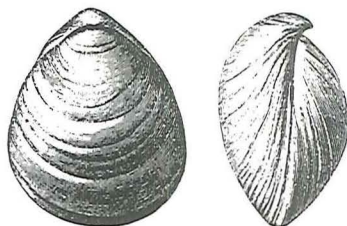


# BRACHIOPODER

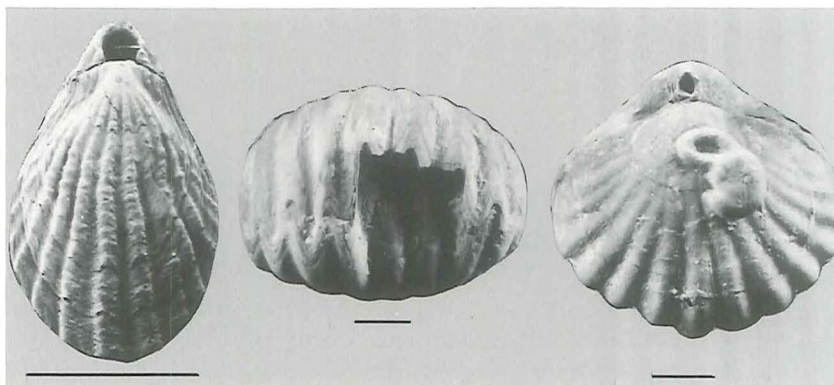


- hvor gik de hen ?

af Ulla Asgaard

I Varv 1990/1 så vi på brachiopodernes form og funktion og på de mange forskellige grupper fra Palæozoikum. Medens de nøjsomme hængselløse brachiopoder smertefrit passerede grænsen mellem Perm og Trias (=grænsen mellem Palæozoikum og Mesozoikum for ca. 245 millioner år siden), blev antallet af de hængslede typer stærkt reduceret, og fra tiden omkring Øvre Jura for godt 150 millioner år siden var der kun repræsentanter for Rhynchonellida og Terebratulida tilbage.

I det danske Skrivekridt og i Danienkalken er der tilsyneladende ingen mangel på store brachiopoder, og i Skrivekridtet er der især mange, meget små Terebratulida (kun få mm lange), der var specielt tilpasset til et kortvarigt liv. De var hæftet til et lille skalfragment eller en stump bryozokoloni på den bløde bund, hvor gravende dyrs aktivitet (se fig. 4 side 45) let kunne føre til begravelse af de små fastsiddende dyr.



Figur 1. Brachiopoder fra Skrivekridt. Til venstre ses en Terebratulida, i midten og til højre en Rhynchonellida. Bemærk stilkhullet i ventralskallen. Bjælken under hvert fossil er 2 mm lang. Foto: M. Bagge Johansen

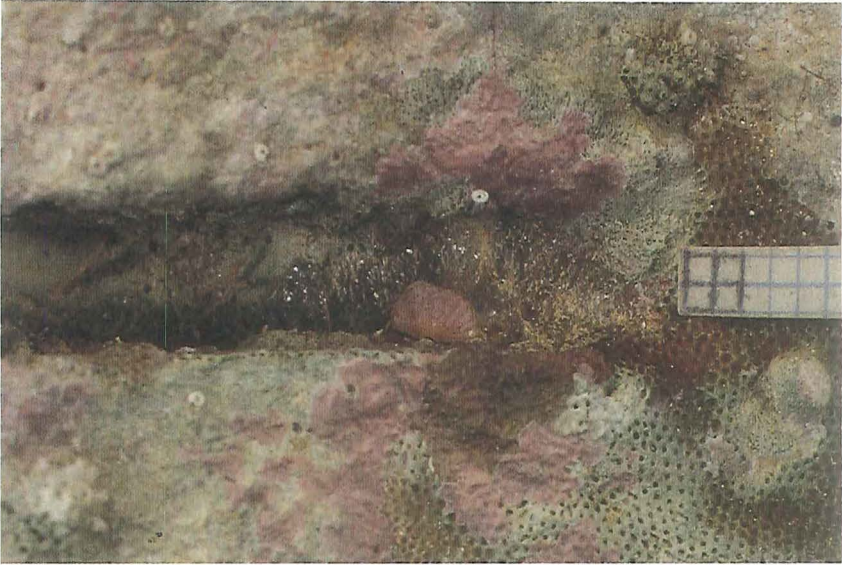
De små halvkugleformede fritliggende terebratler var så højt specialiserede til en tilværelse i det bløde kridtmudder, at de ikke kunne omstille sig til det fastere bryozorige sediment, der dominerede i begyndelsen af Tertiærtiden. De forsvandt derfor ved Kridt–Tertiærgrænsen (=grænsen mellem Mesozoikum og Kænozoikum for ca. 65 millioner år siden).

