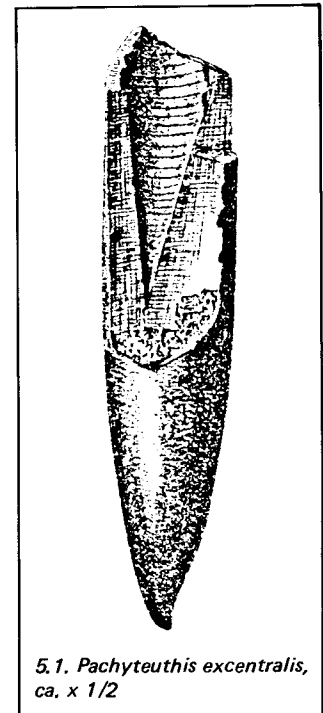
4.3 *Brachybelus compressus*

Vorm B, $L/d = 3,3$, $L_{\max} = 3$ cm, onregelmatige spits, soms verdikt, komt voor in Fz in Boven-Pliensbachien.

5. Genus *Pachyteuthis*

5.1 *Pachyteuthis excentralis*

Vorm D, doorsnede A-B, $L/d = 4\frac{1}{2}$ -5. In heel WE in Oxfordien. Oudere namen: *Belemnites abbreviatus*, ook *Belemnites excentricus*.

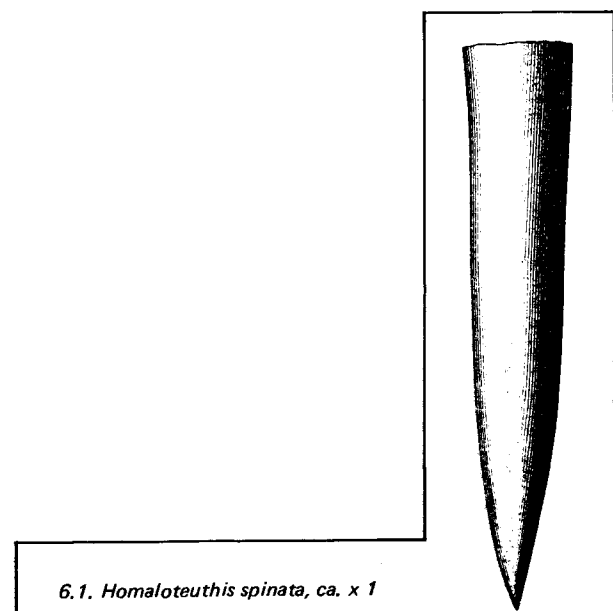


Subfamilie Tripartinae
Rostra met twee dorsolaterale groeven en één ventrale.

6. Genus *Homaloteuthis*

6.1 *Homaloteuthis spinata*

Vorm B, $L/d = 5$. Volgens Fraas is dit een veel voorkomende soort in D in het Boven-Aalenien.



7. Genus *Acrocoelites*

7.1 *Acrocoelites ilminstrensis*

Vorm A-E, doorsnede B, zeer frequent in Toarcien, middelgroot en slank. Twee zwakke laterale groefjes en een scherpe ventrale. In D en E.

7.2 *Acrocoelites oxyconus*

Vorm meer A dan vorige en lateraal meer gecompriemd. Ventrale groef soms tot over de helft van het rostrum. In Toarcien in D.

subgenus *Odontobelus*

7.3 *Acrocoelites (Odontobelus) pyramidalis*

Vorm A, doorsnede A, $L/d = 5$, $L_{\max} = 8$ cm, duidelijk tripartiet, maar de beide dorsolaterale groefjes zijn soms sterker dan de ventrale, R_C betrekkelijk lang, alveole holte excentrisch gelegen. Zeer frequent, hiervan zijn meer dan 200 in een haaienmaat gevonden (afb. E en F). In heel WE in Toarcien.

7.4 *Acrocoelites (Odontobelus) brevirostris*

Vorm A, zeer klein, vogelsnavelvormig, $\alpha = 30^\circ$, $L/d = 2$, $L_{\max} = 3$ cm, $R_C > R_S$. Het gehele rostrum is slechts een kalkachtig omhulsel van het fragmocoön. Duidelijke dorsolaterale groefjes en een zwakke ventrale groef aan de spits. De alveole ligt iets excentrisch aan de ventrale kant. Komt voor van Boven-Toarcien tot Onder-Aalenien. In FdF komt voor *Acrocoelites tripartitus*, een soort die nooit duidelijk is gedefinieerd (volgens DP).

8. Genus *Dactyloteuthis*

Vingervormige rostra, zijdelings afgevlakt met stompe spits.

8.1 *Dactyloteuthis wrighti*

Slank, vorm A-D, doorsnede B, $\alpha = 23^\circ$, $L/d = 7\frac{1}{2}$, $L_{\max} = 10$ cm, zwakke dorsolaterale groefjes bij de spits, langere

ventrale groef. In D en Fz in Onder-Toarcien.

8.2 *Dactyloteuthis irregularis*

Vorm D, doorsnede G, $L/d = 5$, $L_{\max} = 8$ cm, vrij afgeronde spits, zijdelings sterk gecompriemd, scherpe korte ventrale groefjes ook in de spits, diepe alveole, zwak tegen de ventrale zijde gekromd. Oude naam: *Belemnites digitalis* en *Dactyloteuthis digitalis*. In F en D in Toarcien.

8.3 *Dactyloteuthis incurvata*

Vorm A-D, doorsnede B, $L/d = 4$, $L_{\max} = 5$ cm, $\alpha = 28^\circ$, sterk gecompriemd, spits excentrisch met daar een duidelijke ventrale groef en soms nog korte onduidelijke dorsolaterale groefjes. In D en Fz in Onder-Toarcien. Spits dan 8.2.

8.4 *Dactyloteuthis hebetata*

Vorm A-D, doorsnede B, $L/d = 4$, $L_{\max} = 5$ à 6 cm, rostra kort, in Dn in Toarcien.

Subgenus *Cuspoteuthis*

8.5 *Dactyloteuthis (Cuspoteuthis) semistriata*

In jeugd stadium als 8.2 maar slanker met fijne lengtestrepen op de spits, later zeer lang epistrofum met lengtestrepen en puisten.

Subgenus *Catateuthis*

8.6 *Dactyloteuthis (Catateuthis) inaudita*

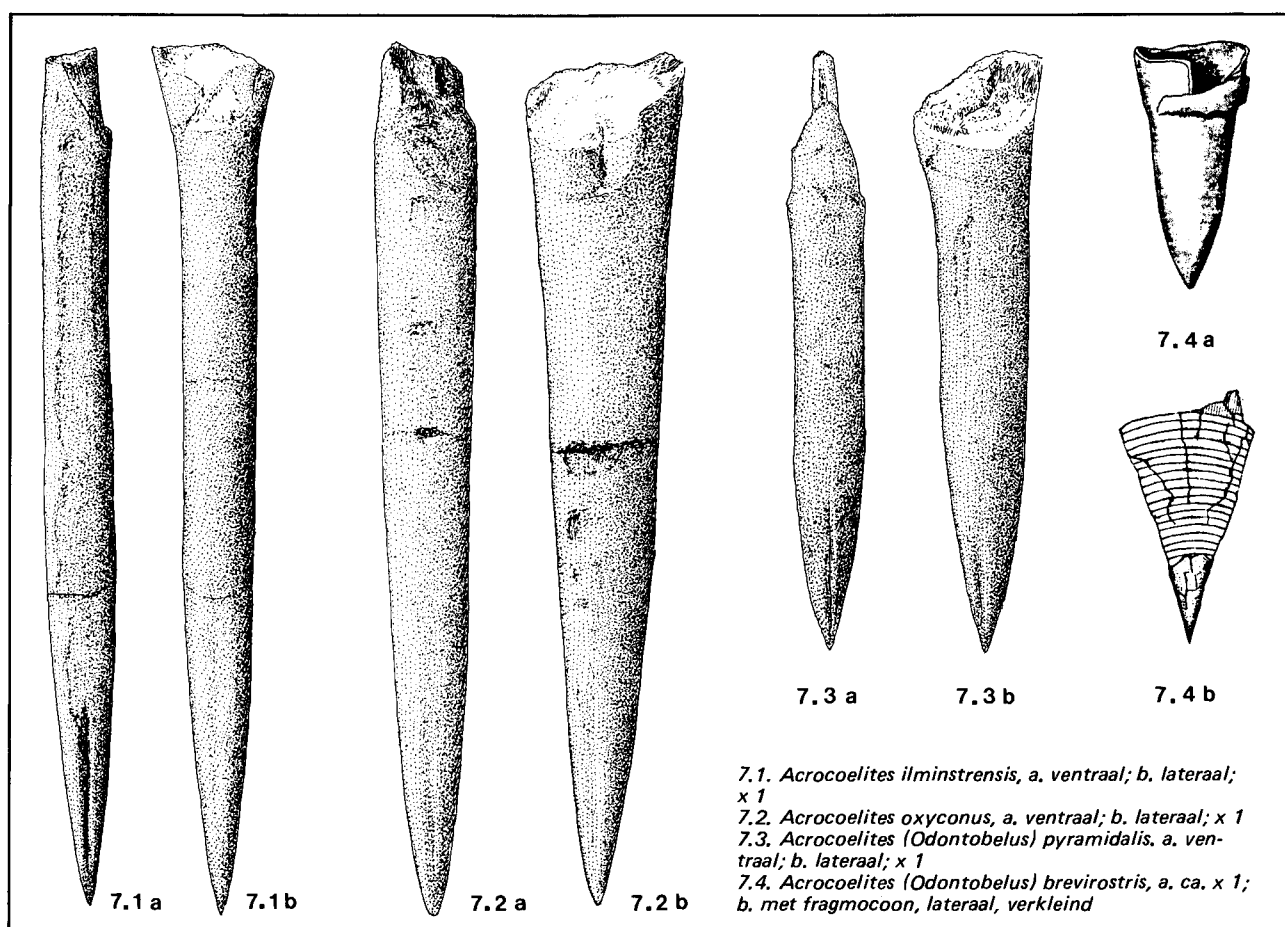
Vorm E met lichte verdikking achter de spits. Beide dorsolaterale groefjes tweemaal zo lang als de ventrale groef en dieper.

