

Ueber die doppelten Spermatozoen einiger exotischer Prosobranchier.

Von

Dr. Brock

in Göttingen.

Hierzu Tafel XVI, Fig. 5—9.

Die eigenthümliche Thatsache, dass eine grosse Anzahl von Prosobranchiern zweierlei Spermatozoen besitzt, von denen die einen mit den gewöhnlichen Samenelementen der Mollusken übereinkommen, die anderen meist sehr abweichend und charakteristisch gestaltet sind, steht bis heute im ganzen Thier- und Pflanzenreiche vereinzelt da. Lange Zeit nur von der uns am leichtesten zugänglichen *Paludina vivipara* bekannt, ist in neuester Zeit das Vorkommen doppelter Spermatozoen v. M. v. BRUNN, dem wir eine sorgfältige Arbeit über die Spermatogenese der *Paludina* verdanken¹⁾, auch bei zahlreichen Meeresprosobranchiern nachgewiesen worden²⁾. Da viele grössere und kleinere Gruppen der Prosobranchier ausschliesslich oder vorwiegend exotisch sind, nahm ich während eines beinahe einjährigen Aufenthaltes im indischen Archipel die einem Naturforscher selten gebotene

1) M. v. BRUNN, Untersuchungen über die doppelte Form der Samenkörper bei *Paludina vivipara*, in: Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXIII 1884 auch sep. als Leipzig. Dissert. Ferner M. v. BRUNN, Weitere Funde von zweierlei Samenkörperformen in demselben Thiere, in: Zool. Anz. VII, 1884, p. 546.

2) v. JHERING hat diese Entdeckung (nach mündlichen und schriftlichen gleichzeitigen Mittheilungen) schon im Winter 1878—79 in Neapel gemacht, meines Wissens aber niemals etwas darüber veröffentlicht.

Gelegenheit wahr, dahin gehende Untersuchungen anzustellen. Leider blieben dieselben bei weitem hinter der Ausdehnung zurück, welche ihnen zu geben ursprünglich beabsichtigt war, da mich sowohl das Sammeln bald fast ausschliesslich in Anspruch nahm, als auch, wie ich an einem anderen Orte ausführlicher dargelegt habe (Sitzungsber. Berlin. Akad. 1886, Bd. II), die äusseren Umstände an meinem jeweiligen Aufenthaltsorte nicht dazu angethan waren, mir embryologische oder histologische Untersuchungen sehr zu erleichtern.

Trotz dieser Beschränkung sind indessen eine weit grössere Anzahl von Prosobranchiern untersucht worden als die wenigen weiter unten beschriebenen. Ich habe es gleichwohl vorgezogen, alle die Beobachtungen zu unterdrücken, wo ich nicht sicher bin, vollkommen entwickelte Geschlechtsproducte untersucht zu haben; dann aber ist leider unterlassen worden, die Fälle zu notiren, wo nur eine Art von Spermatozoen gefunden wurde, was, wie mir eine ganze Anzahl im Gedächtniss gebliebener Fälle beweisen, durchaus keine Seltenheit war. Der der Wissenschaft aus dieser Unterlassungssünde erwachsene Verlust dürfte kein allzu grosser sein, da man um gelegentliche Beobachtungen über das Vorkommen nur eines Samenelementes wissenschaftlich verwerthen zu können, zuerst nachgewiesen haben muss, dass die Formen mit doppelten Samenkörpern dieselben ausnahmslos das ganze Jahr über haben, was bis jetzt noch nicht geschehen ist.

Die nachstehend beschriebenen Spermatozoen sind mit wenigen Ausnahmen, die an ihrem Ort namhaft gemacht werden sollen, durchaus nur frisch in der Hodenflüssigkeit des Thieres untersucht worden. Ich bemerke das besonders mit Hinsicht auf die fadenförmigen Spermatozoen, an denen ich so complicirte Structurverhältnisse, wie sie neuerdings besonders von v. BRUNN und PLATNER beschrieben worden sind, nicht gesehen, aber auch nicht besonders danach mit Reagentien gesucht habe.