Skrivekridtet og Danienskalken er aflejret på relativt store vanddybder. Under søger man samtidige kystaflejringer på den nordlige halvkugle, finder man ingen store brachiopoder deri, kun de små Terebratulida, Rhynchonellida og den cementerende, hængselløse *Crania*. Alle disse typer levede en skjult tilværelse i huler og sprækker på klippekyster og under sten. Denne skjulte levevis er fortsat til i dag i de varmt tempererede og subtropiske kystområder på den nordlige halvkugle. Der kendes ikke koldt tempererede eller arktiske lavtvands-brachiopoder.

I Øvre Kridt havde det tropiske 'middelhav' – Tethyshavet – rev i lyszonen (ned til ca. 100 meters dybde) på lavt vand. Disse rev var opbygget af store, kræmmerhusformede muslinger (Rudister) og kalksvampe. Ved Kridt–Tertiærgrænsen uddøde rudisterne og erstattedes med revbyggende koraller. Inden for disse meget artsrige revsamfund leder man også forgæves efter store brachiopoder. Man finder kun små *Crania* og Terebratulida knyttet til undersiden af, eller i kløfterne mellem grenene på koraller og svampe. Den samme situation kendes også fra nutidens koralrev.



Figur 2. To arter af *Argyrotheca* plukket fra en grenet kiselsvamp på 90 meters dybde i det Caribiske Hav. Hvert tern er 1 mm<sup>2</sup>. Foto: J. Aagaard.



Figur 3. *Argyrotheca* (den lille røde vifteformede skal i slidsen) skjult på undersiden af en marmorblok, der var blevet udlagt på 12 meter dybt vand 2 år tidligere ved Rhodos, Grækenland. Hvert tern er 1 mm<sup>2</sup>. Foto: J. Aagaard.

I Skrivekridtet findes den seje *Lingula* som meget små og tyndskallede eksemplarer. Nutidens arter er også små i mudrede miljøer, hvor bunden er iltfattig eller forurenet. *Lingula* trives bedst, hvor vandet er lavt og varmt, og hvor bunden består af velsorteret sand.

Hvad var det så, der i løbet af Øvre Kridt forjagede de store brachiopoder fra fast bund på lavt vand ud på det dybe, uden samtidig at påvirke de gravende *Lingula*? Var det krybende rovdyr, der erobrede den hårde bund, men ikke den bløde? Nej, fisk spytter tilbudte brachiopoder ud, og borende rovsnegle rører dem meget sjældent. Der er ikke meget 'kød' på en brachiopod, og mange af de nulevende former har calcitpikler som understøttende elementer i lophophor og kappe. Jeg har ikke prøvet *Lingula* endnu, men Rhynchonellida og Terebratulida smager ikke godt!

Lad os se nærmere på en enkelt nulevende Terebratulida, der er almindeligt forekommende i dybder fra 0 til 200 meter i havene i varmt tempererede til tropiske områder. *Argyrotheca* er typisk for de små, skjult levende former på hård bund. Den kan spores tilbage til begyndelsen af Øvre Kridt, hvor den hørte hjemme på hård bund på lavt, varmt vand. Først senere begyndte den at optræde fastsiddende på små substrater på blød mudderbund. Der findes mange arter

af den både i Skrivekridt og i Bryozokalk. De fleste er kun få mm lange og ikke lette at få øje på.

