

Wie bohrt *Natica* die Muscheln an?

Von

P. Schiemenz

in Neapel.

Mit Tafel 11.

In den letzten Jahren habe ich einige Male, ich weiß nicht mehr wo, gelesen, dass die runden Löcher in den Muschelschalen, welche man so häufig am Meeresufer ausgeworfen findet, von *Natica* herrühren und zwar mittels der Radula gebohrt würden. Eine kleine Umschau in der Litteratur ließ mich denn auch erkennen, dass diese irrige Auffassung noch heute die allgemein gültige zu sein scheint. Viele Notizen über diesen Gegenstand habe ich freilich nicht gefunden, aber es mag wohl sein, dass sich in der so ausgedehnten Litteratur über Mollusken hier oder da zerstreut und verborgen hierhergehörige Bemerkungen vorfinden mögen, die mir nicht aufgefallen sind; doch hoffe ich, dass man mir das Übersehen derselben nicht zu hoch anrechnen wird. Selbstverständlich kann ich hier auch nur auf diejenigen Angaben Bezug nehmen, welche das Anbohren von Muscheln oder Schnecken betreffen, und ich lasse diejenigen über das Bohren in Stein, Kalk, Korallen oder Holz ganz bei Seite.

HANCOCK¹ glaubte gefunden zu haben, dass die Radulazähne

¹ ALB. HANCOCK, Note on the boring apparatus of the carnivorous Gasteropods etc. in: Ann. Mag. N. H. Vol. 15. pag. 113—114. 1845 und in: Amer. Journ. Sc. (2) Vol. 1. pag. 130—131. 1846.

Eine ältere Arbeit von RÉAUMUR, Observations sur la manière dont un petit coquillage appelé en latin Trochus ou Turbo, perce la coquille d'une moule pour succer la moule. in: Mém. Acad. Sc. Paris. 1705. Hist. pag. 25 ist mir nicht zugänglich gewesen.

der Eolididae z. Th. aus Kieselsäure bestehen, und schließt aus ihrer Ähnlichkeit mit den Zähnen von *Buccinum*, dass auch die letzteren Kieselsäure enthalten und so ihren Besitzer befähigen, auch ohne Anwendung von Säuren, die Schalen anderer Mollusken anzubohren. Jedoch schon KEFERSTEIN¹ bezweifelt das Vorkommen von Kieselsäure in der Radula und hebt hervor, dass HANCOCK's Befund von Niemand bestätigt worden ist. Dies hinderte jedoch WOODWARD nicht, HANCOCK's Angaben in der 2. Auflage seines Lehrbuches² von 1871 unbeirrt wiederzubringen, und eben so wenig FISCHER, den betreffenden Passus von WOODWARD in seinem Lehrbuche³ zu reproduciren. Später berichtete HANCOCK⁴, dass es ihm öfters gelungen sei, *Purpura* dabei zu überraschen, wie sie *Mytilus* ausfraß. Er glaubte auch da noch, dass das Loch, welches $\frac{1}{16}$ Inch im Durchmesser zu haben pflegte und gerade groß genug war, um den Rüssel durchtreten zu lassen, durch die als Feile dienende Radula gebohrt werde. Es entging diesem Forscher jedoch nicht, dass die Radula nicht so breit war als das Loch, und es kam ihm schwer verständlich vor, wie eine schmale, bandförmige Zunge ein so kreisrundes Loch bohren könne. Es fiel ihm auch auf, dass die Schalenepidermis von *Mytilus* im Umkreis des Loches nicht einen zerrissenen sondern einen ganz glatten, ebenfalls kreisrunden Rand besaß. LEUCKART⁵ schloss sich der Ansicht, dass die Radula das Bohrinstrument sei, an und dasselbe that KEFERSTEIN (l. c. pag. 1070). BOUCHARD-CHANTERAUX⁶ beobachtete wiederholt, wie *Buccinum*, *Purpura* u. a. innerhalb 4—6 Minuten Muscheln anbohrten und glaubte, dass dies vermittels einer aus dem Magen erbrochenen Säure geschehe, welche durch die Mündung des Rüssels direct auf die anzubohrende Stelle der Schale ergossen werde. Bei dieser Thätigkeit umgebe der Vorderfuß den Rüssel jederseits mit einem Lappen, die sich vorn an einander legen, so denselben wie mit einer Scheide umhüllen und auf diese Weise während

¹ BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. 3. Bd. Malacozoa 2. Abth. pag. 949.

² S. P. WOODWARD, A manual of the Mollusca etc. 2. ed. London 1871.

³ P. FISCHER, Manuel de Conchyliologie etc. Paris. 1850—1857.

⁴ ALB. HANCOCK, On the boring of the Mollusca into rocks etc. in: Ann. Mag. N. H. (2) Vol. 2. pag. 225—248. T. 8. 1848.

⁵ RUD. LEUCKART, in: BERGMANN & LEUCKART, Anatomisch-physiologische Übersicht des Thierreichs. 2. Ausg. Stuttgart 1855. pag. 124.

⁶ BOUCHARD-CHANTERAUX, . . . , Observations sur les hélices saxicaves du Boulonnais. in: Ann. Sc. N. (4) Tome 16. pag. 197—218. T. 4. 1861.

des Bohractes von dem Contact mit dem Meerwasser abschließen. Während des Bohrens mache das Thier mit keinem seiner Theile irgend welche Bewegungen. Wir werden später sehen, wie diese Beschreibung den Verhältnissen bei *Natica* außerordentlich nahe kommt.