Die schon von dem Entdecker v. SIEBOLD eingeführten Bezeichnungen „wurmformige“ und „haarformige“ Spermatozoen werde ich bei folgender Beschreibung ebenfalls beibehalten.

Die eigenthümlichsten und bizarrsten Formen von wurmförmigen Spermatozoen, welche bis jetzt bekannt geworden sind, finden sich in der kleinen Familie der Alaten (mit den beiden Hauptgenera *Strombus* und *Pteroceras*). Hier bilden dieselben (Fig. 1 a von *Pteroceras lambis*, Fig. 6 a b von *Strombus lentiginosus*) lange spindel-

förmige Körper, welche in der Richtung ihrer Längsaxe allseitig von einer undulirenden Membran umgeben sind, die, an dem Aequator der Spindel am breitesten, sich nach den Polen zu beträchtlich verschmälert, so dass der Umriss des ganzen Spermatozoons eine langgezogene Ellipse wird. Solange das Samenkörperchen am Leben ist, laufen fortwährend langsame Contractionswellen, von denen etwa 5 bis 6 zu gleicher Zeit sichtbar sind, die undulirende Membran entlang; werden die Wellen stärker, so haben sie eine Ortsbewegung zur Folge, welche etwas Flatterndes hat und genau derjenigen gewisser Turbellarien gleicht. Die Bewegungen der undulirenden Membran können so heftig werden, dass man die einzelnen Wellen mit dem Auge nicht mehr unterscheiden kann.

Das Innere des Spermatozoonkörpers ist so vollständig erfüllt mit grossen, stark lichtbrechenden fettähnlich glänzenden Körpern, dass von eigentlichem Protoplasma gar nichts zu sehen ist. Diese Inhaltkörper sind wohl ursprünglich mehr oder minder kugelförmig, aber durch gegenseitigen Druck polygonal abgeplattet und in genau 4 Längsreihen so angeordnet, dass sie vom Aequator der Spindel nach den Polen hin beiderseits an Grösse abnehmen¹⁾. An den Polen, wo sie schliesslich sehr klein werden, wird auch ihre Anordnung eine mehr regellose, gegen den Aequator wird aber die streng vierzeilige Anordnung nur ausnahmsweise durchbrochen, indem sich statt eines Körpers deren 2 oder 3 kleinere finden. Bei *Pteroceras* erfüllten die glänzenden Körper ausnahmslos den ganzen Spermatozoonkörper, bei *Strombus* sind mir indessen Fälle vorgekommen, wo sie nur die eine Hälfte der Spindel oder noch weniger einnahmen, wobei dann die freie Hälfte sich von einem vollkommen hellen, hyalinen Protoplasma ohne alle gröbere Einschlüsse erfüllt zeigte. Ueber die chemische Natur dieser glänzenden Körper kann ich nur sagen, dass es kein Fett ist, da sie sich an Schnittpräparaten von Hoden, welche die Paraffineinbettung durchgemacht hatten, noch erhalten zeigten; mit den Glycogen-Reaktionen war ich zur Zeit dieser Untersuchungen leider noch nicht vertraut, dieselben unterblieben daher. Die Länge der wurmförmigen Samenkörper kann bis auf 180 μ steigen.

Die undulirende Membran, welche bisweilen eine feine Längsstreifung erkennen lässt, ist so ausserordentlich zart, dass sie unmittelbar,

1) Vielleicht hat M. v. BRUNN eine ähnliche Structur im Auge, wenn er die wurmförmigen Spermatozoen von *Vermetus* als „höchst sonderbar maiskolbenartig gestaltet“ beschreibt (in: Zool. Anz. VII, p. 547).

