Decheniana (Bonn) 133, 216—223 (1980)

Ein trepaniertes Athyriden-Gehäuse aus dem Mitteldevon der Eifel (Brachiopoda)

Ulrich Jux

Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 31. 3. 1979)

Kurzfassung

Zylindrisch durchbohrte Schalenfossilien kommen im Paläozoikum äußerst selten vor. Die Bohrlöcher sehen zwar ähnlich aus wie die von post-jurassischen Meso- und Neogastropoden, doch unterscheiden sie sich in einigen wichtigen, wenngleich unauffälligen Merkmalen.

Aus den Nohner Schichten (U. Mitteldevon) der Hillesheimer Mulde (Eifel) wird ein Athyride mit perforierter Armklappe beschrieben, der die Beute eines unbekannten Räubers geworden war — vielleicht eines karnivoren Archaeogastropoden oder eines nektobenthischen Cephalopoden.

Abstract

Shelly fossils with cylindrical borings are extremely rare in the Paleozoic. The boreholes resemble those of post-jurassic meso- or neogastropods, but differ in significant though not readily discernible markings.

From the Nohn-Schichten (L. M. Devonian) of the Hillesheim syncline (Eifel) an athyridid with perforated brachial valve is described. The brachiopod became victim of an unknown predator — perhaps a carnivorous archaeogastropod or a nectobenthic cephalopod.

1. Karnivore Bohr-Mollusken

Brachiopoden- oder Muschelklappen mit mehr oder weniger auffälligen Spuren entökischer Organismen gehören zu den nicht gerade seltenen Funden. Derartige Wohnhöhlen können meistens auf bestimmte Evertebraten (z. B. Schwämme, Bryozoen, Anneliden) zurückgeführt werden, deren Verbreitung die benthischen Populationsdichten und nicht zuletzt auch den Anfall von Organoklasten mitbestimmen (JUX & STRAUCH 1965). Daß devonische Brachiopoden öfters als Muscheln Schalenbewohner hatten (MÜLLER 1968), könnte mit ihrer größeren Häufigkeit sowie der epibiontischen Lebensweise zusammenhängen.

Die mannigfaltigen Spuren verbindet die entökische Lebensweise vieler paläozoischer Bohrorganismen. Deshalb überrascht hier der seltene Nachweis solcher Bohrkanäle, die auf direktem Wege die fossilen Gehäuse oder Klappen durchdringen und den Weichkörper zum Ziele hatten. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß im Paläozoikum nur wenige Tiere auf eine den heutigen Bohrschnecken entsprechende Nahrungsaufnahme spezialisiert waren.

Muricaceen oder Naticaceen trepanieren in unverkennbarer Weise die kalkigen Schalen ihrer Beute (Muscheln, Schnecken, Scaphopoden, Ostracoden, Foraminiferen), um sie durch diese Öffnungen zu fressen. Nahezu zylindrische Schächte rühren dabei von den epibiontischen Muricaceen her und mehr trichterförmige von den endobiontischen Naticaceen (SCHIEMENZ 1891; ZIEGELMEIER 1954; CARRIKER 1961, 1969; CARRIKER & YOCHELSON 1968). Weil die Gastropoden für die Trepanation der organischen und anorganischen Schalensubstanz außer der Radula auch ein lösendes Sektret aus einer besonderen „Bohrdrüse" (= accessory boring organ) einsetzen, sind die Randzonen der Durchbrüche, deren Weiten recht unterschiedlich sein können, ringsum trichterförmig abgeschrägt (ZIEGELMEIER 1954; CARRIKER 1961, 1969; NYLEN, PROVENZA & CARRIKER 1969). Eben geschlüpfte Raubschnecken bringen Perforationen von weniger als 0,1 mm zustande (REYMENT 1967); *Lunatia nitida* soll beim Heranwachsen Löcher zwischen 0,7 mm und 2,2 mm Durchmesser erbohren (ZIEGELMEIER 1954).