9. Genus *Rhabdobelus*

Staaformige rostra.

9.1 *Rhabdobelus exilis*

Vorm E, doorsnede 2-D-A, bij de alveole kwadratisch, verder rond. Sterke dorsolaterale groeven over het gehele rostrum, $L/d = 15$, $L_{\max} = 7$ cm. Toarcien.

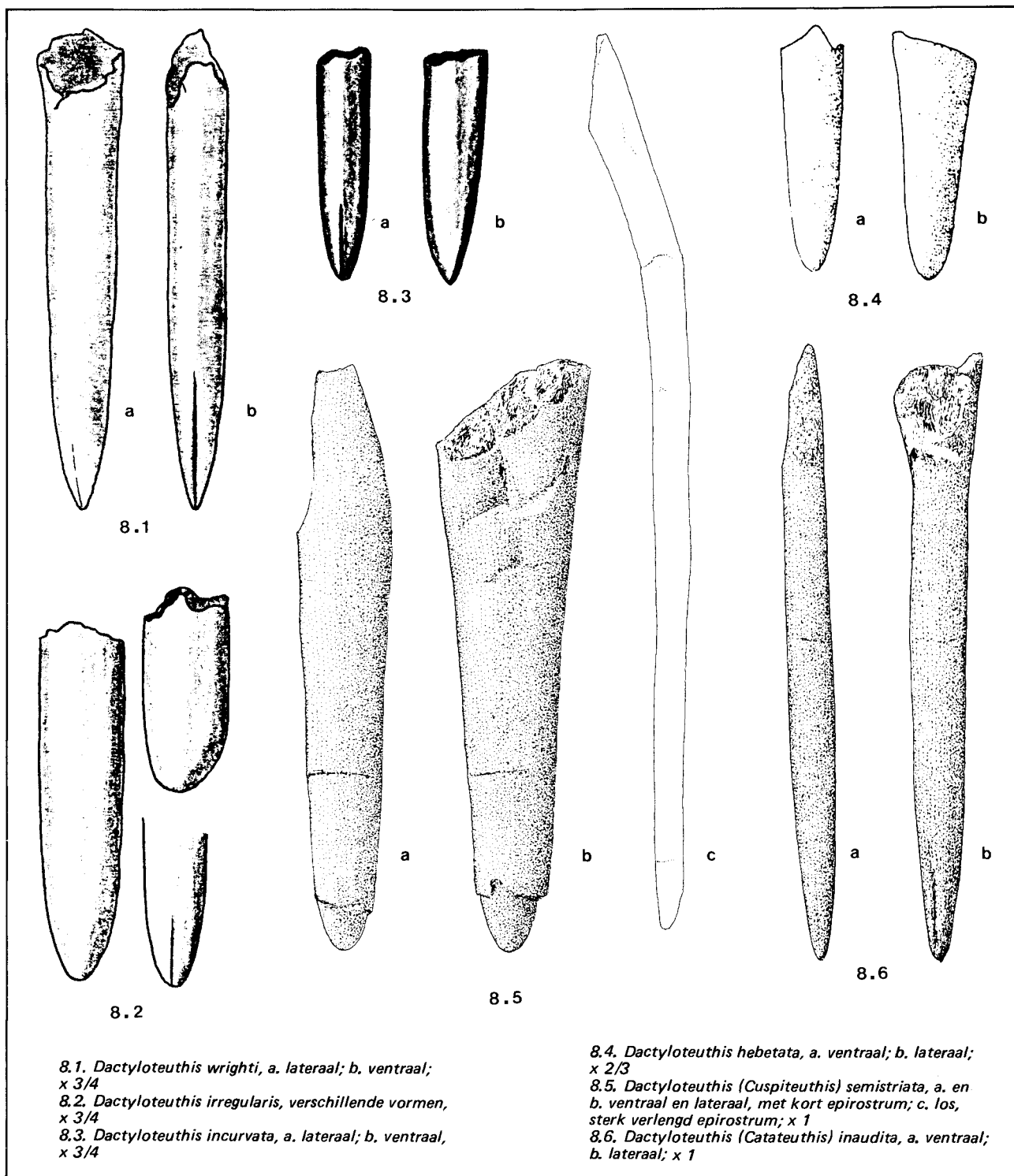


7.1. *Acrocoelites ilminstrensis*, a. ventraal; b. lateraal; x 1

7.2. *Acrocoelites oxyconus*, a. ventraal; b. lateraal; x 1

7.3. *Acrocoelites (Odontobelus) pyramidalis*, a. ventraal; b. lateraal; x 1

7.4. *Acrocoelites (Odontobelus) brevirostris*, a. ca. x 1; b. met fragmocoön, lateraal, verkleind



10. Genus *Youngobelus*

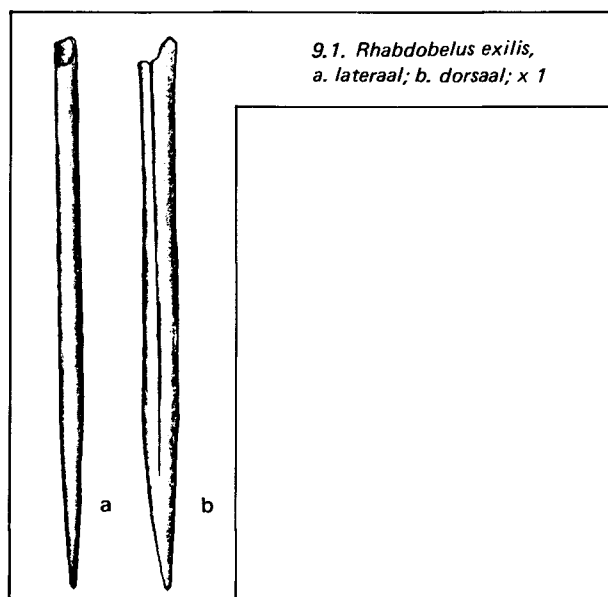
Lange staafvormige belemnieten.

10.1 *Youngobelus tubularis*

Zeer slank, vorm E, doorsnede A, $\alpha = 25^\circ$, $L/d = \geq 20$, $L_{\max} = 22$ cm, ventrale groef bij de spits en soms ook zwakke laterale groefjes. Bij de alveole meer gecompri-meerd. Andere namen: *Cuspoteuthis tubularis* (in BMF) en ook *Salpingoteuthis tubularis*. Doorsnede ≤ 1 cm. In Toarcien.

10.2 *Youngobelus gigas*

Vorm E, doorsnede A, $L/d = 10$ à 13 , $L_{\max} = 20$ cm. Apex met longitudinale strepen en drie groeven, een ventraal en twee dorsolateraal. Het rostrum is verdeeld in een gecompri-meerd orthorostrum en een veel langer buisvormig epirostrum. Daar het laatste vaak afbreekt wordt dan alleen het eerste gevonden. Heet ook *Salpingo-teuthis acuaris*. In Toarcien.



9.1. *Rhabdobelus exilis*,
a. lateraal; b. dorsaal; x 1

11. Genus Megateuthis

Grote rostra met ovale doorsnede, dorsolaterale en ventrale groeven.

11.1 *Megateuthis aalensis*

Een orthorostrum en een epirostrum met een trapvormige overgang. Het orthorostrum lijkt op een dikke *Passaloteuthis paxillosa*, afb. 2.2, en als het 15 cm lang is ontwikkelt zich een spits epirostrum dat tweemaal zo lang kan worden en soms aan de spits van groefjes voorzien is. Doorsnede B, $\alpha = 23^\circ$, Midden-Bajocien tot Bathonien.

11.2 *Megateuthis elliptica*

In veel boeken ook voorkomend onder de naam *Megateuthis giganteus*.

Slanke belemniet, vorm B, doorsnede B, $L/d = 5$ à 6 , zeer lang tot 50 cm, drie tot vier zwakke groefjes op de spits. In heel WE in Bajocien tot Bathonien. Men heeft wel eens gedacht aan een geslachtsdimorfie tussen 11.1 en 11.2.

Familie Hastitidae

Knotsvormige, sigaarvormige of cilindrische rostra met een vanaf het uiteinde van de alveole uitgaande korte groef of spleet (ventraal)

12. Genus Pleurobelus

12.1 *Pleurobelus compressus*

Vorm F, doorsnede B-D, $L/d = 4$ tot 6 . Dorsaal gecompriëerd. Knotsvormig met dikke steel en klein, $L_{\max} = 2,2$ cm. Overal in WE in Boven-Pliensbachien.

13. Genus Hastites

Kleine slanke knotsvormige rostra.

13.1 *Hastites clavatus*

Vorm C, doorsnede 4-A, $L/d = 10$, $L_{\max} = 8$ cm, veelal veel kleiner, sterk variabel, vaak zeer dunne steel en geen groefjes, maar vaak zeer duidelijke lengtelijnen opzij. In heel WE in Boven-Pliensbachien, zeer frequent in Dz. (belemnietenkerkhoven).