LEIDY¹ tritt dagegen wieder der Ansicht von HANCOCK bei. Nach ihm befindet sich das Bohrloch immer in der Nähe der Umbonen, und er ist geneigt; anzunehmen, dass sich *Natica* diese Stelle darum aussuche, weil sie von beiden Adductoren gleich weit entfernt ist, und letztere daher von ihr aus leicht zerrissen werden könnten, wodurch die Schale geöffnet und so die Weichtheile der Räuberin zugänglicher gemacht würden. Wir werden auf diese Hypothese später zurückkommen. ISSEL² beschreibt die Lücher, welche *Murex erinaceus* in die Austernschalen bohrt. Sie haben 1,5—2,5 mm im Durchmesser, sind rund und außen ein wenig weiter als innen. Auch er hält die Radula für das Bohrwerkzeug und beschreibt sogar den Vorgang des Bohrens. Das Thier soll nämlich um einen festen Punkt herum, welcher der Spitze seines Rüssels entspricht, unregelmäßige Bewegungen, bald nach der einen bald nach der anderen Seite ausführen. Das Loch befindet sich meist über dem Adductor oder einem der hauptsächlichsten Eingeweide, niemals am Schloss oder am Rande. Man hat Verf. versichert, dass eine Auster von einem Monat von einem kleinen *Murex* in einer halben Stunde angebohrt würde, wonach ein erwachsener *Murex* für eine erwachsene Auster 8 Stunden nöthig haben würde. INGERSOLL³ nennt unter den der Muschelzucht am gefährlichsten Bohrern an erster Stelle (außer *Fulgur*) *Lunatia* (*Natica*) *heros*, welche sich der Radula zum Bohren bediene. LOCKWOOD (citirt nach INGERSOLL pag. 696) giebt eine detaillirte Beschreibung des Bohractes, wie er sich »nach seiner Ansicht« bei *Fulgur* abspielt. Nachdem sich das Thier vermittels seines Fußes befestigt hat, wird die bandförmige Zunge bogenförmig gekrümmt und dann mit einer Stelle dieses Bogens auf den ausgesuchten Punkt der Schale aufgesetzt und abwechselnd nach beiden Seiten gedreht,

¹ JOS. LEIDY, Remarks on *Maetra*. in: Proc. Acad. N. Sc. Philadelphia 1878. pag. 332—333.

² ART. ISSEL, Istruzioni pratiche per l'ostricoltura e la mitilicoltura. Genova. 1882. (pag. 158).

³ ERNEST INGERSOLL, Mollusks in general. in: Fisheries and fish industries of the U. S. by G. B. GOODE. Washington Sect. 1. Text pag. 657—710. 1884.

bis das Loch vollendet ist. Letzteres sei ganz »symmetrisch« und »regelrecht true«, und die Bohrthätigkeit sei sogar den Zähnen dienlich, indem diese durch die beschriebene Bewegung zugeshärft würden. Dessgleichen soll nach TARR¹ *Urosalpinx cinerea* sich beim Anbohren der Austern an der amerikanischen Küste der Radula bedienen. SIMROTH² dagegen ist der Meinung, dass die Löcher nicht allein von der Radula gebohrt werden, sondern dass vorher eine Anätzung der betreffenden Stelle der Schale durch Säuren stattfindet.

In einer früheren Mittheilung³ habe ich mir bereits erlaubt, für *Natica* wenigstens, daran zu zweifeln, dass die Radula oder Zunge das Bohrwerkzeug sei, und ich suchte dagegen eine auf der Unterseite des ausgestreckten Rüssels gelegene Drüse dafür verantwortlich zu machen. Näheres darüber theilte ich damals noch nicht mit, weil es mir nicht gelungen war, einige Beobachtungen, die ich für wünschenswerth hielt, anzustellen.

Wie bereits oben erwähnt, glaubte HANCOCK das Vorhandensein von Kieselsäure in der Radula auch bei den Raubschnecken annehmen zu müssen, offenbar von dem Gedanken geleitet, dass eine »hornige« oder »chitinöse« Radula nicht gut im Stande sein könne, Löcher in so harte Schalen, wie sie z. B. die *Venus*-Arten haben, zu bohren. Die Kieselsäure sollte dann wahrscheinlich nach seiner Ansicht den Zähnen der Zunge mehr Festigkeit verleihen.

Nach einer Untersuchung, welche Herr Dr. E. HERTER auf meinen Wunsch anstellte, findet sich in der Radula von *Natica* keine nachweisbare Menge von Kieselsäure, so dass also das Bedenken, die hornig-weichen und elastischen Zähne seien nicht im Stande, die in Rede stehenden Löcher zu bohren, vollkommen bestehen bleibt.

Nehmen wir jedoch vor der Hand einmal an, das Bedenken wäre nicht gerechtfertigt, und *Natica* bohre wirklich mit den Zähnen, so könnte unmöglich ein solches Loch resultiren, wie es die angebohrten Muschelschalen aufweisen.

¹ R. S. TARR, Natural enemies of the oyster. in: Science Vol. 6. pag. 392. 1885.

² H. SIMROTH, Bemerkungen zu Herrn SEMON's Aufsatz über die Ausscheidung freier Schwefelsäure bei Meeresschnecken. in: Biol. Centralbl. 9. Bd. pag. 257. 1889.

³ P. SCHIEMENZ, Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden (einschließlich der Pteropoden). 1. Theil. in: Mitth. Z. Stat. Neapel 7. Bd. pag. 467. Anmerkung 1. 1887.

Die Radula ist, wenigstens der Theil, welcher zur Wirkung kommt, wie bei den meisten Schnecken, so auch bei *Natica*, ein bandförmiges Organ, und die Zähne auf ihm sind so angeordnet, dass sie eigentlich nur in ganz bestimmter Richtung wirken können, und hiermit harmonirt auch die ganze Bewegung des Organs. Die mittleren Reihen der Zähne wirken nur in der Richtung vom vorderen Theile der Radula nach dem hinteren. Die seitlichen Zähne sind meist, und so auch bei *Natica*, lange, gekrümmte Haken, welche im Ruhezustande wegen der dann concaven Form der Radula von der Seite nach der Mittellinie eingeschlagen sind. Wenn sie in Thätigkeit treten soll, so wird die Radula nach vorn geschoben, dadurch ihre Rinneform ausgeglichen und die Seitenzähne aufgerichtet. Beim Rückwärtsziehen der Radula wird diese wieder concav, und die Seitenzähne schlagen nach der Mittellinie nach Art von Haken in die Beute, und zwar wird ihre Funktion dabei durch die medianwärts gerichtete Krümmung ihrer Spitzen verstärkt. Wenn man nun bedenkt, dass die Bewegung der Radula stets eine solche ist, dass man sie sehr passend mit dem Leeken unserer Zunge verglichen hat, so ist es absolut nicht einzusehen, wie dabei mit dem eben beschriebenen Zahnapparat ein nahezu kreisrundes Loch gebohrt werden kann. Zur Herstellung eines solchen müsste sich die Radula ganz um ihre Achse drehen. Ganz abgesehen davon, dass etwas Ähnliches bisher von Niemand und auch nicht von mir trotz meiner langjährigen Beschäftigung mit Mollusken gesehen worden ist, so ist eine solche Bewegung wegen der anatomischen Verhältnisse (Musculation etc.) der Zunge gar nicht möglich. Dass etwa dafür das Vorderende des Rüssels eine derartige Rotation ausführe, ist eben so unwahrscheinlich und zum Theil unmöglich¹. Es ist natürlich und sowohl in der Anatomie des Rüssels als der Zunge begründet, dass letztere nicht immer genau in gerader Linie nach vorn zu wirken braucht; im Gegentheil kann die Zunge ziemlich weit nach beiden Seiten ausholen, und ISSEL will das ja auch bei dem Bohracte bemerkt haben, aber auch durch noch so starkes Ausholen nach rechts oder links könnte niemals ein rundes Loch entstehen. Doch nehmen wir einmal an, dass in Wirklichkeit Zunge oder Rüssel eine vollständige Drehung um ihre Achse machen könnten, so folgt doch