Im Tertiär gehörten Bohrschnecken zum festen Bestand vieler litoralmariner Biozönosen. Im Verlaufe des Jungmesozoikums verlieren sich jedoch ihre Spuren, wenngleich auch in paläozoischen Ablagerungen Benthos-Fossilien mit kreisrunden Durchlöcherungen vorkommen. Die bekannten Bohrschnecken-Ordnungen haben aber keine entsprechende stratigraphische Verbreitung. Muricaceen, Naticaceen, Capuliden, Cymatiiden oder Cassiden erlebten insgesamt erst im Tertiär ihre Blütezeit und können höchstens bis in den Jura — meistens nur bis in die Oberkreide verfolgt werden (FISCHER 1962; SOHL 1969).

Wegen der zylindrischen Schalendurchbrüche lag der Bezug auf Schnecken freilich nahe (FENTON & FENTON 1931 ab; BUCHER 1938; CARRIKER 1961; REYMENT 1967; CAMERON 1967; CARTER 1968), doch hat diese Annahme wegen einiger Merkmalsabweichungen im Vergleich zu gesicherten Gastropoden-Bohrungen einiges an Überzeugungskraft verloren (FISCHER 1962; CARRIKER & YOCHELSON 1968; SOHL 1969).

Darum muß auch auf die rundlichen Schalendurchbrüche hingewiesen werden, die *Octopus*-Arten *(O. vulgaris, O. bimaculatus, O. bimaculoides)* manchmal in Molluskenschalen hinterlassen. Durch die verhältnismäßig kleinen Löcher (∅ 0,06 mm—4,0 mm) führen sie betäubende Sekrete in die Gehäuse, um die Beute zu überwältigen (FUJITA 1916; PILSON & TAYLOR 1961). Genausowenig wie Bohrschnecken perforieren Cephalopoden die ergriffenen Schalentiere immer an gleichen Stellen. Es kommen sogar mehrfache und selbst unsinnige Durchlöcherungen vor — zuweilen bleiben die ausgefressenen Gehäuse unbeschädigt zurück.

Zeitalter	Regionen	Fossilien (überwiegend Brachiopoden)	Max. Durchmesser der Trepanation (in mm)	Urheber	Autoren
Perm	UdSSR	*Athyris*	ca. 2,7 . 3,5	*Naticopsis*	YAKOLEV 1926
	Deutschland	Strophalosiidae	?	Gastropode	HECKER 1960 BRUNTON 1966
Karbon	Irland	*Productina*	0,1 . 1,0	Gastropode	BRUNTON 1966
	UdSSR	*Whidbornella*	ca. 2,1 . 2,3		BUBLITSCHENKO 1971
		Semiproductus		Gastropode	
	?	*Spiriferella*	1,1	?	FISCHER 1962a
Devon	USA	*Spirifer*	ca. 0,15	Gastropode	CLARKE 1908 sowie FENTON & FENTON 1931 ab
		Atrypa	ca. 4,0 . 5,7 und 3,5 . 2,2	*Diaphorostoma* oder *Platyceras*	
		Parazygia	ca. 2,5		
		Meristella	?		
		Rhipidomella	ca. 2,3		
		Leptostrophia	?		
		Stropheodonta	?		
	Frankreich	*?Cleiothyridina*	ca. 2,2 - 3,3	?	FISCHER 1962 b
	Afghanistan	Strophalosiidae	3,8 . 4,0	?	
	Deutschland	*Athyris*	2,1 . 1,9	?	
Silur	Schweden	Ostrakoden: *Hammatiella* *Neobeyrichia* *Beyrichia*	0,10 - 0,13	Gastropoden	REYMENT 1967 nach MARTINSSON 1960
Ordovizium	USA	*Dalmanella* *Sowerbyella* *Hesperorthis* *Rafinesquina*	0,4 - 2,0	*Loxoplocus* *Subulites*	FENTON & FENTON 1931 ; BUCHER 1938; CAMERON 1967.
		Hebertella *Platystrophia* *Taphrorthis* *Heterorthis* *Heterorthina* *Mimella*	1,2 - 3,0	Gestielte Organismen ohne überlieferte Hartteile	CARRIKER & YOCHELSON 1968
		Muschel: Ctenodontidae			

Tabelle 1. Zusammenstellung zylindrisch durchbohrter Schalenfossilien (überwiegend Brachiopoden) und der fraglichen Urheber (überwiegend Gastropoden) aus dem Paläozoikum.