13.2 *Hastites umbilicatus*

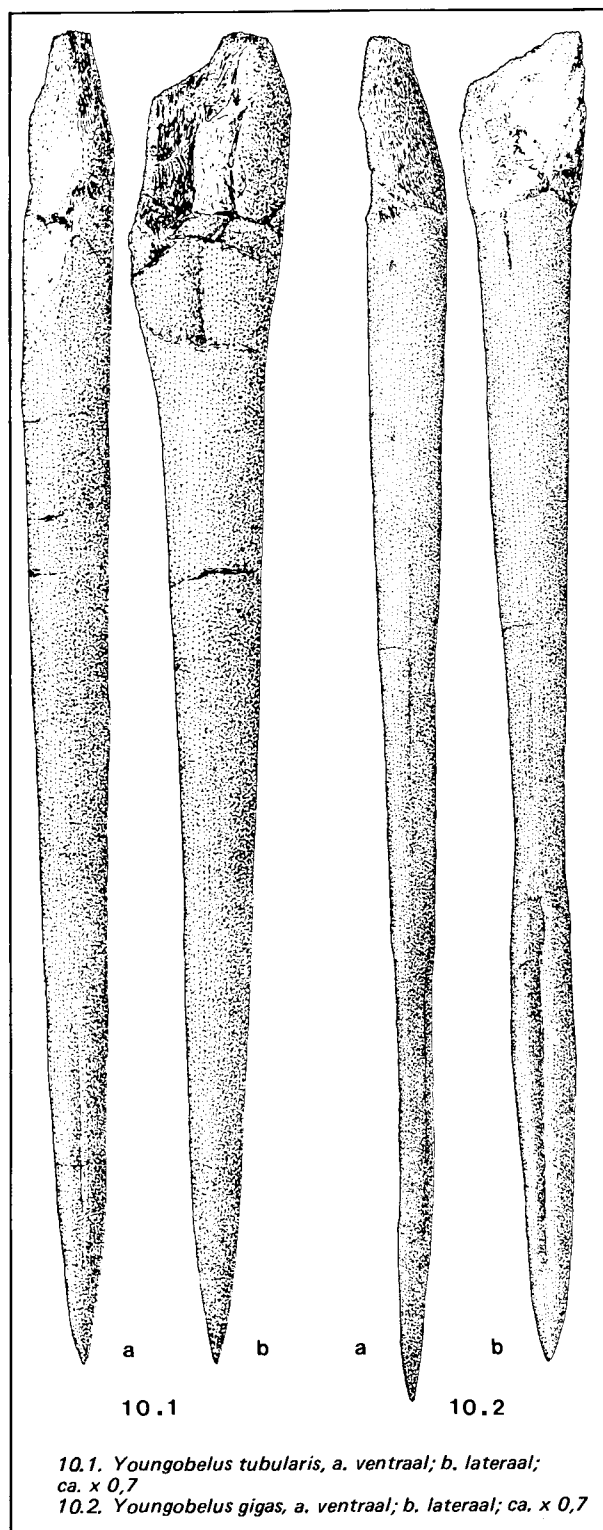
Vorm C, doorsnede A, $L/d = 7$, $L_{\max} = 8$ cm. Dikker en minder knotsvormig dan 13.1 en geen zijlijnen. In heel WE in het Pliensbachien.

13.3 *Hastites microstylus*

Vorm C, doorsnede 4-A, $L/d = 11$, $L_{\max} = 8$ cm, zeer lang en slank met soms spits apex. De alveole loopt door tot de knotsvormige verdikking. Zeer frequent in Dn in Onder-Pliensbachien.

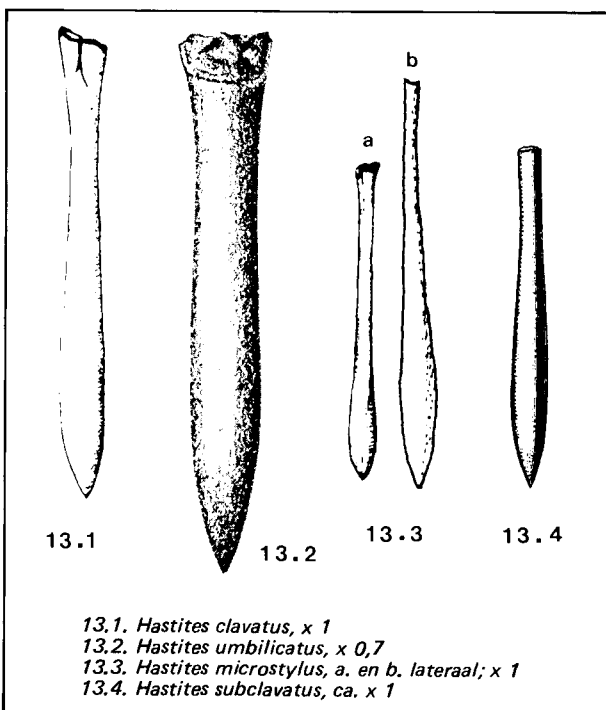
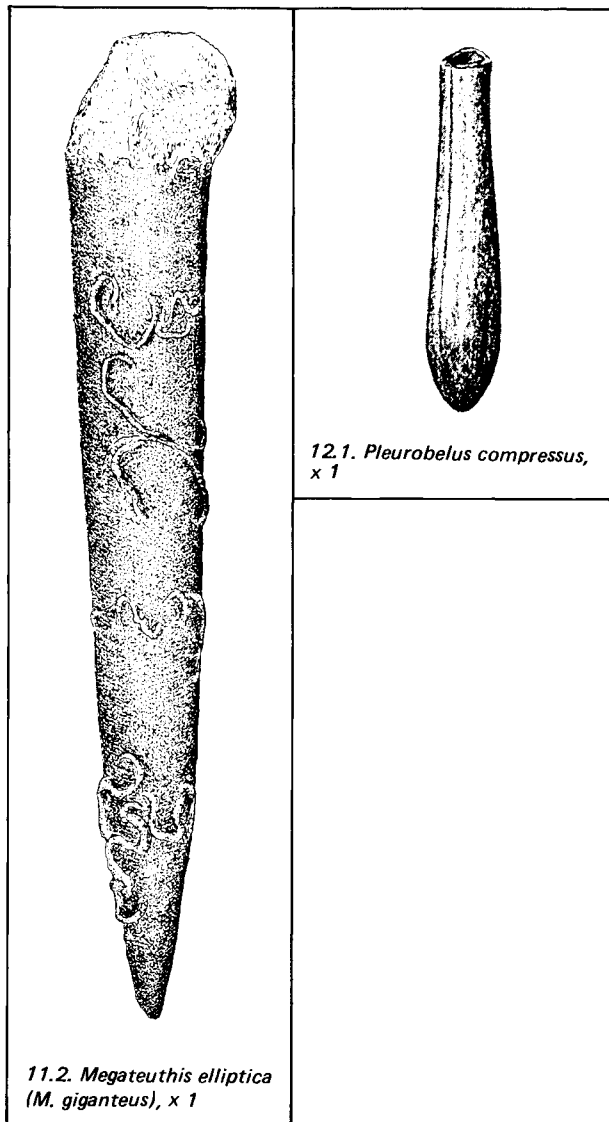
13.4 *Hastites subclavatus*

Vorm C, doorsnede 4-A, $L/d = 10$, $L_{\max} = 12$ cm, langer en slanker dan 13.1 en iets hoger voorkomend in het Boven-Pliensbachien. Volgens sommigen ook duidelijke zijlijnen.



10.1. *Youngobelus tubularis*, a. ventraal; b. lateraal;
ca. x 0,7

10.2. *Youngobelus gigas*, a. ventraal; b. lateraal; ca. x 0,7



Familie Belemnoteuthidae
Bijzondere groep belemnieten bestaande uit fragmocoon met daaromheen een zeer dun kegelvormig rostrum als een soort schil.

Familie Chondroteuthidae
Wordt hier niet nader besproken.

Familie Cylindroteuthidae

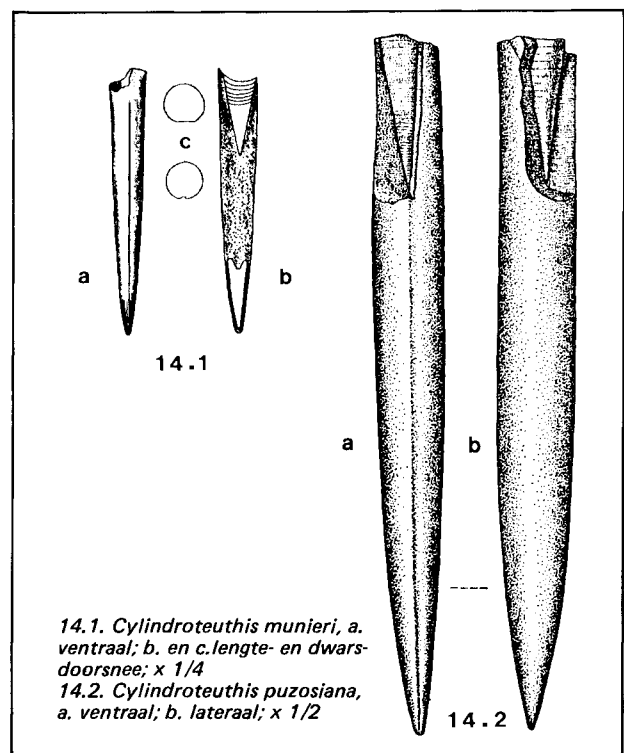
14. Genus *Cylindroteuthis*

14.1 *Cylindroteuthis munieri*

Slank, vorm B, doorsnede rondachtig, spits iets afgebogen. L_{max} tot 14 cm. Krachtige ventrale groef over bijna het gehele rostrum. In WE in Bajocien.

14.2 *Cylindroteuthis puzosiana*

Praktisch gelijk aan 14.1, echter geen afgebogen spits. In D en E in Callovien en Oxfordien.



15. Genus *Acroteuthis*

15.1 *Acroteuthis subquadrata*

Vorm A, doorsnede D tot F, soms mucro, diepe alveole, dikwandig, α klein, $L/d = 4\frac{1}{2}$, $L_{max} = 9$ cm, van de spits uitlopende ventrale groef. In D en E (Yorkshire) in Valanginien.

15.2 *Acroteuthis arctica*

Als 15.1 maar slanker, $L/d = 5\frac{1}{2}$ en langer. Komt in Dn voor in Onder-Valanginien.