Åbner man en *Argyrotheca*, finder man den i Varv 1990/1 side 28, fig. 2 afbildede schizolophe. Der burde jo være en plectolophe, men der er ikke plads til en sådan! *Argyrotheca* er det, der kaldes en pædomorf (græsk for barneform). Sagt kort og lidt for enkelt: pædomorfi er udviklingens svar på et miljø fuldt af stress. Livet var farligt på Skrivekridtbunden for en 'normal' brachiopod, den ville synke ned i eller blive trådt ned i pløret og kvalt, før den nåede at blive kønsmoden. For at klare sig må man altså leve hårdt og dø ung og få sat afkom i verden! *Argyrotheca* lever kun et par år, og selvom den ligner et barn, så sættes 3–4 kuld larver i verden på 2 år. Fremtiden er sikret!

Hvad er så stress-frembringeren på hård bund på lavt vand? Det er ikke et rovdyr, men derimod en vegetar! De avancerede, 'algegræssende' søpindsvin havde en eksplosiv udvikling i Øvre Kridt, hvor de fik hurtigere bevægelser og stærkere tænder. Nu var det ikke blot alger, der elegant blev plukket af klipperne. Underlaget gik med – sammen med alle de dyr, der sad fast på klipperne. Yderligere havde nogle regulære søpindsvin udviklet en forkærlighed for de skorpeformede rødalger, der havde kalkskelet, og andre for de grønalger, der borede i kalkklipper. Intet var sikkert på den hårde bund indenfor lyszonen, hvor algerne voksede. Nyligt bundfældede brachiopoder havde ikke mange chancer over for disse effektive 'fræsere'. Stress! Svaret er pædomorfi og en forkærlighed for mørke huller, hvor alger ikke gror!



Figur 4. Doubtful Sound på New Zealand med den mørke fugtige jungle domineret af arter af Sydbøg. Foto: R.G. Bromley.

Figur 5. Røde Terebratulida indsamlet dybere end lyszonen, hvorfor der ikke er nogen camouflerende algevækst. Doubtful Sound, New Zealand. Foto: R.G. Bromley.



På det dybe vand under lyszonen kan brachiopoderne fortsat udvikle sig i fred. De er almindelige her, og med små undervandsbåde og robotkameraer har man iagttaget brachiopoder ned til flere tusinde meters dybde.

Hvad skete der på den sydlige halvkugle? I den øvre del af Nedre Tertiær skiltes kontinenterne her endeligt fra det nuværende Antarktis, og det ringformede, kolde Antarktiske Hav opstod. I dag taler man om at udnytte dette 'spisekammer' til menneskeføde. Her er der en rig planktonproduktion betinget af lys og havstrømme fyldt med næringssalte. På grundlag af dette plankton trives de større dyr i fødekæden. Brachiopoderne fandt deres vej fra Atlanten og Stillehavet i takt med ringhavets udvikling, og de trivedes! I dag findes den mest artsrige brachiopod-fauna i det Antarktiske Hav, og de største Terebratulida er her knyttænve-store.

Ved Sydaustralien og New Zealands Sydø findes i dag brachiopoder helt op i soppe-dybde ved mange klippekyster. Især har New Zealands brachiopod-fauna, der har været kendt de sidste 90 år, bragt de største overraskelser i de sidste 20 år. Da begyndte det Oceanografiske Institut nogle specielle undersøgelser i de dybe, kolde fjorde på sydvestkysten af Sydøen. Her er mennesketomt, og det regner ca. 360 dage om året. En dryppende, næsten uigennemtrængelig jungle af Sydbøg (*Nothofagus*) og bregner beklæder skråningerne, og millioner af små myg jager varmt blod i dagtimerne – i dag er det internationale fjeldvandrere, der må lægge blod til, for 90 år siden var det guldgravere.