nachdem die Bewegungserscheinungen aufgehört haben, fast momentan zerfällt. An solchen ihres Flossensaumes ganz oder theilweise beraubten Spermatozoen sah ich dann zu meiner Verwunderung an einem der beiden Pole Wimperbüschel hervorragen, welche meiner Erinnerung zufolge niemals Bewegung zeigten, dagegen als Bündel feinsten Fädchen sich in den Zelleib hinein verfolgen liessen; bisweilen war auch nur ein solches Wimperbüschel vorhanden. Das Auftreten dieser Gebilde, von denen vorher absolut nichts zu sehen war, setzte mich anfangs nicht wenig in Erstaunen, ich musste zur Erklärung annehmen, dass sie im Leben von dem halbflüssigweichen undulirenden Saume, mit dem sie ganz gleiches Lichtbrechungsvermögen besitzen müssen, allseitig umhüllt und so der Wahrnehmung entzogen werden. Ich sehe nachträglich, dass M. v. BRUNN bei *Murex brandaris* etwas Aehnliches gefunden hat (l. c. p. 86 d. Sep.-Abdr.). Hier ist der spindelförmige Samenkörper wie bei *Paludina* von einem aus einem Bündel feinsten Fäden bestehenden axialen Strang durchzogen; der Protoplasmamantel „zieht sich aber beim Absterben häufig zurück und lässt nun ebenfalls einen kurzen Wimperbüschel erkennen; an normalen lebenden Entwicklungsformen ist dieser letztere überall noch frei. Das umhüllende Protoplasma ist von zahlreichen verschiedenen grossen Vacuolen durchsetzt“. Mit dieser Beschreibung stimmen gewisse Entwicklungsstadien²⁾, die ich bei *Pteroceras* recht häufig antraf (Fig. 5 c), recht gut überein. Hier zeigten sich regelmässig an dem einen Ende zwei freie Wimperbüschel; dieselben setzten sich in den Zelleib als je ein Bündel sehr feiner Fäden fort (ähnlich den ENGELMANN'schen Wimperwurzeln), die sich in gleichbleibender Dicke bis zum entgegengesetzten Ende der Zelle verfolgen liessen, ohne zu einem „Wimperstiel“ zu verschmelzen. Der obere (den Wimperbüscheln benachbarte) Theil der Zelle ist mit grossen Vacuolen erfüllt, während im unteren schon die stark glänzenden Körper alles Protoplasma verdrängt haben, wonach zu urtheilen, vielleicht ein genetischer Zusammenhang zwischen beiden Gebilden besteht.

Die Spermatozoen von *Strombus* erscheinen etwas länglicher und

1) Da die wurmförmigen Spermatozoen unzweifelhaft von Zellen abstammen, habe ich mir im Text gestattet, die Zell-Terminologie auf sie anzuwenden. Alle Versuche, mit Farbstoffen und anderen Reagentien einen Kern bei ihnen nachzuweisen, schlugen fehl.

2) Wenigstens deute ich die in Fig. 5 c dargestellten Bilder so, wobei ich gern zugeben will, dass die betreffenden Gebilde vielleicht nicht mehr normal waren. Für unsere Zwecke kommt aber darauf nichts an.

schlanker als die von *Pteroceras*. Sonst kann ich keinen Unterschied an ihnen wahrnehmen.

Die Gestalt der haarförmigen Spermatozoen von *Pteroceras* giebt Fig. 5b, von *Strombus* Fig. 6c wieder. Ein scharf abgegrenztes Mittelstück konnte ich an ihnen nicht finden, wenn auch der auf den Kopf folgende Abschnitt des Schwanzes oft dicker und stärker lichtbrechend schien. Das vordere, etwas zugespitzte Ende des Kopfes unterschied sich von dem übrigen Theil desselben durch leichtere Färbbarkeit, etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen und löste sich bei Behandlung mit Essigcarmin leicht ab. Dasselbe fand ich bei *Cypraea annulus* (Fig. 8b rechts), weiter verfolgt habe ich indessen die Sache nicht.

Das Zahlenverhältniss der haarförmigen zu den wurmförmigen Spermatozoen ist mindestens 500:1, vielleicht noch grösser, natürlich beruht die angegebene Zahl nur auf einer ungefähren Schätzung¹⁾.