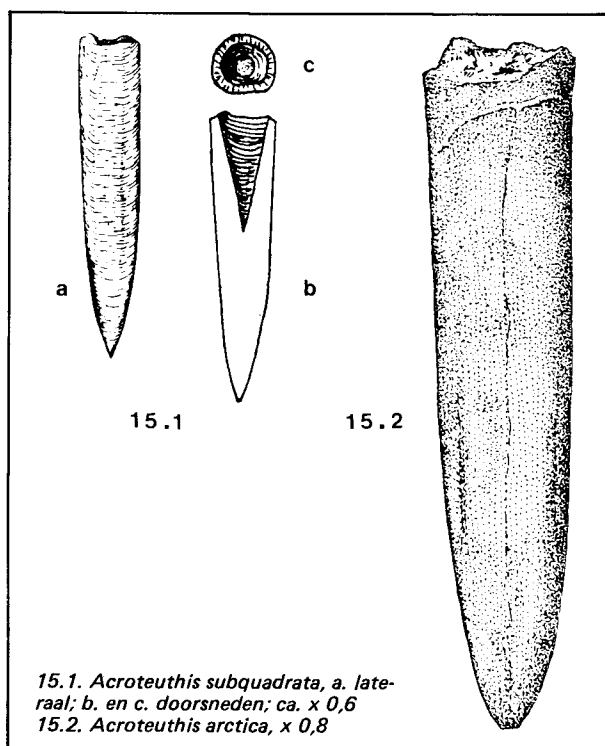
Familie Oxyteuthidae

16. Genus *Oxyteuthis*

Stevige cilindervormige rostra met soms lange zijlijnen en groeven. De bekendste van dit genus is

16.5 *Oxyteuthis brunsvicensis*

Vorm B, doorsnede ongeveer A, $L/d = 5,3$, $L_{max} = 15$ cm. Zwakke zijlijnen, die bij oudere individuen verdwijnen. Diepe alveole, α klein. In heel WE in Barremien. Er zijn nog vele andere soorten, zie de afbeeldingen:



- 16.1 *Oxyteuthis hibolitiformis*. Komt voor in Dn.
 16.2 *Oxyteuthis jasikofiana*, idem.
 16.3 *Oxyteuthis brunsvicensiformis*, idem.
 16.4 *Oxyteuthis pugio*, idem.
 16.6 *Oxyteuthis germanica*, idem.
 16.7 *Oxyteuthis depressa*, idem.
 16.8 *Oxyteuthis senilis*, idem.

17. Genus *Aulacoteuthis*

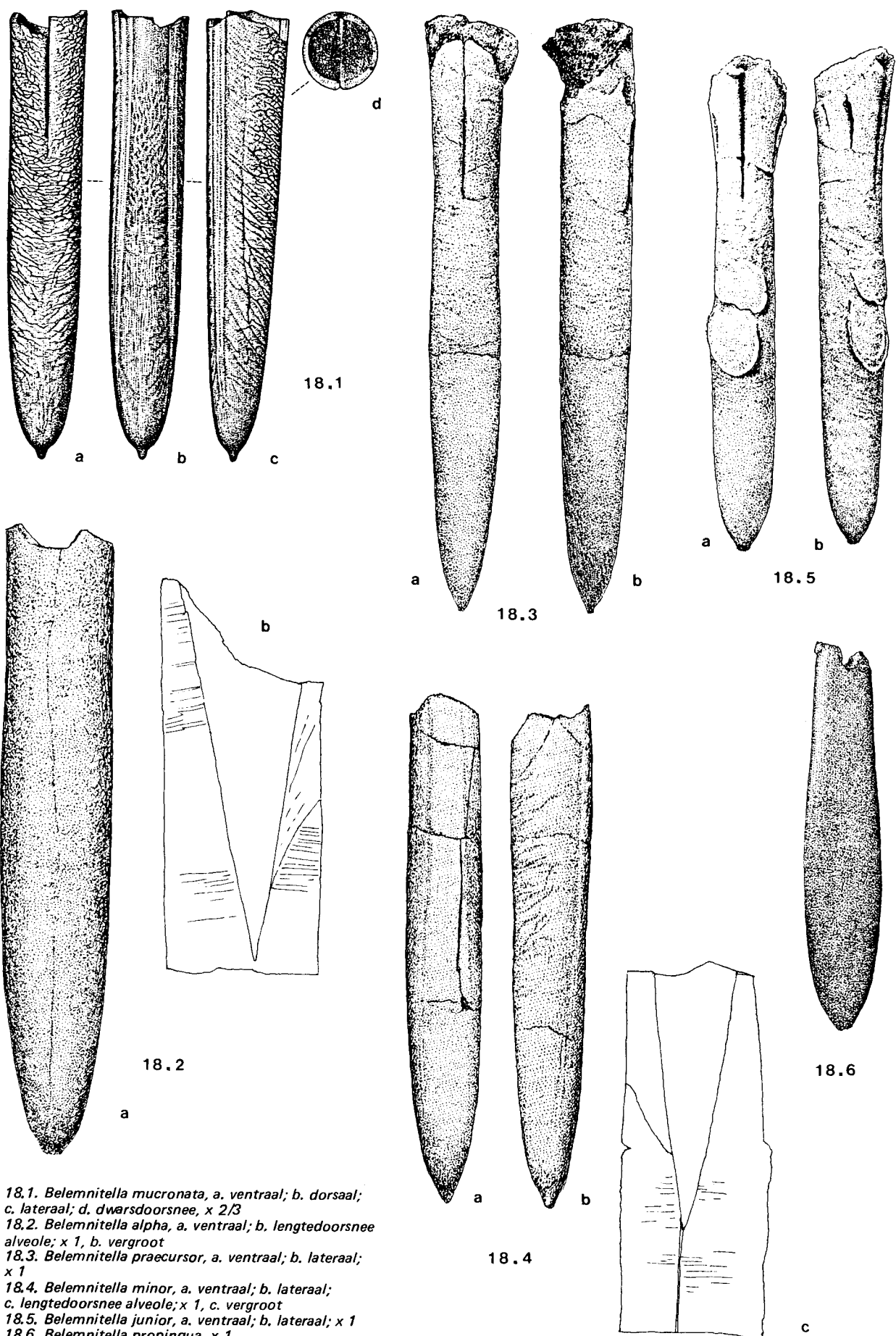
17.1 *Aulacoteuthis harleyi*

Spleet over het gehele rostrum. Verder als 16. In D en F in Toarcien.

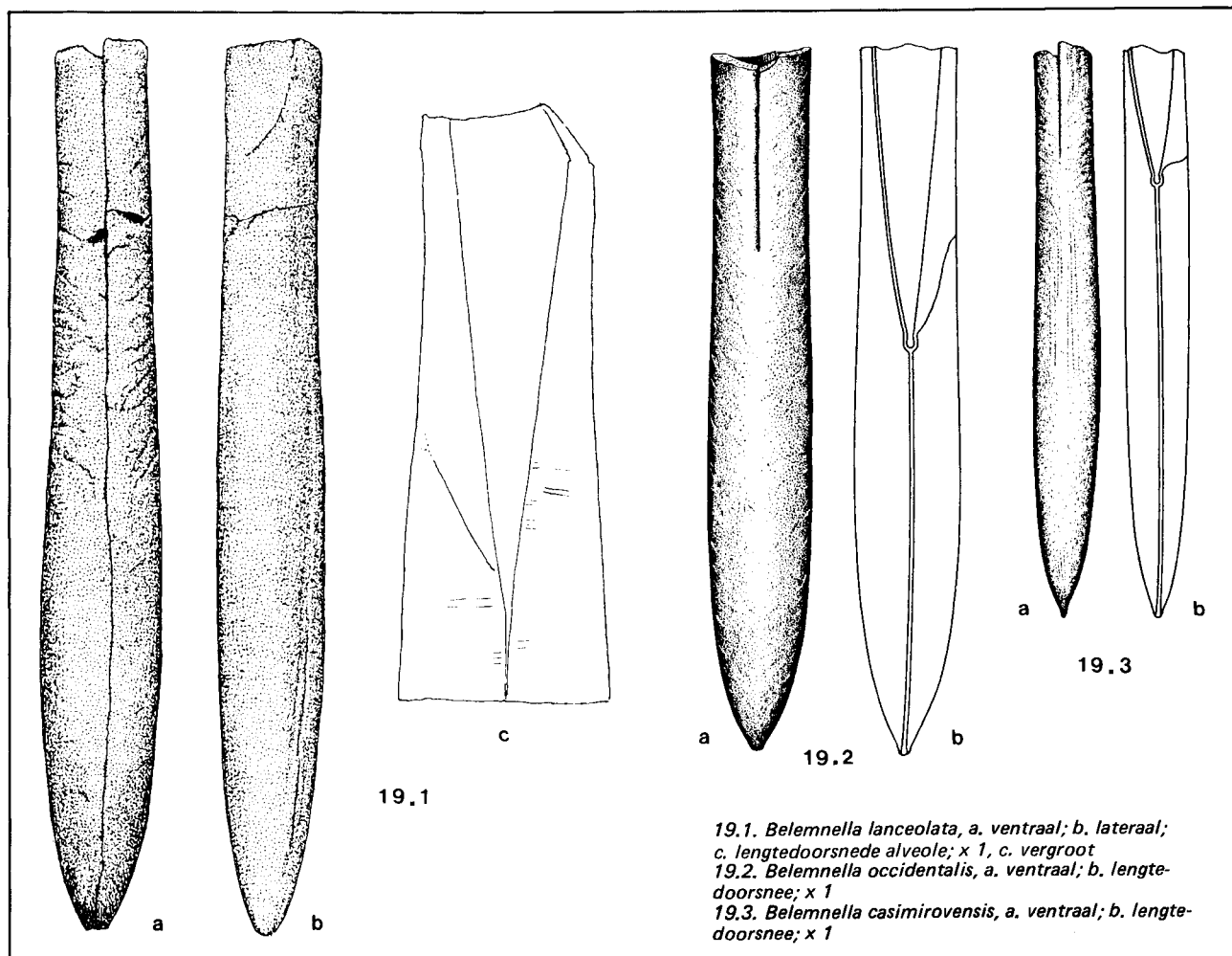
17.1. *Aulacoteuthis harleyi*, x 1, zie ook afb. 16