Gegenüber Schnecken „bohren" Cephalopoden unregelmäßiger und die Randzonen der durchweg ovalen Löcher sind schartig ausgebrochen (PILSON & TAYLOR 1961; ARNOLD & ARNOLD 1969; WODINSKY 1969). Zumal alle lebenden Tintenfische karnivor sind, wären natürlich paläozoische Arten denkbar, die wie die Octopoden auch von Schalentieren lebten (CAMERON 1967).

2. Trepanierte Brachiopodenklappen

Die wenigen paläozoischen Schalenfossilien, die bislang wegen zylindrischer Durchbohrungen Erwähnung fanden, sind überwiegend Brachiopoden (FENTON & FENTON 1931; FISCHER 1962a, b; CAMERON 1967; CARRIKER & YOCHELSON 1967; SOHL 1968 u. a.). Aus Deutschland wird nur nebenbei über einen permischen Strophalosiiden berichtet, an dem ein unvollständiges Bohrloch wegen einer basizentralen Aufwölbung (SCHIEMENZ 1891) an Naticiden-Befall erinnerte (BRUNTON 1966).

Die meisten Funde stammen aus Nordamerika und dort vor allem aus dem Ordovizium. Tatsächlich dürften solche Spuren häufiger vorkommen; denn man stößt durchaus auf Abbildungen zylindrisch durchbrochener Brachiopodenklappen, ohne daß solche Beschädigungen kommentiert worden wären (z. B. BUBLITSCHENKO 1971, Taf. 6:4, Taf. 14:3; JOHNSON 1966, Taf. 24:20, 21). Tab. 1 gibt eine regionale und stratigraphische Übersicht der bislang bekannten paläozoischen Fossilien, die zylindrische Schalendurchbrüche aufweisen sowie der damit in Zusammenhang gebrachten Bohrorganismen.

3. Armklappen-Perforation eines eifeler Athyriden

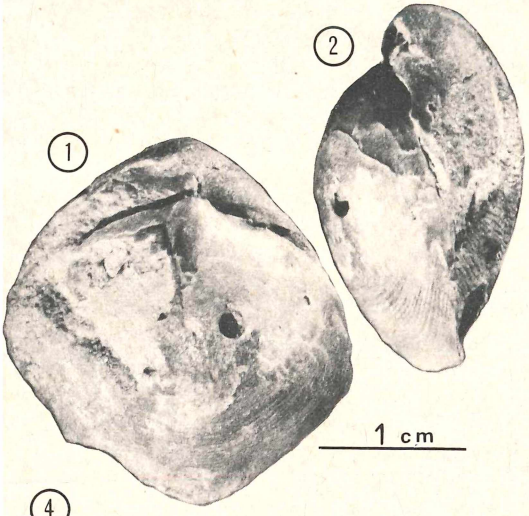
Erhaltung und Fundort: Das in Kalkschale überlieferte, doppelklappige Gehäuse aus dem Formenkreis der *Athyris concentrica* (BUCH) ist 2,8 cm lang, 2,6 cm breit und 1,7 cm dick (Sammlung Geol. Inst. Köln, GIK 793). Am Stirnrand sind die beiden Klappen wegen dorsoventraler Verdrückung beschädigt; es fehlen auch Teile der hinteren Armklappe und des Stielklappenwirbels (Abb. 1, Fig. 1, 2).

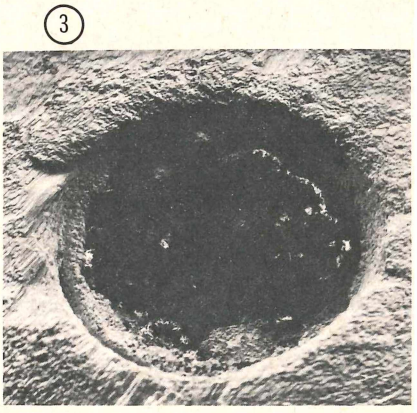
Der Athyride stammt aus einem Mergelschiefer (Ahütte-Folge: Hunnertsberg-Horizont), der am Berghang südöstlich vom alten Bahnhof in Ahütte (Eifel: Hillesheimer Mulde) ausstreicht (HOTZ, KRÄUSEL & STRUVE 1965) und dort den Übergang zwischen den Unteren (kalkig-mergeligen) und Oberen (sandig-mergeligen) Nohner Schichten markiert. Neben einigen Brachiopoden birgt das Gestein solitäre Rugose, vereinzelt auch Tabulaten und Stromatoporiden.