¹ Von der Annahme, dass sich das ganze Thier während des Bohractes um einen Punkt der Muschelschale dreht, sehe ich ab; bei *Natica* wäre das ganz ausgeschlossen.

schon aus der Form und Insertion der Zähne, dass auch dann entweder gar kein Loch gebohrt werden könnte, oder dasselbe eine ganz andere Gestalt haben müsste als es in Wirklichkeit hat. Wenn *Natica* ihre Radula auf eine Muschelschale aufsetzen wollte, so würden mit dieser zunächst nur die großen Seitenzähne in Berührung kommen, weil sie die mittleren Reihen bei Weitem überragen. Würde nun von der Schnecke ein Druck ausgeübt, und das müsste doch zum Zwecke des Anbohrens geschehen, so würden die Seitenzähne wegen ihrer sehr nachgiebigen Befestigungsweise entweder nach außen oder innen umgeschlagen werden. Meist wird wegen der nach innen gekrümmten Spitze das Letztere stattfinden, und dann ist von einem Bohren durch sie keine Rede mehr. Es könnten dann höchstens die von den Seitenzähnen unbedeckten Reihen der Mittelzähne in Wirkung treten, und das Loch würde viel zu klein ausfallen. Nehmen wir aber den ersten Fall an, dass beim Andrücken der Radula die Seitenzähne mit der Spitze gerade so aufstießen, dass sie nach der Seite umgeklappt würden, so könnte im günstigsten Falle ein Loch resultiren, welches im Anfangsstadium einen Durchschnitt wie Fig. 13 zeigen würde, wo die seitlichen tiefsten Stellen (5) von den Seitenzähnen und die geringe Einsenkung auf dem centralen Plateau von den Mittelzähnen herrühren würde. Jedenfalls müsste man aber auch eine der Thätigkeit der einzelnen Zähne entsprechende concentrische Streifung wahrnehmen können. Im Übrigen gilt für die Mittelzähne bezüglich des Umklappens bei der Ausübung des Druckes ganz genau dasselbe wie für die Seitenzähne, nur dass dasselbe hier entweder nach vorn oder nach hinten stattfinden würde, wodurch die Chancen der Hervorbringung eines brauchbaren Loches noch um ein Bedeutendes herabgemindert werden.

Wenn man in ein Bassin mit vielem Sande und vielen *Natica* eine reichliche Menge Muscheln giebt¹, so findet man nach einiger Zeit außer durchgebohrten und ausgefressenen Schalen, wenn man den Sand durchwühlt, auch hier und da Muscheln, welche nicht vollständig angebohrt sind, weil die vielen *Natica* sich zum Theil gegenseitig bei dem Bohracte stören oder auch beim Durchwühlen des Sandes von Seiten des Beobachters veranlasst werden, ihre Opfer fahren zu lassen. Ein halbvollendetes Loch zeigt nun Folgendes. Zunächst ist es kreisrund oder beinahe kreisrund oder oval

¹ Man thut gut, hierzu die wärmeren Monate zu wählen, da im Winter die *Natica*, in den Bassins wenigstens, keine große Fresslust zeigt.

(Fig. 9), sein Rand fällt ziemlich steil ab und geht ohne besonders markirten Absatz in die ganz glatte Bodenfläche über. Ist das Loch noch sehr flach, so sind mitunter noch die Rippen auf dem Boden dadurch sichtbar, dass sie noch um ein ganz Geringes höher stehen (Fig. 8). Bei vielen Löchern ist der Boden genau in der Mitte mit einem bald größeren bald kleineren Centralhügel (*c.h.* Fig. 7 und 9) versehen, dessen Fuß allmählich in den Boden verstreicht; doch ist dies, wie gesagt, nur bei einem Theile der Fall, und bei manchen ist er kaum wahrnehmbar angedeutet. Der Boden des Loches ist mit einem feinen Staub bedeckt, welcher sich fortkratzen lässt, von einer concentrischen Streifung oder irgend welcher Bearbeitung durch Zähne ist aber absolut nichts zu entdecken. Auch die Epidermis der Schale ist im Umkreis des Loches ganz glatt und nicht etwa ausgerissen und ausgefasert, wie sie es sein müsste, wenn die Radula nach Art einer Raspel daran herumgearbeitet hätte. Wenn schon die ganze Beschaffenheit des Loches dagegen spricht, dass die Radula das Bohrorgan sei, so ist vor Allem das häufige Auftreten des Centralhügels ganz und gar nicht damit vereinbar. Denn da (von den eigentlichen Seitenzähnen abgesehen) die mittleren Reihen von den Mittelzähnen die höchsten sind, so müsste der Boden, mag die Radula nun als Raspel dienen oder durch Rotation bohren, gerade in der Mitte tiefer sein, genau so wie in Fig. 13 (im Durchschnitt).