Dette fjordland er i dag en nationalpark, som er bedst tilgængelig fra havet, men alt over havniveau er fredet, og der arbejdes hårdt på også at få fredningen udstrakt til at omfatte fjordenes bund. De lodrette fjordvægge har en enestående flora og fauna, som kan studeres, når man først har trodset det iskolde smel-

tevand, der ligger over det salte vand. Det var her SCUBA-dykkerne fra New Zealands Oceanografiske Institut fik deres store overraskelse for 20 år siden, da de dykkede gennem ferskvandslaget (populært kaldet 'den kolde the') og fandt klippevæggene beklædt med brachiopoder! Brachiopoderne sad ikke alene på klippen, de sad også på hinanden som druer i en klase. Der er en form- og farvesymfoni: en sort Rhynchonellida og 2 røde, 2 hvide og en brun Terebratulida.



*Figur 6. Rød Terebratulida ca. 3 cm bred. To eksemplarer i 7 meters dybde i Doubtful Sound, New Zealand. Læg mærke til, at både brachiopoderne og klippen er overvoksede af skorper af røde kalkalger, der ikke viser spor af søpindsvine-gnav. Den hvide klump på det åbne filtrerende eksemplar er en svamp. Foto: R.G. Bromley.*

På jævn bund på shelfen ud for Sydaustralien findes bryozogrus og -sand og kalksand, der meget minder om Danientidens sedimenter. De nutidige sedimenter har en meget artsrig fauna af Terebratulida, der er tilpasset til at leve frit. De har alle en stilk, som nogle af dem har hæftet til bryozofragmenter som slæbeanker. Andre er ikke hæftet til noget, men bruger stilken som en 'kængurustylte' for at undgå at synke ned i sedimentet.

Brachiopodfaunaen under Sydkorset har endnu ikke åbenbart sine sidste hemmeligheder. Jeg rejste derned for nogle måneder siden blandt andet for at finde svaret på, hvorfor store brachiopoder her kunne trives på helt lavt vand i lyszonen. Var teorien om de gnavende søpindsvin forkert, eller var der ingen gnavende søpindsvin?



*Figur 7. Hvid Terebratulida ca. 6 cm bred fra 30 meters dybde i Doubtful Sound. Plectolophen kan ses. Foto: D. Singleton.*

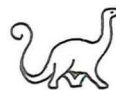


*Figur 8. En hel 'drueklase' af Terebratulida fra 20 meters dybde i Doubtful Sound. I klasen ses desuden to sorte Rhynchonellida og to røde Terebratulida. Foto: R.G. Bromley.*



*Figur 9. Undersiden af en sten fra en 'rock pool' ved lavvande. Sorte Rhynchonellida der er ca. 1,5 cm brede (nogle af dem er overvoksede af en brun-gul svamp). Lyttleton Harbour, New Zealand. Foto: R.G. Bromley.*

Der var ingen søpindsvin på lokaliteterne i soppe-dybde. Men der var masser af store, avancerede, gnavende Kinna (Maori-navn for netop denne art af søpindsvin) på de lodrette fjordsider. Men denne art spiser tilfældigvis ikke røde kalkalger. Regulære søpindsvins modne kønsorganer er en stor lækkerbidsken i rå tilstand. Ved åbning af søpindsvin på den nordlige halvkugle er det svært ikke at knække tarmen og få kalksand fra spiste alger og klippeoverflader mellem tænderne. På båden på den New Zealandske fjord var der ikke noget, der knasede. Teorien er endnu ikke væltet.





# SPORFOSSILER

I VARV 1973/2 og 1974/3 bragte vi et par artikler om sporfossiler med eksempler på, hvilke spor mennesker kan efterlade og nogle almindelige sporfossiler fra den danske lagsøjle.