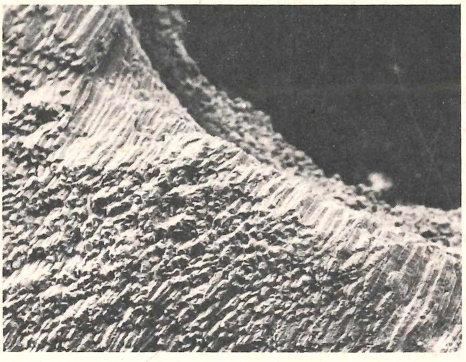
Beschreibung: Die Armklappe ist seitlich in der hinteren Gehäusehälfte trepaniert worden. An der durchlöcherten Stelle blieb von der dünnen kalkigen Primärschicht nichts mehr erhalten. Selbst die Sekundärschicht, die wie ein Mauerwerk durchdrungen wurde (Abb. 1, Fig. 5) ist außen ziemlich abgetragen. Bei starker Vergrößerung (Abb. 1, Fig. 6, 7) kann man die schräggestellten, ursprünglich in Gewebehüllen ausgeschiedenen Kalzitprismen klar erkennen.

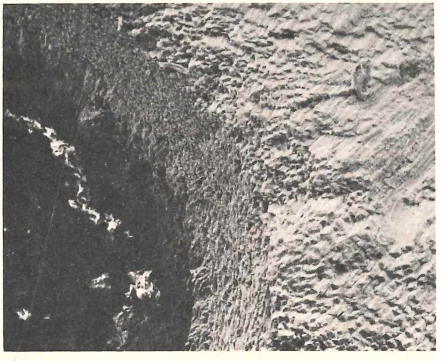
Abbildung 1. Zylindrisch angebohrtes Athyrididen-Gehäuse (Formenkreis der *Arthyris concentrica*) aus den Nohner Schichten (u. M.-Devon) der Hillesheimer Mulde (Ahütte; Eifel).

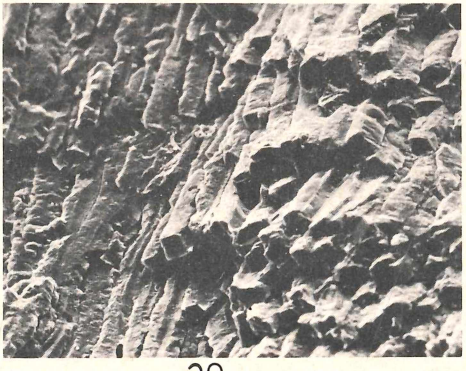
Figur 1. Armklappenansicht; Perforation in der hinteren Gehäusehälfte.
Figur 2. Seitenansicht des Gehäuses; Perforation der erhaltenen Schale deutlich.
Figur 3. Vergrößerter Ausschnitt (REM-Aufnahme) des fast kreisrunden Bohrloches; äußere Randzone nicht abgeschrägt, aber mit nischenartigen Ausbrüchen. Stufenförmiger innerer Absatz und rosettenähnlicher Durchbruch.
Figur 4. Vergrößerter Ausschnitt der Fig. 3 (REM-Aufnahme). Nischenartig ausgebrochener Bohrlochrand. Über dem Durchbruch ein stufenförmiger Absatz.
Figur 5. Wie Figur 4; Bohrloch schneidet fast senkrecht in die Schale ein; keine Spuren von schalenlösenden Sekreten. Über dem Durchbruch ist der Innenrand abgestuft.
Figur 6. Vergrößerter Ausschnitt (REM-Aufnahme) der Sekundärschale im trepanierten Bereich der Armklappe.
Figur 7. Stärkere Vergrößerung wie Fig. 6. Die in Gewebehüllen ausgeschiedenen Kalzitnadeln sind ausgezeichnet überliefert worden.