16.1. <i>Oxyteuthis hibolitiformis</i> 16.2. <i>Oxyteuthis jasikofiana</i> 16.3. <i>Oxyteuthis brunsvicensiformis</i> 16.4. <i>Oxyteuthis pugio</i>			16.5. <i>Oxyteuthis brunsvicensis</i> 16.6. <i>Oxyteuthis germanica</i> 16.7. <i>Oxyteuthis depressa</i> 16.8. <i>Oxyteuthis senilis</i>			Zonering van een gedeelte van het Onder-Krijt in NW-Duitsland en evolutie van het geslacht <i>Oxyteuthis</i> (naar G. Ernst).					
OBER-HAUTERIVE			B A R R E M E						A P T		
o b e r e s			U n t e r		Mittel	O b e r					
Zone der <i>O. brunsvicensiformis</i> und <i>O. jasikofiana</i> (LAHUSEN)			Zone der <i>O. pugio</i> STOLLEY		Zone der <i>O. brunsvicensis</i> (v. STROMBECK)	Zone der <i>O. germanica</i> STOLLEY				Zone der <i>O. depressa</i> STOLLEY	<i>O. senilis</i> STOLLEY (kein Zonen - Leitfossil)
16.1 16.2 16.3			16.4		16.5	16.6 16.7				16.8	



18.1. *Belemnitella mucronata*, a, ventraal; b, dorsaal;
c, lateraal; d, dwarsdoorsnee, x 2/3
18.2. *Belemnitella alpha*, a, ventraal; b, lengtedoorsnee
alveole; x 1, b, vergroot
18.3. *Belemnitella praecursor*, a, ventraal; b, lateraal;
x 1
18.4. *Belemnitella minor*, a, ventraal; b, lateraal;
c, lengtedoorsnee alveole; x 1, c, vergroot
18.5. *Belemnitella junior*, a, ventraal; b, lateraal; x 1
18.6. *Belemnitella propinqua*, x 1



Familie Bayanoteuthidae
 Komt niet in Noordwest-Europa voor

Suborde Belemnopseina
 Familie Dimitobelidae
 Komt niet in Eurpa voor

Familie Belemnitellidae

18. Genus Belemnitella

18.1 *Belemnitella mucronata*

Vorm B, doorsnede A, met mucro, duidelijke alveole spleet, die betrekkelijk hoog inzet (Schatzky-index 5 à 8 mm). Twee dorsolaterale lijnen en diepe alveole, $\alpha = 14^\circ$, $L/d = 6\frac{1}{2}$, $L_{max} = 15$ cm, korte ventrale spleet, betrekkelijk frequent in WE in Campaan en Onderste Maastrichtien.

18.2 *Belemnitella alpha*

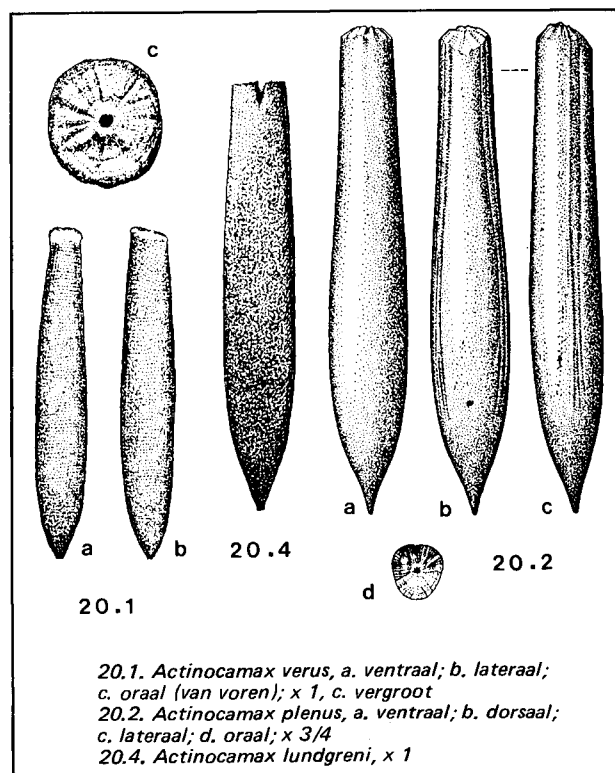
Ventraal afgeplat rostrum, meestal geen of haast geen mucro, $R_C/R_S = 1$, kleinere Schatzky-index dan 18.1. In D, E en Z in Onderste Onder-Campaan.

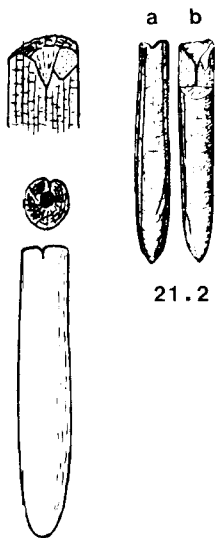
18.3 *Belemnitella praecursor*

Minder stevig rostrum en kleiner dan 18.2 maar overigens vrijwel gelijk. Komt o.a. voor in Halembaye in België in Onderste Onder-Campaan.

18.4 *Belemnitella minor*

Rostrum lang en ventraal gering afgeplat, slecht ontwikkelde mucro, $R_C/R_S = 1$, β is groot. Komt in Zuid-Zweden voor in het Onder-Campaan, maar volgens Christensen is de soort niet duidelijk gedefinieerd.

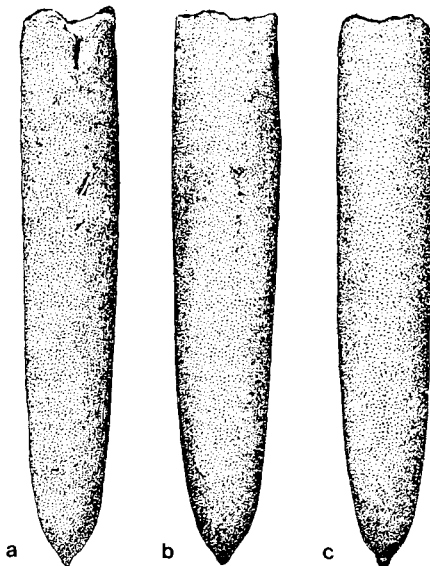




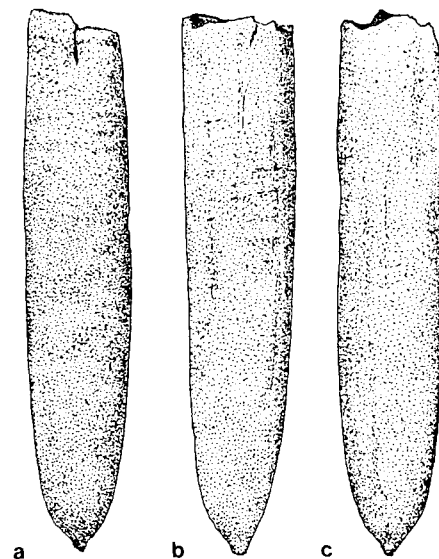
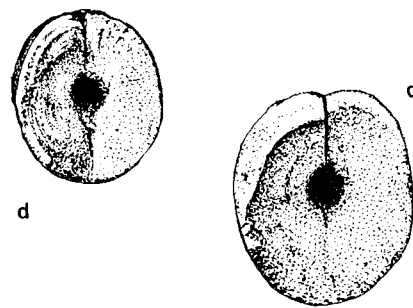
21.1