Ich habe nur von *Natica* herrührende Bohrlöcher untersucht, und man könnte mir einwenden, dass andere Schnecken, z. B. *Murex*, doch vielleicht mit der Radula bohrten. Ich kann das natürlich nicht absolut in Abrede stellen. *Murex trunculus* und *brandaris*, welche ich gleichfalls mit Muscheln zusammen in den Bassins hielt, scheinen nicht zu bohren; ich sah sie nur über verendende andere Schnecken herfallen, indem sie ihren Rüssel zwischen Deckel und Schale hineinsteckten und das Thier herausfraßen. Aber immerhin erlaube ich mir auf Grund der Beobachtungen an *Natica* auch für die übrigen Schnecken ein anderes Bohrorgan als die Radula annehmen zu dürfen. Es ist wahr, dass z. B. eine Austernschale bedeutend weicher ist als eine *Venus*-Schale, aber dafür ist erstere auch dicker im Allgemeinen, und jedenfalls sind die Radulazähne verhältnismäßig so weich und elastisch, dass die Schnecken, wollten sie mit diesen bohren, wohl kaum die Freude der Vollendung des Loches erleben würden.

Wird die Bohrthätigkeit lange genug fortgesetzt, so wird schließlich der Boden der Grube an einer Stelle durchbrochen. Dies ge-

schicht nicht an einem beliebigen Orte, sondern meist an einer ganz bestimmten Stelle, nämlich in derjenigen Hälfte der Grube, welche der Vorderseite der Muschel zugekehrt ist. Das Loch zeigt dann mehr oder minder nierenförmige Gestalt (Fig. 7 und 4), und man erkennt an den mit *r* bezeichneten Stellen ganz deutlich die Wirkung der nunmehr in Thätigkeit tretenden Zähne der Radula, indem der schneidende Rand des Loches unregelmäßig ausgekerbt ist (Fig. 4). Offenbar erweitert das Thier mit Hilfe der Zähne nun das Loch, welches nach seiner Vollendung in Fig. 6 dargestellt ist. Es ist hier der Boden vollständig beseitigt, die äußere Öffnung ist ein gutes Stück weiter im Durchmesser als die innere, und der Rand der letzteren ist ziemlich scharf, zeigt jedoch in ganz verschiedenem Grade feine Einkerbungen. Nicht gar selten werden Muscheln gerade dort angebohrt, wo beide Schalen zusammenstoßen (fast immer hinten), dann bekommt das Loch wegen der nach innen vorspringenden Schalenränder eine etwas complicirtere Form (Fig. 10 und 11). Aber gerade diese Art von Löchern spricht zu deutlich dafür, dass die Radula nicht das Bohrorgan ist, denn so nadelspitz auslaufende Pfeiler, wie in Fig. 10, würden unfehlbar, wenn sie mit den Zähnen bearbeitet würden, abbrechen. Später bin ich noch auf eine Muschel aufmerksam geworden, welche gerade über dem Ligamente angebohrt war. Wenn das Loch auch nicht zur Vollendung gebracht war, so war sein Boden doch auf der einen Seite vom Ligament bereits durchbrochen und auf der anderen beinahe. Dennoch erhob sich mitten vom Boden das nur am hintersten Ende etwas zerfetzte, sonst aber intacte Ligament. Ein solches Verhältnis wäre beim Bohren mit der Radula unverständlich. Schon BOUCHARD-CHANTERAUX führt die scharfe Berandung und außerordentliche Dünne der Begrenzungswände der Löcher, welche gewisse Arten von *Helix* in Kalkfelsen bohren, als Beweis dafür an, dass diese Thiere eben nicht mit der Radula, sondern mit Hilfe eines sauren Sekretes bohren, und ich kann mich seinen Ausführungen nur anschließen.

Es ist allgemein bekannt, dass viele Meeresschnecken einen sehr sauren Speichel besitzen, und dieser ist denn auch wiederholt als Agens beim Anbohren der Muscheln durch Schnecken in Anspruch genommen worden. Es fragt sich nun, ob auch bei *Natica* eine säureproducirende Drüse vorkomme. MALARD¹ nimmt an, dass

¹ MALARD, . . ., Le système glandulaire oesophagien des Taenioglosses carnassiers. in: Bull. Soc. Philomath. Paris (7) Tome 11. 1887 pag. 108—111.

die Ösophagealdrüse eine solche sei und auch beim Bohren benutzt werde, allein in seiner kurzen Notiz vermissen wir für Beides den Beweis. Dagegen beschrieb TROSCHEL¹ seiner Zeit bei *Natica* vorn und unten am Rüssel eine »Saugplatte« und glaubt, dass dieselbe in der That der Besitzerin dazu diene, während des Bohraetes den Rüssel auf der Schale zu befestigen. Wenn auch die Abbildung, welche TROSCHEL davon giebt, richtig ist, so stellt sie doch das Thier mit halb eingezogenem Rüssel dar und giebt also keinen guten Begriff von ihr, so dass ich es für angezeigt halte, sie von Neuem abzubilden und zu beschreiben. Es ist dem Beobachter leider nicht oft gegönnt, derselben ansichtig zu werden, und ich gebe deshalb hier einige Winke, wie man sich ihren Anblick in natürlicher Lage verschaffen kann.

Da man *Natica* von den Fischern, welche sie auf den Markt bringen, meist massenhaft haben kann, so setzt man eine verhältnismäßig große Menge in ein niedriges flaches Gefäß, in dem sie ungefähr 1 cm mit Wasser bedeckt sind. Die Thiere schwellen sich bald und kriechen umher, von dem Gedanken beseelt, zu entweichen, woran man sie daher verhindern muss. Allmählich wird das Wasser der zur Athmung nöthigen Gase beraubt, und die Schnecken fangen an sich unbehaglich zu fühlen. Es findet sich dann meist die eine oder die andere darunter, welche besonders ärgerlich wird und nach den über sie hinwegkriechenden Kameraden beißt. Bei dieser Gelegenheit muss sie natürlich ihren Rüssel ausstülpen, wodurch die »Saugplatte«, die ich, den späteren Auseinandersetzungen vorgreifend, schon jetzt als »Bohrdrüse« bezeichnen will, sichtbar wird. Betupft man nun vorsichtig mit irgend einem kleinen Gegenstande die Radula, so beißen die Thiere zu, und man kann so, wenn man vorsichtig verfährt, den Rüssel lange genug ausgestreckt erhalten und die Bohrdrüse beobachten. Hält man eine Schlinge bereit, schiebt sie vorsichtig, so weit es geht, über den Rüssel und zieht zu, so kann derselbe von der Schnecke nicht wieder zurückgezogen und, ehe das Thier sich in die Schale einzieht, hinter der Schlinge abgeschnitten werden, wobei man das Thier an der letzteren aus dem Wasser hebt. Natürlich contrahirt sich nun das abgeschnittene Rüsselende heftig und mit ihr die Bohrdrüse, immerhin aber können sie ihre Lagebeziehungen nicht mehr ändern. Will man beide im ausgestreckten Zustande haben, so be-