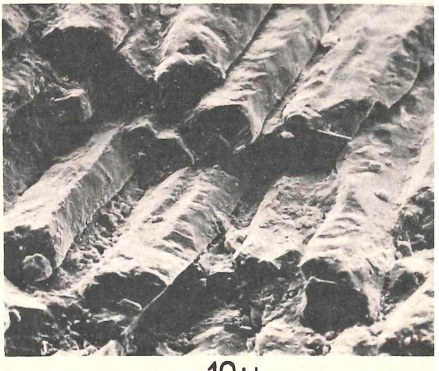

1
2
1 cm


3
1 mm


4
300 µ


5
300µ


6
30µ


7
10µ

Von außen erscheint das Loch zunächst nahezu drehrund (∅ 2,1 mm × 1,8 mm); jedoch sind in der Verlängerung des größeren Durchmessers (Abb. 2A) die Ränder eckig ausgebrochen — an einer Seite stärker als an der anderen (Abb. 1, Fig. 3). Es wird vermutet, daß diese Kerben beim Trepanationsakt entstanden. Ansonsten weist die äußere Öffnung stellenweise leichte Abschrägungen auf (Abb. 1, Abb. 2A; Fig. 3,5).

Die Klappe wurde nicht genau senkrecht zur Oberfläche durchlöchert, sondern ein wenig schief nach hinten. Kurz oberhalb des inneren Durchbruches setzt die steile und durchweg glatte Schachtwandung an einem stufenartigen Vorsprung ab. Deshalb ist der Durchmesser innen (∅ 1,7 mm × 1,3 mm) kleiner als außen; überdies hat die untere Öffnung einen unregelmäßig-ovalen, fast rosettenartigen Umriß.

4. Vergleich mit ähnlichen Schalen-Durchbrüchen

Die Armklappe des eifeler Athyriden wurde sicher von außen her durchstoßen. Daraus darf man folgern, daß die im hinteren Gehäuse massierte Weichkörpermasse das Ziel eines räuberischen Angriffs war. Weil es sich hier um einen Einzelfund handelt, besagt die Lage des Durchbruchs jedoch nicht viel, zumal andere Brachiopodenklappen an recht verschiedenen Stellen — manchmal mehrfach und selbst von innen her — durchlöchert worden sind (FENTON & FENTON 1931; BRUNTON 1966; CARRIKER & YOCHELSON 1968).

So ist auch die Stielklappe eines Strophalosiiden aus dem Oberdevon von Rukh (Afghanistan; Sammlung Geol. Inst. Köln, GIK 794) in Stirnrandnähe angebohrt worden (Abb. 2B). Der runde, äußere Umriß der auffallend großen (∅ 3,8 mm × 4,0 mm), schräg in der Klappe stehenden Bohrung ist übrigens auch nischenartig ausgebrochen, so daß der Vergleich zu Stemmarbeiten naheliegt.

Die Erörterung trepanierter devonischer Brachiopoden stützt sich bislang auf nordamerikanisches Fundmaterial (CLARKE 1908; FENTON & FENTON 1931b). Von den typischen Bohrlöchern der Schnecken weichen diese Perforationen noch am ehesten wegen der meistens fehlenden oder unvollständigen Rand-Abschrägungen ab. Andere Merkmale wie Rundungsgrade, Durchmesser, Wandungsglätten, Schachtneigungen und Innendurchbrüche variieren derartig, daß der Einzelfall kaum scharf abzugrenzen und eine Zuordnung höchstens bei Beachtung des ganzen Formenschatzes möglich ist. Das gilt genauso für die zylindrisch durchbohrten silurischen Ostracoden (MARTINSSON 1962) oder ordovizischen Brachiopoden (BUCHER 1938; CAMERON 1967; CARRIKER & YOCHELSON 1968). Einige Kriterien für die Bohrungen heutiger Raubmollusken sind in Tab. 2 den Befunden an trepanierten paläozoischen Schalenfossilien gegenübergestellt worden.