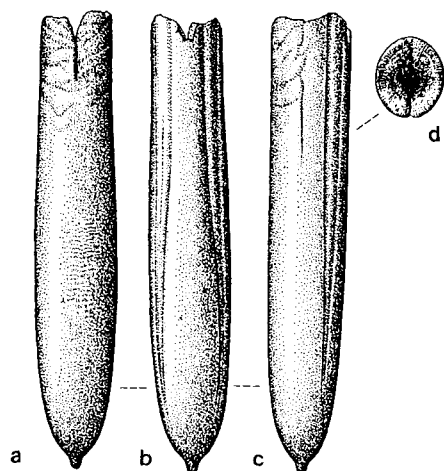
21.2



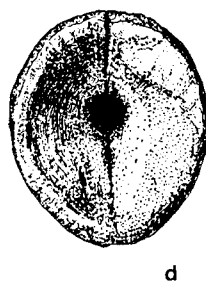
21.3



21.4



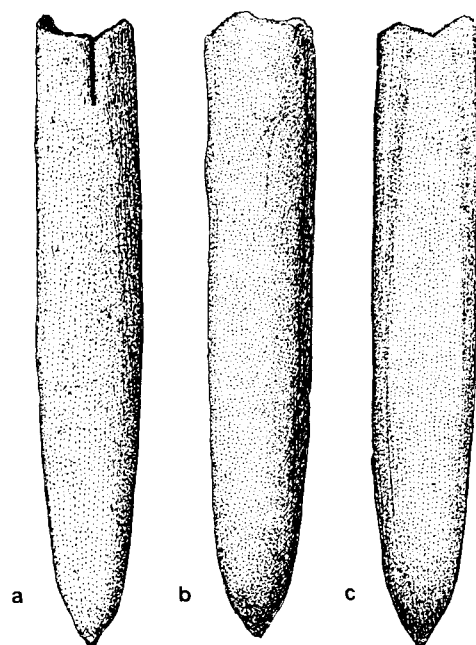
21.5



d

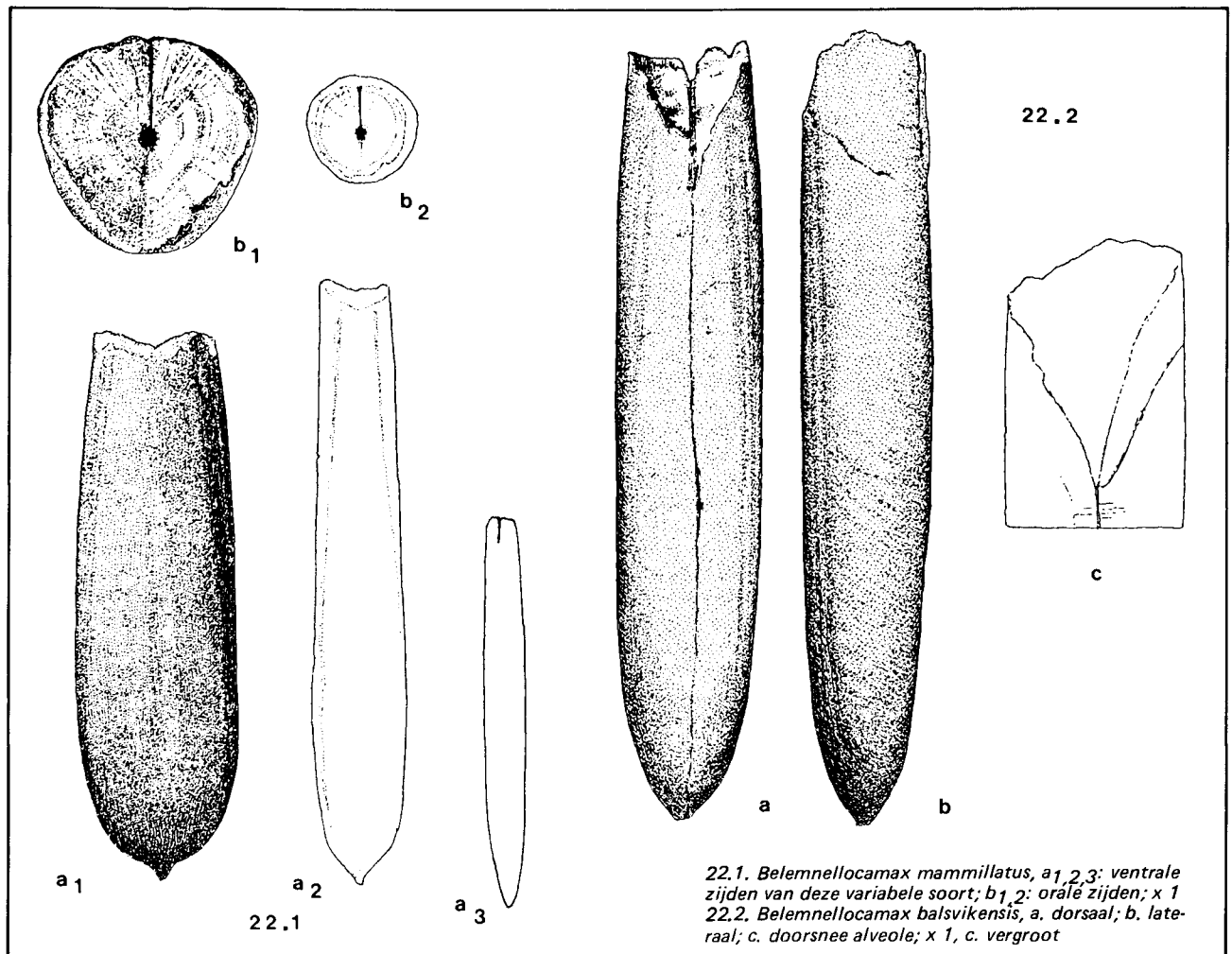


21.6



21.7

- 21.1. *Gonioteuthis westfalica*, x 0,6
 21.2. *Gonioteuthis westfalicagranulata*, a. dorsaal;
 b. lateraal; verkleind
 21.3. *Gonioteuthis granulata*, a. ventraal; b. lateraal;
 c. dorsaal; d. oraal; x 1, d. vergroot
 21.4. *Gonioteuthis granulataquadrata*, a, b, c, d als
 21.3; x 1, d. vergroot
 21.5. *Gonioteuthis quadrata*, a. ventraal; b. dorsaal;
 c. lateraal; d. oraal; x 3/4
 21.6. *Gonioteuthis quadratagracilis*, ca. x 1
 21.7. *Gonioteuthis quadratascanensis*, a. ventraal;
 b. lateraal; c. dorsaal; d. oraal; x 1, d. vergroot



18.5 *Belemnitella junior*

Komt voor in het Boven-Maastrichtien, o.a. in de groeve ENCI bij Maastricht.

18.6 *Belemnitella propinqua*

Komt o.a. voor in het Bavnoddegroenzand op Bornholm in het Onder- en Midden-Santoon.

19. Genus *Belemnella*

Diepe kegelvormige rostra bedekt met een witte laag, geheel verkalkte achterkant met tongvormig uitsteeksel en ventraal sterk afgeplat. Volgens Christensen, die alleen 19.1 bespreekt zijn de diverse soorten aan revisie toe.

19.1 *Belemnella lanceolata*

Vorm B, slank, enigszins neiging tot C, doorsnede A, met mucro. De alveole spleet begint vlak boven de bursa primordialis (1,5 à 2 mm), twee paar dorsolaterale lijnen en indrukken van bloedvaten, L/d = 10. Komt voor in D, Z en Denemarken in het Onderste Onder-Maastrichtien.

19.2 *Belemnella occidentalis*

Grotere α dan 19.1, L_{max} = 9 cm. Voornamelijk in Bovenste Onder-Maastrichtien in Dn en Denemarken.

19.3 *Belemnella casimirovensis*

In het Bovenste Boven-Maastrichtien in Denemarken te vinden.

20. Genus *Actinocamax*

Vorm F, alveole nooit volledig bewaard gebleven, wel pseudoalveole.

20.1 *Actinocamax verus*

Doorsnede licht ovaal, oppervlakte aan de alveolezijde niet

glad maar iets geribbeld. L/d = 6½ à 8. In heel WE in Santoon en Onder-Campaan.

20.2 *Actinocamax plenus*

Slank, langzame topverjonging met extra toespitsing, twee dorsolaterale strepen, doorsnede G (bij de spits), vlakke venter en geronde dorsale rand, vorm F, doorsnede soms subtriangulair, glad oppervlak, interne longitudinale buis tot 9 cm lengte en 1,5 cm diameter, L/d = 11. Komt in heel WE voor vanaf Boven-Cenomaan tot Onder-Campaan.

20.3 *Actinocamax primus*

Lijkt op de vorige doch in Onder- en Midden-Cenomaan.

20.4 *Actinocamax lundgreni*

Komt o.a. voor op Bornholm in de Arnager-kalken uit Midden- en Boven-Coniacien.

21. Genus *Gonoteuthis*

21.1 *Gonoteuthis westfalica*

Vorm ongeveer F, zeer vlakke alveole met driehoekige ovale doorsnede en zeer korte alveole spleet, L_{max} = 7 cm, Riedel-quotiënt gemiddeld 13, L/d = 6½. Komt in heel WE voor in Coniacien en Santoon. Wordt ook wel *Actinocamax westfalicus* genoemd.

21.2 *Gonoteuthis westfalicagranulata*

Als 21.1, maar Riedelquotiënt 9. In heel WE in Midden-Santoon.

21.3 *Gonoteuthis granulata*

Stoere rostra van vorm B, alveole vlak en doorsnede A, minder abrupte spitsovergang als 21.1 en langere alveole-spleet, korrelig oppervlak, Riedel-quotiënt 7½. In heel WE in Boven-Santoon.

21.4 *Gonioteuthis granulataquadrata*

Overgangsvorm naar de volgende soort, Riedelquotiënt $5\frac{1}{2}$. Komt in heel WE voor in het Onderste Onder-Campaan.

21.5 *Gonioteuthis quadrata*

Stoere slanke rostra van vorm B, vierkante alveole, dieper dan 21.3. Riedelquotiënt $5\frac{1}{2}$ (tussen 4 en 5), $L/d = 5\frac{1}{2}$, oppervlak glad of op de ventrale zijde fijnkorrelig geribbeld. Komt in heel WE voor in het Onder-Campaan.

Synoniem: *Actinocamax quadratus*.

21.6 *Gonioteuthis quadratagracilis*

Komt in Dn voor in Bovenste Onder-Campaan, iets slanker; $L/d = 6$ of meer.

21.7 *Gonioteuthis quadratascanensis*

Door Christensen ingevoerde nieuwe soort, die in Zuid-Zweden voorkomt, met $L/d = 6$. Te vinden in Bovenste Onder-Campaan.

22. Genus *Belemnelloccamax*

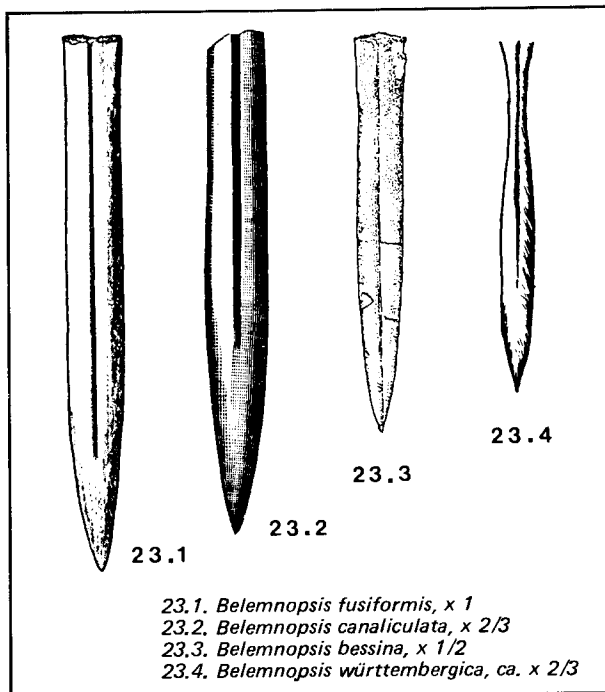
Stevige rostra, ventraal sterk afgeplat, apex naar dorsale zijde verplaatst, dorsolaterale en longitudinale streepachtige groefjes, zwakke of haast niet zichtbare vaatindrukken, pseudoalveole, Schatzky-index 0-2,1 mm en met een ventrale spleet, doorsnede aan de achterzijde subtriangulair, wordt bijna hartvormig.

22.1 *Belemnelloccamax mammillatus*

Meest frequente belemniet in Zuid-Zweden, $L_{\max} = 11$ cm, zeer variabele vorm (B) met een mucro, ondiepe pseudoalveole met convexe wand, $L/d = 5$ à 10, Schatzky-index gemiddeld 1 mm (0-1,7 mm). Komt voor in Bovenste Onder-Campaan.