¹ F. H. TROSCHEL, Das Gebiss der Schnecken zur Begründung einer natürlichen Classification. Berlin. 1. Bd. 1856—63.

täubt man die Schnecken durch langsamen Alkoholzusatz, und es finden sich dann hier und da welche, die vor dem Absterben den Rüssel herausstülpen, welchen man dann, wie oben angegeben, abschnürt und behutsam conservirt. In diesem Zustande ist das Rüsselstück meist nicht mehr im Stande, den durch die Zuschnürung in ihm bewirkten Turgor zu überwinden und wird fixirt, ehe es sich contrahiren kann. Man erhält so in der Form bessere Präparate, die freilich in histologischer Beziehung bereits einige Änderungen erlitten haben.

In Fig. 1 sieht man das Thier mit ausgestrecktem Rüssel und in *bdr* die Bohrdrüse. Fig. 3 zeigt das Vorderende des Rüssels und die Bohrdrüse von unten (beide leicht contrahirt). In Fig. 12 gebe ich einen schematischen Durchschnitt durch den unteren Theil des Rüssels (nur durch das Epithel angedeutet) mit der Drüse. Auf histologische Details will ich hier nicht eingehen, weil die Drüse in dem Besitze einer dicken Cuticula und einer geradezu fabelhaften Gefäßversorgung so viel Eigenthümliches bietet, dass es mir wünschenswerth erscheint, dieselbe eingehender im Zusammenhang mit anderen Säuredrüsen in einer besonderen Arbeit zu behandeln. Hier sei nur bemerkt, dass sie eine tellerartige Form hat und im Leben von gelblicher Farbe ist. Von der Wand des Ösophagus ist sie durch einen aus Polsterzellen (*po*) gebildeten Ringwulst (*rw*) getrennt. Nach TROSCHEL soll also dieses Gebilde eine »Saugplatte« sein, oder, wie es besser heißen müsste, ein »Saugnapf«. Wenn man die Saugnäpfe innerhalb der Molluskengruppe vergleicht, und ich verweise zu diesem Zwecke auf NIEMIEC¹, so sind es da besonders 2 Arten von Muskel-systemen, welche in die Augen fallen. Das eine besteht aus circulären Fasern und dient offenbar dazu, beim Ansetzen des Saugnapfes dessen Innenraum zu verkleinern. Das andere System besteht aus Fasern, welche ungefähr senkrecht auf die Innenwand gerichtet sind, durch ihre Contraction den Innenraum des Saugnapfes vergrößern und so denselben durch die Herstellung eines Vacuums befestigen. Ich glaube, man wird wohl kaum etwas dagegen einzuwenden haben, wenn ich diese beiden Systeme als für die Function eines Saugnapfes für absolut nothwendig erkläre. Von derartigen Muskel-systemen findet sich jedoch nichts bei der Bohrdrüse von *Natica*. Es heften sich hier an der Innenseite des Saugnapfes ent-

¹ J. NIEMIEC, Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal. in: Recueil Z. Suisse Tome 2. pag. 1—147. Taf. 1—5. 1885.

sprechenden Fläche zwischen den Drüsenschläuchen (*dr*) überhaupt gar keine Muskeln an, und von circulären Muskeln habe ich eben so wenig etwas entdecken können. Das einzige hier zur Verwendung kommende System von Muskeln ist das in Fig. 12 mit *m* bezeichnete. Es wird dieses gebildet von Fasern, welche von den Seiten kommend sich ungefähr über dem Mittelpunkte der Bohrdrüse kreuzen und dann radienartig der Peripherie zustrahlen. Sie heften sich dort an, wo der Ringwulst an die eigentliche Drüse grenzt, oder ziehen auch zum Theil zum Epithel des Ringwulstes selbst. Wenn diese Muskeln sich kontrahiren, so können sie nur die Wirkung haben, dass der Querdurchmesser der Bohrdrüse hinter der Drüsenschicht verkleinert, die letztere daher selbst nach außen hervorgewölbt, d. h. an einen etwa darunter gelegenen Gegenstand angedrückt wird. Dass durch diesen Druck auch die Entleerung des Secretes nach außen beschleunigt wird, ist sehr wohl möglich. Von einer Wirkung vorliegender Drüse als Saugnapf kann daher gar keine Rede sein¹. Zudem besitzt dieses Organ eine so enorm entwickelte Drüsenschicht, dass an seiner Natur als Drüse gar kein Zweifel obwalten kann.

Es fragt sich nun, ob diese Drüse zum Bohren benutzt wird. *Natica* bohrt unter dem Sande verborgen seine Opfer an, es ist daher nicht möglich, den Vorgang direkt zu beobachten, und es ist mir nicht geglückt, sie durch Hunger dazu zu bewegen, auch außerhalb des Sandes eine Muschel zu verzehren. Wir müssen daher auf andere Weise versuchen, die Beziehungen zwischen Loch und Bohrdrüse nachzuweisen.