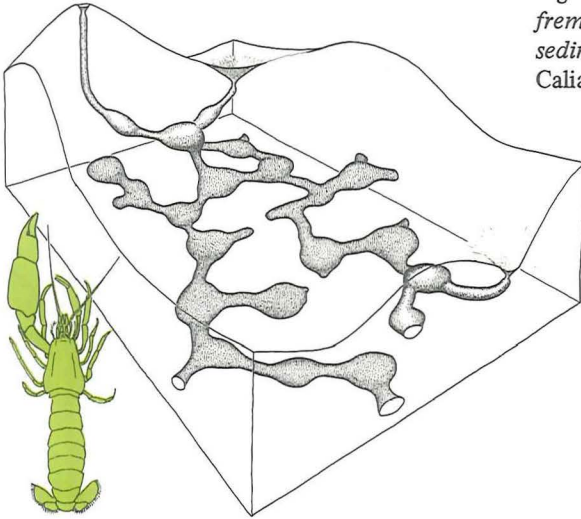
Læren om sporfossiler – Ichnologi (Ichnos er græsk for spor) – blev født i Tyskland i slutningen af 1920'erne og bragt til videnskabelig orden af Adolf Seilacher i begyndelsen af 50'erne. I ca. 25 år var Ichnologi meget populær. Den blev anvendt af palæontologer til at vise 'bløde' ubevarede dyrs gravende aktivitet i sedimenter og anvendt til tolkningen af fossile samfund. Sedimentologer brugte den i forbindelse med uorganiske sedimentstrukturer til at tolke udviklingen af bassiner - især med hensyn til havdybde. Som så ofte før, når en videnskabsgren bliver 'mode', blev de første principper til rene dogmer, og overfortolkninger fandt ofte sted på meget spinkle grundlag. Resultatet blev, at sporfossiler kom i miskredit. Det var ikke så nemt at skelne mellem grave gange dannet af suspensionsædere og dem dannet af sedimentædere, og man fandt alt for mange undtagelser fra 'reglerne' om havdybde og sporfossil-fordeling.

*Figur 1. Knold af flint fra stranden ved Møns Klint. Oprindelig en del af et netværk, der nu er den forkislede indfyldning af et Thalassinoides gravegangssystem.*



Efter nogle år ude i kulden er Ichnologien ved at blive taget alvorligt igen. Der er blevet forsket meget i bunddyrs adfærd og tolerancer i mellemtiden. Vi ved også mere om, hvordan bioturbation (spor efter dyrs roden rundt i og på havbunden) påvirker de senere omdannelser (diagenese) af et sediment. Ichnologi har nu en meget bredere basis og har måske også ændret sit mål. Sporfossiler er nu en integreret del af rutine-arbejdet med sedimentære lagfølger.

Figur 2. Gravegangssystem frembragt af et nulevende, sedimenttædende krebsdyr, *Calianassa*.



Blandt de nyeste fremskridt er den forskellige optræden og hyppighed enkelte sporfossiler har indenfor et givet samfund. For eksempel er næsten det eneste sporfossil, man lægger mærke til i det danske skrivekridt, det store, gennede gravegangssystem *Thalassinoides* (VARV 1974/3). Dets tilstedeværelse er fremhævet på grund af forkisling. De fleste flintknolde, der ligger på stranden under

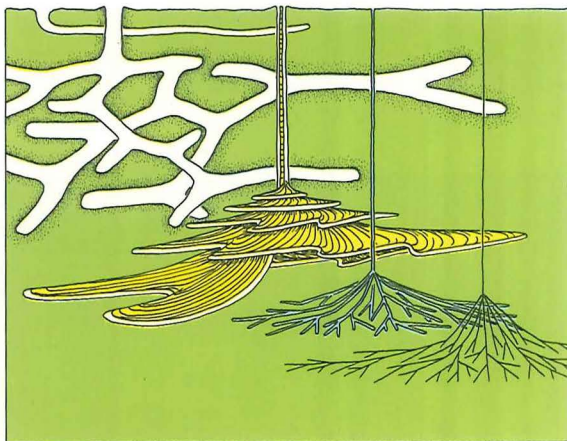


Figur 3. Et *Thalassinoides*-system i grønsand indfyldt med skrivekridt på Nordfrankrigs kyst. Lignende sporfossiler kan ses ved Arnager Kalkens bund på Bornholm.