22.2 *Belemnelloccamax balsvikensis*

Vorm B, iets afgeplat, diepe pseudoalveole tot op $1/3$ L, achterzijde met witte laag, $L_{\max} = 13$ cm, met mucro, vaatindrukken om de ventrale spleet, Schatzky-index 0,95 (0-2,1 mm). Komt voor in Zweden in Onderste Boven-Campaan.



23.1. *Belemnopsis fusiformis*, x 1
23.2. *Belemnopsis canaliculata*, x $2/3$
23.3. *Belemnopsis bessina*, x $1/2$
23.4. *Belemnopsis württembergica*, ca. x $2/3$

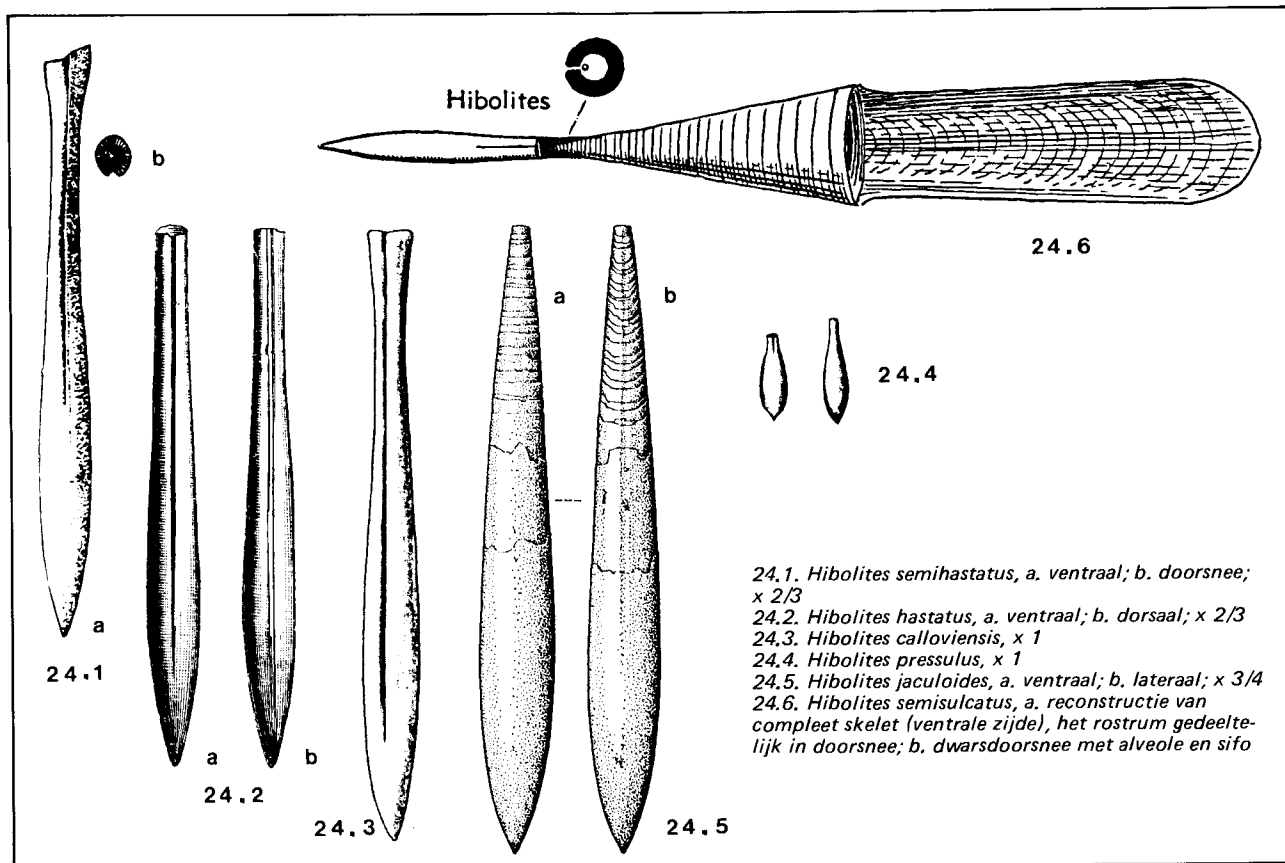
Familie Belemnopseidae

23. Genus *Belemnopsis*

Cylindervormige rostra met lange brede ventrale spleet.

23.1 *Belemnopsis fusiformis*

Slank, vorm B, doorsnede 3 tot 4, ventrale alveole groef tot bijna aan de spits en zwakke flankengroefjes, $L/d = 8$,



24.1. *Hibolites semihastatus*, a. ventraal; b. doorsnee; x $2/3$
24.2. *Hibolites hastatus*, a. ventraal; b. dorsaal; x $2/3$
24.3. *Hibolites calloviensis*, x 1
24.4. *Hibolites pressulus*, x 1
24.5. *Hibolites jaculoides*, a. ventraal; b. lateraal; x $3/4$
24.6. *Hibolites semisulcatus*, a. reconstructie van compleet skelet (ventrale zijde), het rostrum gedeeltelijk in doorsnee; b. dwarsdoorsnee met alveole en sifo

$L_{\max}$ = 8 cm. Komt in D voor in Midden- en Boven-Bajocien.

23.2 *Belemnopsis canaliculata*

Vorm B, doorsnede is niervormig, dorsoventraal sterk gecompriemd, zeer opvallende groef, $L/d = 6$ à $6\frac{1}{2}$, $L_{\max} = 8\frac{1}{2}$ cm, voorzien van zwakke zijlijnen, kosmopoliet, voorkomend vanaf het Bajocien tot het Callovien, voornamelijk in het Bajocien.

23.3 *Belemnopsis bessina*

Als de vorige maar dunner, $L/d = 8$. Komt voor in West-Frankrijk (Normandië) in het Bathonien.

23.4 *Belemnopsis württembergica*

Enigszins knotsvormig. Komt voor in Dz in het Boven-Bajocien en Bathonien.

24. Genus *Hibolites*

Lancetvormige tot knotsvormige rostra met lange ventrale groef en voorzien van zijlijnen.

24.1 *Hibolites semihastatus*

Vorm C, doorsnede 4-A-B, $L/d = 11$, $L_{\max} = 22$ cm, $R_C/R_S = 0,3$, slank met langzaam toelopende spits, krachtige ventrale alveolespleet tot een derde van het rostrum overgaand in een groef tot over de helft, duidelijke groefjes op de flanken, dorsoventraal iets samengedrukt. Overal in WE in Bajocien tot Callovien.

24.2 *Hibolites hastatus*

Vorm C, $L/d = 10$ à 20 , $L_{\max} = 20$ cm, lange longitudinale groef. In D en F van Oxfordien tot Onder-Portlandien, maar vooral in Onder- en Midden-Kimmeridgien.

24.3 *Hibolites calloviensis*

Lijkt op 24.2 maar is iets meer gedrongen en de alveole loopt verder naar de top door. In het Callovien.

24.4 *Hibolites pressulus*

Zeer kort en relatief dik met extreem dunne steel en dorsoventraal sterk afgeplat, doorsnede 4-B, met mucro en zeer kleine alveole, $L_{\max} = 1\frac{1}{2}$ cm. In D in Onder-Oxfordien.

24.5 *Hibolites jaculoides*

Vorm C, doorsnede 4-A, R_C ontbreekt meestal want de belemniet lost vaak aan de alveole kant op (afbladerend),

zwakke ventrale en zijdelingse groefjes (de laatste meer strepen). In WE in Boven-Valanginien tot Barremien, $L_{\max} = 10$ cm.

24.6 *Hibolites semisulcatus*

Lijkt op 24.2 maar komt voor in Dz in Boven-Oxfordien.

25. Genus *Neohibolites*

Rostra overal even dik, met vlakke alveole en korte ventrale spleet.

25.1 *Neohibolites ewaldi*

Vorm C, doorsnede 4-A, $L_{\max} = 9$ cm meestal kleiner, afbladerende alveolewand, waardoor het orale uiteinde versmalt en de korte ventrale spleet onduidelijk wordt. Komt voor in Dn in Aptien.

25.2 *Neohibolites minimus*

Knotsvormig tot slank cilindervormig, vaak mucro maar soms ook stomp, ventrale alveolespleet zeer kort, voorzien van flankenlijnen, d rondachtig, $L_{\max} = 4$ cm, komt overal in WE voor in Albien.

25.3 *Neohibolites ultimus*

Volgens velen is dit geen aparte soort maar een variatie van 25.2 en heet dan *N. minimus var. ultimus*. Het verschil is dat de alveole spleet vrij lang is en dat deze soort in D in het Cenomaan voorkomt.

25.4 *Neohibolites wollemanni*

Stevig knotsvormig rostrum, doorsnede 4-A, $L_{\max} = 7$ cm. Ventraal alveole spleet tot ca midden van orthorostrum. Wordt ook *Belemnites strombecki* genoemd. Komt in D voor in het Albien.

25.5 *Neohibolites semicanaliculatus*

Vorm meer B dan C, $L/d = 7$. Komt voor in Zuid-Europa in het Boven-Aptien.