Oben sagte ich, dass das Loch meist ganz oder beinahe kreisrund oder auch oval ist. Genau dasselbe gilt für die Bohrdrüse. Die Größe beider stimmt gleichfalls überein. Exacte Maße habe ich freilich nicht nehmen können, da man ja nicht immer zu jedem Loche die betreffende Bohrdrüse messen kann; aber ich glaube, dass ich die Übereinstimmung auch schon so nach meinen Beobachtungen behaupten kann. Wenn das Loch immer zuerst an der nach der Vorderseite der Muschel gelegenen Seite durchbricht, so stimmt das

¹ Die beiden Ansichten von TROSCHEL, dass dieses Organ als Saugplatte diene, und dass das Loch mit der Radula gebohrt werde, schließen sich, wegen der so nachbarlichen Lage beider Organe, gegenseitig vollständig aus. Diente die Bohrdrüse als Saugnapf, dann könnte die Radula keine großen Bewegungen mehr machen. Umgekehrt aber könnte sich die Drüse bei der Bewegung der Radula nicht anheften.

damit überein, dass die Drüse in ihrem hinteren Theile vielfach kräftiger entwickelt scheint. (Der hintere Theil der Drüse entspricht dem vorderen des Loches: vgl. Fig. 2.) Endlich aber, und das ist die Hauptsache, zeigt die Drüse, dem Centralhügel des unfertigen Loches entsprechend, sehr oft im Centrum eine Einsenkung. Man kann dieselbe in Fig. 3 sehen, wo sie freilich durch Schrumpfung etwas übertrieben und in Falten ausgezogen ist.

Wenn die Bohrdrüse ihre Function als solche erfüllen soll, so muss sie ein saures Secret haben. Betupft man nun bei einer Schnecke in dem Momente, wo sie ihren Rüssel herausstreckt, die Bohrdrüse mit Lackmuspapier, so wird man wohl, wie ich, meist keine oder alkalische Reaction erhalten. Aber dies ist natürlich, da das Papier zunächst nur mit dem Schleime des Thieres in Berührung kommt, welcher ziemlich stark alkalisch ist. Einer intimeren Berührung beugt aber die Schnecke sicher mit Einziehen des Rüssels vor. Ich legte daher eine ganze Menge Schnecken in ein Gefäß und stellte es zeitweilig in die Sonne, bis die Thiere anfangen abzusterben, musterte sie dann und fand eine riesige *Natica millepunctata* mit ausgestülptem Rüssel darunter. Das erste blaue Lackmuspapier, welches ich auflegte, und welches also wohl nur mit dem Schleime in Berührung kam, zeigte keine Reaction, dagegen färbten sich 3 weitere nach einander aufgelegte genau nur an den Stellen, wo sie der Drüse auflagen, roth, so dass also auch von dieser Seite aus die Bohrdrüse den an sie gestellten Anforderungen genügt. Welcher Natur nun die von der Drüse producirte Säure sein mag, das habe ich nicht untersuchen können. Allein, worauf Herr Dr. HERTER mich freundlichst aufmerksam machte, es dürfte wohl das feine Pulver, welches sich auf dem Boden der unfertigen Löcher findet, darauf hindeuten, dass wir es hier mit Schwefelsäure zu thun haben. Diese würde den kohlensauren Kalk der Schale lösen und als schwefelsauren gleich wieder als Pulver ausfallen. Ausscheidung gerade dieser Säure kommt ja, wie bekannt, auch bei anderen Prosobranchiern vor.

In einer früheren Abhandlung¹ suchte ich die Aufgaben, welche den einzelnen Theilen des Fußes zukommen, klar zu legen. Vom Hinterfuße sagte ich, dass derselbe als Reservoir bei der Translocirung des Wassers diene und wohl auch zum Festhalten der

¹ P. SCHIEMENZ, Über die Wasseraufnahme etc. 2. Theil. in: Mitth. Z. Stat. Neapel 7. Bd. pag. 465. 1887.

Muscheln während des Anbohrens Verwendung finde. In der That kann man gelegentlich beobachten, wenn man den Sand der Bassins, welche Muscheln und *Natica* enthalten, durchwühlt und die *Natica* heraushebt, dass bei manchen Exemplaren gleichsam mit Schleim bedeckte Muscheln aus dem Fuß herausfallen, wie auch bereits LEIDY (s. o.) angiebt. Ferner giebt MORSE¹ an, dass *Natica* ihren Fuß zum Ergreifen und Festhalten der Beute benutze. MEYER und MÖBIUS² berichten Ähnliches von *Buccinum* und *Nassa*. Durch einen glücklichen Zufall ist es mir gelungen, den Gebrauch des Fußes zu diesem Zwecke bei einer *Natica millepunctata* direct zu beobachten; allerdings war hier das Opfer nicht eine Muschel, sondern eine *Natica josephina*. Fig. 2 giebt die Stellung der *Natica millepunctata* bei diesem Acte wieder, nur habe ich für die Zeichnung eine *N. josephina* gewählt und an Stelle der als Opfer dienenden *N. josephina* eine *Venus* gesetzt, über deren Lage dabei ich später Einiges sagen werde.

Der Räuber hatte sein Opfer mit dem Hinterfuß fest umfasst, und zwar wurde besonders dessen hinterer Rand (*hr*) mit großer Kraft angepresst, ein Verhalten, das in der Figur nicht deutlich genug wiedergegeben ist. Die Umklammerung war derartig fest, dass ich die *Natica millepunctata* an der Schale fassen, mit ihrem Opfer aus dem Wasser herausheben, von allen Seiten betrachten und nach einander in 3 verschiedene Gefäße transportiren konnte, ohne dass sie sich abhalten ließ, ihr Opfer mit der Radula zu bearbeiten³. Merkwürdig dabei war, dass die *Natica josephina* sich nicht einfach in ihre Schale zurückzog. Wenngleich, wie es schien, sie einige Male daran von ihrer Feindin verhindert wurde, so war dies doch oft sicher nicht der Fall. Dass hier die *Natica* ihr Heil

¹ E. S. MORSE, A classification of Mollusca, based on the principles of cephalisation. in: Proc. Essex Inst. Salem, Mass. Vol. 4. pag. 174. 1865.

² H. A. MEYER & K. MÖBIUS, Fauna der Kieler Bucht. Leipzig 2. Bd. 1872. pag. 51 und 52.