Die Ausführung der Löcher hängt natürlich auch mit den Dicken und Skulpturen der trepanierten Schalen zusammen (ZIEGELMEIER 1954). Nach den Durchmessern können jedenfalls die Bohrlöcher nicht sicher unterschieden werden, genausowenig wie der Vergleich

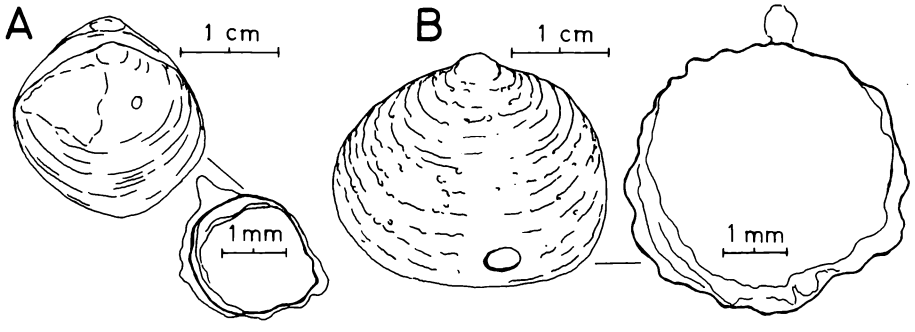


Abbildung 2. Lagen- und Größenvergleiche von zylindrischen Bohrlöchern in zwei devonischen Brachiopoden-Klappen.
A Athyridide aus dem Mitteldevon der Eifel; Bohrloch in der hinteren Hälfte der Armklappe.
B Strophalosiide aus dem Oberdevon von Rukh (Afghanistan); ungewöhnlich großes Bohrloch in Stirnnähe der Stielklappe.

mit den Spuren rezenter Bohrmollusken eindeutige Aussagen über die Zugehörigkeit ermöglicht. Schließlich handelt es sich um einen fossilen Formenschatz, der auf ausgestorbene Arten mit unbekannten Verhaltensweisen zurückgeht. Erkenntlich ist aber, daß die zylindrischen Bohrlöcher im Paläozoikum sowohl mit stoßenden oder brechenden als auch schneidenden oder abreibenden Werkzeugen ausgeführt worden sind, während Hinweise auf miteingesetzte, die Schalensubstanz auflösende Stoffe (Bohrdrüse!) vermißt werden.

5. Deutung des Urhebers

Der angebohrte Athyride endete wahrscheinlich als Beute eines karnivoren Evertebraten. Die Art der Überlieferung spricht nicht dafür, daß die Perforation auf die Verankerung eines nichterhaltenen, gestielten Epizoen zurückginge, wie es für durchbohrte ordovizische Brachiopoden- und Muschelklappen vermutet wird (CARRIKER & YOCHELSON 1968). Eine solche Annahme dürfte auch für silurische, an bevorzugten Stellen angebohrte Ostracoden (MARTINSSON 1962), ausscheiden.

Um welche Räuber es sich gehandelt hat, muß also offenbleiben (FISCHER 1962a,b). Alle Schnecken, die mit paläozoischen Schalentrepanationen in Zusammenhang gebracht worden sind (FENTON & FENTON 1931; CAMERON 1967) gehören jedenfalls bis auf *Subulites* zu ausgestorbenen Archaeogastropoden-Familien (FISCHER 1962a,b). Darunter gibt es heute kaum karnivore und gar keine bohrenden Arten. Überdies sind die stratigraphischen Reichweiten der vermuteten Bohrschnecken (Tab. 1) viel zu kurz, um die über das ganze Paläozoikum (CARTER 1967) verbreiteten und stellenweise nicht einmal so seltenen (MARTINSSON 1962) Schalen-Trepanationen erklären zu können (SOHL 1969). Andererseits kennt man von rheinischen Fundstellen für Schnecken, Muscheln oder Brachiopoden noch keine aufgebohrten Gehäuse bzw. Klappen.

Der für die paläozoischen Bohrlöcher zusammengestellte Merkmalskatalog (CARRIKER & YOCHELSON 1968; Tab. 2) legt nahe, daß entweder bei einigen Archaeogastropoden im Paläozoikum die gleiche Fähigkeit entwickelt war wie später bei bohrenden Meso- und Neogastropoden (SOHL 1969) oder daß andere Organismen als Schnecken am Werke waren. In Betracht kämen dann an erster Stelle räuberische Tiere mit ähnlichen „Bohrwerkzeugen" wie bei Gastropoden.