25.6 *Neohibolites inflexus*

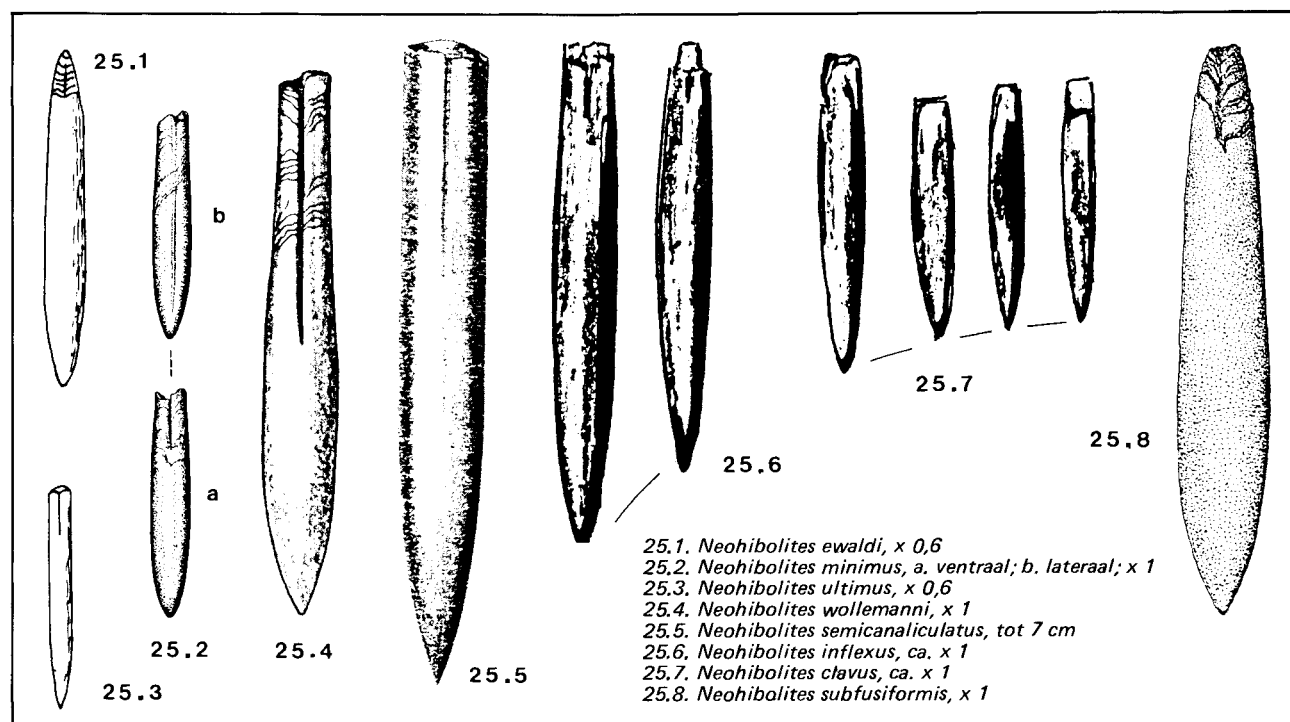
In D in Boven-Aptien, zie afbeelding.

25.7 *Neohibolites clavus*

Idem.

25.8 *Neohibolites subfusiformis*

Vorm F, doorsnede A, $L/d = 6$, $L_{\max} = 5$ cm, alveole zijde afbladerend, geen groefjes. Komt voor in Fz in Boven-Aptien.



26. Genus *Pseudobelus*

26.1 *Pseudobelus pisiformis*

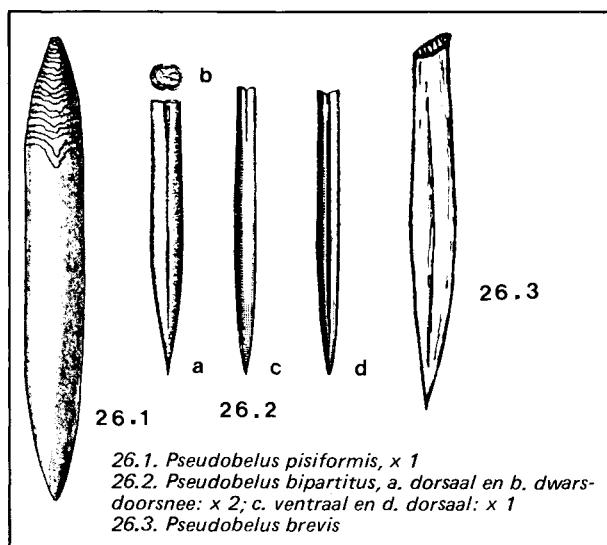
Vorm B, doorsnede A tot enigszins B, $L_{max} = 6$ cm, groefje op zij, alveole zelden bewaard, in plaats daarvan vaak afbladerende amfitheca. In WE in Valanginiën tot Aptien.

26.2 *Pseudobelus bipartitus*

Vorm B, $L/d = 9$, met twee lange tegenover elkaar liggende groeven. Komt voor in Fz in Valanginiën.

26.3 *Pseudobelus brevis*

Als 26.1 maar in Fz in Hauteriviën.



26.1. *Pseudobelus pisiformis*, x 1
26.2. *Pseudobelus bipartitus*, a. dorsaal en b. dwarsdoorsnee: x 2; c. ventraal en d. dorsaal: x 1
26.3. *Pseudobelus brevis*

Familie Duvaliidae

27. Genus *Duvalia*

27.1 *Duvalia dilatata*

Vorm D, sterk zijdelings afgeplat en verbreed in dorso-laterale richting, onregelmatige omtrek, dikker dan breed, geen groefjes volgens HR, zeer korte dorsale groef volgens FdF, $L/d = 6$. Komt voor in D en Fz in Hauteriviën.

27.2 *Duvalia lata*

Excentrische spits, krachtige dorsale groef en veel langer dan 27.1, minder ovale doorsnede en meer subcircular, $L/d = 5,3$. Komt voor in D en Fz in Berriasien tot Valanginiën.

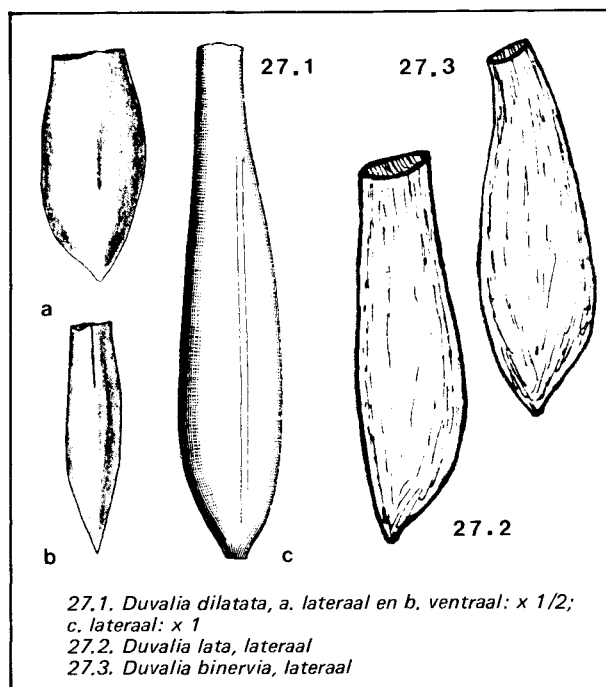
27.3 *Duvalia binervia*

Zie afbeelding. Komt voor in Fz in Boven-Valanginiën.

Suborde Diplobelina

Familie Diplobelidae

Rostrum is kort, stomp en conisch, het fragmocoon steekt in een diepe alveole. *Diplobelus* (Aptien-Albien, O-Krijt) komt o.a. in W-Europa en Afrika voor.



27.1. *Duvalia dilatata*, a. lateraal en b. ventraal: x 1/2; c. lateraal: x 1
27.2. *Duvalia lata*, lateraal
27.3. *Duvalia binervia*, lateraal

Literatuur

- A. Naef, Die fossilen Tintenfische, Jena Verlag, 1922.
J.A. Jeletzky, Comparative morphology, phylogeny and classification of fossil Coleoidea; Univ. of Kansas Publ. Paleont. Contr. Art 7, 1-162, 1966.
E. Fraas, Der Petrefaktensammler; herdruk Ott Verlag, Thun, 1972.
M. Kaever, K. Oekentorp en P. Siegfried, Fossilien Westfalens, Invertebraten der Kreide; Münster, 1974.
Idem, Invertebraten des Jura; Münster, 1976.
W.K. Christensen, Upper Cretaceous belemnites from the Kristianstad area in Scania; Fossils and Strata, No 7; Oslo, 1975.
J.C. Fischer, Fossiles de France; Masson, Parijs, 1980.
A.E. Richter, Handbuch des Fossilien Sammlers; Kosmos, Stuttgart, 1981.
B. Ziegler, Einführung in die Paläobiologie, Teil 2; Schweizerbart, Stuttgart, 1983.
E. Schwegler, Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura; Palaeontographica, A, Teil 1, A 116, 59-103; Teil 2, A 118, 1-22; Teil 3, A 120, 121-164; Teil 4, A 124, 75-115; Teil 5, A 132, 179-219; Teil 6, A 138, 81-129.
W. Riegraf, idem, Teil 7 en 8, Palaeontographica, A 169, 128-206, en A 173, 64-139.
W. Riegraf en J. Reitner, Die "Weichteil Belemniten" des Posidonien-schiefers (Untertoarcium) von Holzmaden (Baden-Württemberg) sind Fälschungen; N. Jb Geol. Paläont. Mh, (5), 291-304, 1979.
W. Riegraf en R. Hauff, Belemnitenfunde mit Weichkörper, Fangarmen und Gladius aus dem Untertoarcium (Posidonien-schiefer) und Unteraalenium (Opalinuston) Südwestdeutschlands; N. Jb Geol. Paläont. Abh. 165, 466-482, 1983.
W. Riegraf, G. Werner en F. Lörcher, Der Posidonien-schiefer; Enke, Stuttgart, 1984.
E. Knol, Vaatindrukken op donderkeilen; Grondboor en Hamer, apr. 1985.
J.M. Gosline en M.E. DeMont, Jet-propelled swimming in Squids; Scientific American, okt. 1985.

Dankbetuiging

Onze hartelijke dank gaat naar Mw. Adrie G. Kerkhof te Amsterdam, die vele van de afgebeelde belemnieten getekend heeft.

The British Museum te Londen, Franckh'sche Verlags-handlung te Stuttgart, de Heer R.B. Hauff te Holzmaden en E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung te Stuttgart verleenden bereidwillig toestemming tot overname van enkele afbeeldingen.

Dr. P.H. de Buissonjé en Dr. P.J. Hoedemaeker zijn wij bijzonder erkentelijk voor adviezen en correcties.