³ Da dieses Individuum im Gegensatz zu den meisten anderen seiner Species so wenig empfindlich war, benutzte ich es dazu, um nach meiner früher angegebenen Methode die Menge des aufgenommenen Wassers zu bestimmen. Es hatte das in so fern Interesse, als *Natica millepunctata* ihren Fuß, und speciell den Vorderfuß, bei Weitem weniger schwellt als *josephina*. Es ergab sich denn auch, dass dieses Exemplar, welches im zusammengezogenen Zustande noch nicht ganz 5 ccm Wasser verdrängte, beim Zusammenziehen nur 5 ccm Wasser abgab, wovon nun aber noch 1 ccm oder etwas mehr auf das anhaftende Wasser zu rechnen war.

lediglich in der Flucht suchte, beweist einmal wieder, dass die Thiere von ihrer Fähigkeit sich einzuziehen, gar nicht so oft Gebrauch machen, wie es manche Forscher anzunehmen geneigt waren, um ihre Ansicht, wonach das aufgenommene Wasser zur Athmung diene, zu stützen. Überhaupt habe ich gefunden, dass das Einziehen fast nur stattfindet, wenn man die Thiere aus ihrem Element, sei es der Sand oder das Wasser, herausnimmt.

Die Stellung, welche der Vorderfuß in Fig. 2 einnimmt, hatte ich früher schon einige Male beobachtet; sie war stets mit einem Ausstrecken des Rüssels verbunden. Es ist klar, dass die Schnecke, wenn der Vorderfuß seine gewöhnliche Stellung und Form beibehält (Fig. 1), gar nicht zu ihrem Opfer gelangen kann. Er wird daher von vorn her in der Mitte eingezogen und bildet dann vermittels zweier Wülste (*w*) um den Rüssel eine Scheide, während seine seitlichen Theile mit zum Festhalten der Beute benutzt werden. Ich mache darauf aufmerksam, wie diese Stellung ungefähr mit derjenigen harmonirt, welche BOUCHON-CHANTERAUX (s. o.) bei anderen Schnecken beschreibt.

Die Bohrlöcher befinden sich meist, wie schon LEIDY (s. o.) bemerkt, in der Nähe der Umbonen. Indessen glaube ich nicht, dass die Schnecke sich gerade diese Stelle aussucht mit der Absicht, recht bald zu den Adductoren zu gelangen. Es würde der Schnecke, welche die Muschel von hinten ausfrisst, gar nichts nutzen, wenn die letztere ihre Schalen öffnete: im Gegentheil würde durch die Öffnung nur Sand eindringen, an dem der Schnecke sicher nichts gelegen ist. Außerdem wird aber gerade das Öffnen der Schale durch das Festhalten mit dem Hinterfüße verhindert. Man muss sich natürlich die Frage vorlegen, warum die Schnecke sich immer gerade diese außerordentlich dicken Stellen der Schale aussucht, aber ich glaube, dass man darauf eine sehr einfache Antwort geben kann, ohne der *Natica* irgend welche Überlegung zuzuschreiben.

Von 79 Muscheln, die ich daraufhin untersuchte, waren nur 2 gerade auf der Mitte der Umbonen, 14 davor, aber 61 dahinter angebohrt. Bei 22 von den letzteren, 4 von den vorn angebohrten lag das Loch auf der Schalennaht, mehr oder minder von der Mittellinie entfernt (Fig. 10 und 11). Bei 2 Muscheln befand sich das Loch am Schalenrand, einmal nach vorn, einmal nach hinten von der verticalen Mittellinie. Wenn man in Betracht zieht, dass man in den Wasserbassins nicht die natürlichen Bedingungen bieten kann, und dass die Muscheln, besonders wenn man viel *Natica* hineinthat,

unruhig werden und oft unnatürliche Stellungen annehmen, so kann man wohl ganz sicher aus den obigen Befunden folgern, dass die Muscheln meist hinter den Umbonen angebohrt werden. Im Übrigen waren auch in einem Bassin mit tiefer Sandschicht alle 13 Muscheln, welche dort ausgefressen waren, von hinten angebohrt.

Eine andere Zusammenstellung ergibt, dass von obigen Muscheln 28 das Bohrloch, oder doch dessen größten Theil auf der rechten, 49 auf der linken Schale trugen, so dass also die Stellung der Muschel der Schnecke gegenüber ungefähr so ist, wie ich es in Fig. 2 angegeben habe. Die Muscheln werden also von vorn angegriffen. Man könnte vielleicht auch hier versucht sein, anzunehmen, dass *Natica* die Muscheln desshalb von vorn angreift, weil so dieselben am Entweichen gehindert werden, aber ich glaube, dass die Verhältnisse doch viel einfacher liegen. Die Muschel steckt, wie bekannt, schief im Sande, indem das Hinterende mit den Siphonen der Oberfläche des Sandes zugekehrt ist. Da die *Natica* noch tiefer im Sande kriechen, so werden sie die Muscheln zunächst an ihrem Vorderrande spüren und auch von dort her anfallen. Wenn sie nun eine Muschel umklammert haben und ihren Rüssel herausstrecken, so trifft das Vorderende mit der Bohrdrüse, je nach dem Verhältnis der Größe von Schnecke und Muschel, verschieden weit auf den hinteren Theil der Muschel, und damit hängt es wohl auch zusammen, dass gerade die größeren Muscheln den Umbonen am nächsten angebohrt sind. Durch diese Stellung kommt es auch, dass das hintere Ende der Drüse dem der vorderen Hälfte der Muschel zugekehrten Theile des Loches entspricht, und dass der erste Durchbruch im Boden desselben gerade vorn erfolgt und an den Stellen *r* (Fig. 4 und 7) mit den Zähnen bearbeitet ist. Sowie nämlich die Schnecke bemerkt, dass ein genügender Durchbruch erfolgt ist, so setzt sie ihre Radula in Thätigkeit und sucht das Loch durch Wegbrechen des dünnen Randes vermittels der Zähne (wohl besonders Seitenzähne) zu vergrößern. Der Körper der Schnecke hat, vermöge der Schalenwindung nach rechts, seinerseits auch bis zu einem gewissen Grade eine Richtung nach dieser Seite, dem Fuße gegenüber, und so mag es wohl kommen, dass der Rüssel beim Ausstrecken ebenfalls etwas nach rechts gerichtet ist und demgemäß in den meisten Fällen die linke Schale der Muschel trifft (Fig. 2), die ja gerade umgekehrt orientirt ist.