Nachdem Radula und Kiefer von Goniatiten bekannt sind (CLOOS 1967), kommen natürlich einige davon als potentielle Feinde der benthischen Schalenfauna in Frage. Deshalb

	Bohrlöcher von Gastropoden (Naticacea, Muricacea)	Bohrlöcher von Cephalopoden (Octopoda)	Bohrlöcher in paläozoischen Schalenfossilien (Brachiopoden, Muscheln, Ostrakoden)
Äußerer Umriß	drehrund; Ø 0,03 mm - 3,0 mm	rundlich bis oval; Ø 0,4 - 1,9 mm · 0,6 - 3,2 mm	rundlich bis oval; Ø 0,1 mm · 4,0 mm
Außenrand	ringsum abgeschrägt	nur partiell abgeschrägt; schartig	selten ringsum, meistens partiell abgeschrägt; oft schartig
Schachtachse	senkrecht	oft schräg	meistens schräg
Schachtwandung	zylindrisch bis trichterförmig; glattwandig; manchmal gekehlt	meistens trichterförmig; oft abgestuft	zylindrisch, selten trichterförmig; oft abgestuft
Innere Öffnung	kleiner als äußere; drehrund, mondförmig oder oval	meistens viel kleiner als äußere; runder, ovaler oder unregelmäßiger Umriß	etwas kleiner als äußere; Umriß manchmal rund, meistens oval oder unregelmäßig

Tabelle 2. Merkmale zylindrischer Bohrlöcher verschiedener Urheber in rezenten und fossilen Evertebraten-Schalen.

ist es nicht unwahrscheinlich, wenn einseitig durchlöcherte Gehäuse karbonischer Productiden als Jagdspuren orthoconer Nautiliden hingestellt wurden (SARYCHEWA 1949). Eine frühe Fixierung gewisser Cephalopoden auf Brachiopoden wäre also denkbar, zumal die seltenen Funde trepanierter Schalenfossilien im Paläozoikum mit den geringen Populationsdichten und ökologischen Schranken für nektobenthische Cephalopoden im Litoral erklärt werden könnten.

Danksagung

Die Anregung, einen trepanierten Athyriden aus der Eifel vorzustellen und auf die damit verbundene Problematik hinzuweisen, kommt von Dr. Ellis L. YOCHELSON (U.S. National Museum, Washington D.C.), dem ich manchen Hinweis und Ratschlag zu diesem Thema verdanke. Vielleicht macht der Aufsatz auf ein gar nicht so vereinzeltes Phänomen aufmerksam, das bei mehr Material womöglich befriedigender gedeutet werden könnte als es bislang der Fall ist.

Literatur

ARNOLD, J. M. & ARNOLD, K. O. (1969): Some aspects of hole-boring predation by *Octopus vulgaris.* — American Zoologist **9,** 991—996.

BRUNTON, H. (1966): Predation and shell damage in a Viséan brachiopod fauna. — Palaeontology (London) **9,** 3, 355—359.

BUBLITSCHENKO, N. L. (1971): Unterkarbonische Brachiopoden des Erzaltai-Gebirges (Tarchan-Stufe). — Akadem. Nauk Kasachstoi SSR (Alma-Ata), 189 S.

BUCHER, W. H. (1938): A shell-boring gastropod in a *Dalmanella* bed of Upper Cincinnatian age. — American Journal of Science **236,** 1—7.

CAMERON, B. (1967: Oldest carnivorous gastropod borings, found in Trentonian (Middle Ordovician) brachiopods. — Journal of Palaeontology **41,** 1, 147—150.

CARRIKER, M. R. (1961): Comparative functional morphology of boring mechanisms in gastropods. — American Zoologist **1,** 263—266.

— (1969): Excavation of boreholes by the gastropod *Urosalpinx:* An analysis by light and scanning electron microscopy. — American Zoologist **9,** 917—933.

CARRIKER, M. R. & YOCHELSON, E. L. (1968): Recent gastropod boreholes and Ordovician cylindrical borings. — Geol. Survey Prof. Paper (Washington) **593-B,** 26 S.