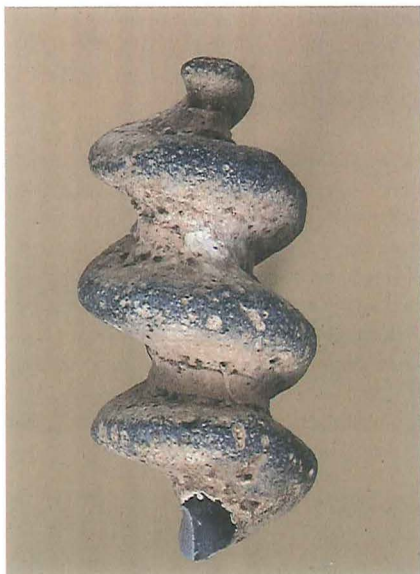
Møns Klint er faktisk dele af *Thalassinoides*-systemer. De er så iøjnefaldende, at man næsten ikke lægger mærke til andre sporfossiler i skrivekridtet. Men *Thalassinoides* er langt fra alene, og den er heller ikke nødvendigvis den vigtigste. Den er blot blevet fremhævet som 'elite-sporfossil' af diagenesen.

De forskellige arter i et dyresamfund i havbunden har deres foretrukne niveau at arbejde i – på engelsk kaldes det 'tiering'. Det bedste danske ord er måske 'stokværk' fra minesproget, det giver et bedre udtryk for aktiv gravevirksomhed end at tale om 'etage'. De fleste arter hører hjemme i det øverste stokværk de første par centimeter under havbunden. Men visse sedimentædere er specialiserede til at grave dybt i stokværk 10, 20 endog 50 centimeter under havbunden. Jo dybere stokværk et dyr arbejder i, jo større mulighed er der for, at de dannede strukturer kan bevares som forsteninger. De dybe stokværk skærer igennem og udsletter de mindre dybe. Så selvom de fleste dyr i et samfund har deres aktivitet i øverste stokværk, er det de mere sjældne dybtgravende dyr, der kommer til at præge de bevarede sedimentstrukturer.

Figur 4. Stokværksdiagram for sporfossiler i Skrivekridt. Det grende til venstre er *Thalassinoides*, i midten *Zoophycos* og til højre to typer af *Chondrites*. De forskellige typer er vist med hensyn til afstanden til havbunden.



Med 'stokværk' og 'elite-sporfossiler' *in mente* kan et bioturberet sediment analyseres mere nøjagtigt end før. Disse og mange andre aspekter af sporfossiler er behandlet i den nyudkomne bog: 'Trace fossils: biology and taphonomy' skrevet af R. G. Bromley (*Unwin Hyman: London, 1990. 280 sider, pris 18 pund*). Forfatteren er ansat ved Geologisk Centralinstitut, Københavns Universitet, og en stor del af bogen er baseret på nordisk materiale. Bogens første del består af en række 'case histories' for nulevende dyr, der behandler sedimentet som madkilde, eller graver boliger i det. I den anden del bruges erfaringerne fra de nulevende dyr til at forbedre vor forståelse af sporfossiler og gøre dem 'levende'. Bogens talrige tegninger og fotografier er alle nye og lavet af forfatteren selv.



## FLERE SPOR

Til venstre ses en 'spiral' på omkring 12 cm længde. Den er fundet af *Else Olsen* på en mark på Nordfyn og indleveret til VARV af *Peter Mortensen*.

Redaktionen troede først, at der var tale om et kunstprodukt, f.eks. porcelæn, men spiralen er af flint. Sporfossilkenderen *R.G. Bromley* er ikke i tvivl om, at det er den centrale kerne af et Zoophycos-gravegangssystem, og nederst på siden ses en noget større 'spiral' på omkring 35 cm længde fra Limhamn Kalkbrud i Skåne. På dette billede er gravegangssporene tegnet ind, så man lettere får indtryk af selve formen. Sammenlign også med figur 4 side 45.