Bei dem Auffinden der Muscheln leisten die Fühler der *Natica* wohl kaum irgend welche Dienste. Ich habe nie beobachtet, dass

dieselben zum Tasten benutzt werden. Nur wenn das Glas, in denen *Natica* saßen, erschüttert wurde, dann wurden sie nach vorn gerichtet. Was die Thiere mit ihren Fühlern unter dem Sande machen, kann man natürlich nicht beobachten; eine große Bewegungsfähigkeit dürften sie wohl dort kaum besitzen. Man pflegt oft Variation. Verminderung resp. Verdoppelung eines Organs als Zeichen anzusehen, dass es auf dem Wege ist, rudimentär zu werden. Da möchte ich denn bemerken, dass bei *Natica josephina* ziemlich häufig nur 1 Fühler vorhanden ist, und dass ich einmal einen mit 2 Spitzen gesehen habe.

Das Organ, dessen *Natica* sich zum Tasten bedient, ist wie bei vielen anderen Schnecken der vordere Rand des Vorderfußes. Schon eine flüchtige Beobachtung lehrt dieses. Seine Innervation ist daher auch außerordentlich reichlich, wie ich das bereits in meiner Arbeit über die Wasseraufnahme¹ angegeben habe. Es gelang mir auch einmal, direkt zu beobachten, wie eine *Natica*, die so dicht an der Glaswand eines Bassins unter dem Sande saß, dass ich sie sehen konnte, vorsichtig den Fuß aus dem Sande herausstreckte und nach einer dort liegenden Muschel tastete. dann ein wenig näher herankroch und abermals den Fuß emporstreckte und die Muschel betastete. Leider wurde der weitere Fortgang durch eine andere *Natica* gestört.

Ich möchte diese kleine Arbeit mit einem biologischen Fragezeichen beschließen, welches wohl eigentlich nicht hierher gehört, aber doch hier einen Platz finden mag, weil es *Natica* betrifft. Ich

¹ 2. Theil. pag. 453—459. Brock behandelt (Zeit. Wiss. Z. 48. Bd. 1889. Zur Neurologie der Prosobranchier pag. 67—83 Taf. 6—7) die Innervation des Vorderfußes einiger Schnecken und schildert auch die maschenförmigen Complexe bei *Natica*. Er citirt dabei auch meine Figur, jedoch nicht den Text, in welchem bezüglich dieser Schnecke bereits ungefähr dasselbe angegeben ist, was Brock später gefunden hat. Brock sagt, es sei die physiologische Bedeutung dieser Nervenendausbreitung vollkommen räthselhaft und unerklärlich, dass gerade der Fuß so ungeheuer reich an Nerven, das Tastorgan par excellence dagegen, der Fühler, so spärlich damit versehen sei. Er glaubt es der Zukunft vorbehalten zu müssen, den Schleier hierüber zu lüften. Ich muss gestehen, dass ich nicht begreife, wie man so etwas sagen kann. Es genügt, wie oben bemerkt, auch die allerflüchtigste Beobachtung, um zu erkennen, dass bei *Natica* etc. eben nicht die Fühler, sondern der Vorderrand des Vorderfußes das Tastorgan par excellence ist. Dass hier ein solcher Funktionswechsel stattgefunden hat, mag wohl, unter Anderem, auch damit zusammenhängen, dass die Fühler unter dem Sande kaum ihrer Aufgabe als Tastorgane gerecht werden könnten.

habe öfters Gelegenheit gehabt zu beobachten. wie Individuen dieser Art, mehr oder minder tief im Sande, viele Tage lang an einer Stelle saßen, ohne auch nur irgend wie wesentlich ihre Lage zu ändern. Wie bringt es in diesem Falle das Thier fertig, dafür zu sorgen, dass die genügende Menge Wasser behufs Athmung seine Kiemenhöhle durchspült, und wie verhindert es, dass nicht der Sand durch den Siphon des Fußes (Fig. 1 und 2 s) in die Kiemenhöhle dringt?

Neapel, April 1891.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

- Fig. 1. *Natica josephina* mit ausgestrecktem Rüssel. *bdr* Bohrdrüse; *de* der den Deckel verbergende hintere Schalenlappen des Hinterfußes; *hf* Hinterfuß; *vf* Vorderfuß; *r* Rüssel; *s* vom Fuß gebildeter Siphon; *t* Tentakel.
- Fig. 2. *N. j.* eine Muschel anbohrend (Combinationsfigur). Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 1. Dazu: *hr* Hinterrand des Vorderfußes; *mu* Muschel; *w* Wülste des Vorderfußes, welche gebildet werden, um den Rüssel passieren zu lassen.
- Fig. 3. Vorderes Ende des Rüssels von *N. j.* von unten. *m* Mundöffnung; *bdr* Bohrdrüse.
- Fig. 4. Bohrloch in $\frac{3}{4}$ Vollendung. *h* ist dem hinteren, *v* dem vorderen Theile der Muschel zugekehrt; *r* Stellen, wo die Radulazähne besonders wirken.
- Fig. 5. Ganze Muschelschale mit Bohrloch. *h* und *v* wie in Fig. 4.
- Fig. 6. Vollendetes Bohrloch in einer Muschelschale stärker vergrößert.
- Fig. 7. Bohrloch, bereits ein wenig durchgebrochen. *c. h.* Centralhügel; *h* und *v* wie in Fig. 4.
- Fig. 8—9. Bohrloch, noch ohne Durchbruch. *c. h.* wie in Fig. 7.
- Fig. 10—11. Zwei auf der hinteren Schalennaht angebohrte Muscheln.
- Fig. 12. Schematischer Schnitt durch die Bohrdrüse. *e* Cuticula; *dr* Drüsen-schläuche; *ep* Epithel; *m* Muskeln der Bohrdrüse; *po* Polsterzellen; *rw* Ringwulst.
- Fig. 13 zeigt, wie der Durchschnitt eines Bohrloches aussehen müsste, wenn die Radula das Bohrorgan wäre und durch Rotation bohrte; *s* bezeichnet das Wirkungsfeld der Seitenzähne.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1891-1893

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Schiemenz Paulus

Artikel/Article: [Wie bohrt Natica die Muscheln an? 153-169](#)