CARTER, R. M. (1967): On the Biology and Palaeontology of some predators of bivalved Mollusca. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Amsterdam) **4,** 29—65.

CLARKE, J. M. (1908): The beginnings of dependant life. — Bull. New York State Museum **121,** 146—169.

CLOOS, D. (1967): Goniatiten mit Radula und Kieferapparat in der Itararé-Formation von Uruguay. — Paläontolog. Z. (Stuttgart) **41,** ½, 19—37.

FENTON, C. L. & FENTON, M. A. (1931a): Studies on the genus *Atrypa.* — American Midland Naturalist (Notre Dame) **12,** 1—18.

— (1931b): Some snail borings of paleozoic age. — American Midland Naturalist (Notre Dame) **12,** 522—528.

FISCHER, P. H. (1962a): Perforations des fossiles pré-tertiaires attribuées à des gastéropodes prédateurs. — Journal de Conchyliologie (Paris) **102,** II, 68—78.

— (1962b): Au sujet des perforations attribuées à des gastéropodes pré-tertiaires. — Journal de Conchyliologie (Paris) **102,** II, 45—47.

HECKER, R. F. (1960): Bases de la Paléoécologie (aus dem Russischen von J. ROGER). — Bureau de recherches géol. et min. ann. du serv. d'inform. géol. (Paris; Originalausgabe: Moskau 1957) **44,** 97 S.

HOTZ, E.-E., KRÄUSEL, W. & STRUVE, W. (1955): Die Eifel-Mulden von Hillesheim und Ahrdorf. — Beihefte Geol. Jb. (Hannover) **17,** 45—179.

JOHNSON, J. G. (1966): Middle Devonian brachiopods from the Roberts Mountains, Central Nevada. — Palaeontology (London) **9,** 1, 152—181.

JUX, U. & STRAUCH, F. (1965): Angebohrte Klappenreste des *Hysterolites (Acrospirifer) primaevus* — ein Hinweis auf palökologische Zusammenhänge. — Senckenbergiana leth. (Frankfurt a. M.) **46,** 1, 89—125.

MARTINSSON, A. (1962): Ostracodes of the family Beyrichiidae from the Silurian of Gotland. — Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala **61,** 369 S.

MÜLLER, G. (1968): Bohr-Röhren von unbekannten Anneliden und anderen Organismen in unterdevonischen Brachiopodenklappen aus der Eifel und dem Siegerland (Rheinisches Schiefergebirge). — Kölner Dissertation, 121 S.

PILSON, M. E. G. & TAYLER, P. B. (1961): Hole drilling by *Octopus.* — Science **134,** 1366—1368.

REYMENT, R. A. (1967): Paleoethology and fossil drilling gastropods. — Transactions Kansas Acad. of Science (Lawrence) **70,** 1, 33—50.

SARYCHEVA, T. S. (1949): Contribution à l'étude des lésions durant la vie des coquilles de productidés du Carbonifère. — Trav. Inst. Paléont. Acad. Sci. URSS 280—292.

SCHIEMENZ, P. (1891): Wie bohrt *Natica* die Muscheln an? — Mitt Zool. Station Neapel **10,** 153—169.

SOHL, N.F. (1969): The fossil record of shell boring by snails. — American Zoologist **9,** 725—734.

WODINSKY, J. (1969): Penetration of the shell and feeding on gastropods by *Octopus.* — American Zoologist **9,** 997—1010.

YAKOLEV, N. N. (1926): Sur les plus anciens gastéropodes perforants. — Soc. Paléont. Russie, Ann. **6,** 95—97.

ZIEGELMEIER, E. (1954): Beobachtungen über den Nahrungserwerb bei der Naticide *Lunatia nitida* DONOVAN (Gastropoda Prosobranchia). — Ber. deutsch. wiss. Kommiss. für Meeresforschung (List), Beih. **4** (Helgoländer wiss. Meeresuntersuch. **5,** 1), 33 S.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Ulrich Jux, Geologisches Institut der Universität zu Köln, Zülpicher Straße 49, D-5000 Köln 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 133

Autor(en)/Author(s): Jux Ulrich

Artikel/Article: Ein trepaniertes Athyriden-Gehäuse aus dem Mitteldevon der Eifel (Brachiopoda) 216-223