Bei allen drei *Cypraea*-Arten, welche ich untersucht habe, war das Vorderende des wurmförmigen Spermatozoons (als welches ich dasjenige bezeichne, das bei der Bewegung in der Regel vorausgeht) durch ein kleines kegelförmiges, stark lichtbrechendes Mützchen oder Käppchen ausgezeichnet, wie es ähnlich nach v. BRUNN auch bei *Murex brandaris* (l. c. p. 86) vorkommt. Einen Axenstrang habe ich nirgends nachweisen können, wenn man nicht eine feine, aber sehr deutliche Längsstreifung des Protoplasmas bei *Cypraea annulus* und *lurida* als einen dicken, den Inhalt des Samenkörpers ganz oder fast ausfüllenden Axenstrang betrachten will. Jedenfalls lehrt die Fig. 2b in v. BRUNN's mehrfach citirter Arbeit, dass auch bei *Paludina vivipara* am völlig frischen Object der Axenstrang in der Regel nicht zu sehen ist.

Die wurmförmigen Spermatozoen von *Cypraea caput serpentis* L. (Fig. 7a) gleichen langgestreckten Cylinderzellen, welche an dem breiteren Ende einen Saum kurzer Härchen, an denen nie Bewegungen wahrgenommen wurden, tragen, an dem schmäleren

1) Es ist eigenthümlich, dass die wurmförmigen Samenkörper des nahe verwandten *Aporrhais pes pelecani* L. welche v. BRUNN in Neapel untersucht hat, demselben zu keiner Bemerkung Veranlassung geben.

jenes oben erwähnte glänzende Käppchen. Die stark lichtbrechenden, grün glänzenden, geformten Einschlüsse waren von zweierlei Art, nämlich erstens gröbere Körnchen bis zu $1\ \mu$ Durchmesser, die besonders im breiteren Theil der Zelle aufgehäuft waren, aber den an den Wimperbesatz angrenzenden Abschnitt der Zelle stets frei liessen, und unmessbar feine Körnchen, welche, in dichten Längsreihen angeordnet, die schmalere Hälfte der Zelle erfüllten, aber auch niemals ganz das spitzere Ende erreichten.

Das Verhältniss der wurmförmigen Spermatozoen zu den fadenförmigen (welche man Fig. 7b abgebildet findet) ist mindestens 1:500. Ihre Länge schwankt zwischen 40—60 μ .

Die wurmförmigen Spermatozoen von *Cypraea annulus* (Fig. 8a) sind schlanke spindelförmige, an beiden Polen aber nicht gleichmässig zugespitzte Gebilde. Dem stumpferen Pol sitzt das Käppchen auf, dem entgegengesetzten spitzeren genähert, aber ihn nie erreichend findet sich eine kleine Ansammlung von verschieden grossen, regellos gelagerten Körperchen, welche in Bezug auf Farbe und Glanz mit den gleichen Elementen bei *C. annulus* ganz übereinstimmen.

Ganz ähnlich geformt, aber am spitzeren Pol lang pfriemförmig ausgezogen fand ich die wurmförmigen Spermatozoen einer dritten Art, die ich, wenn auch mit Zweifel, als *Cypraea lurida* bestimmte (Fig. 9a). Bemerkenswerth ist, dass geformte Einschlüsse hier absolut fehlen. Die wurmförmigen Spermatozoen waren hier in noch geringerem Verhältniss vorhanden, denn ich schätzte auf mehrere Tausend fadenförmige Spermatozoen erst ein wurmförmiges.

Die Länge der wurmförmigen Samenelemente von *Cypraea annulus* war c. 60 μ , von *C. lurida* c. 70. Beide zeigten lebhaft schlängelnde, nematodenartige Bewegungen.

Ganz ähnlich gebaut, wie bei *Cypraea lurida*, waren auch die wurmförmigen Spermatozoen eines *Tritonium* (*lampas*?). Eine nähere Beschreibung und Abbildung von ihnen zu geben, unterlasse ich, weil meine Skizzen zu flüchtig sind und *Tritonium* zu den von v. BRUNN in Neapel genauer untersuchten Genera gehört, über die uns ja eine ausführlichere Arbeit in Aussicht gestellt worden ist.

v. BRUNN hat in seiner Abhandlung über die Samenkörper der *Paludina* auch eine Erklärung der räthselhaften Thatsachen zu geben

versucht, mit welchen wir uns soeben beschäftigt haben. Gestützt auf den von ihm erbrachten, sicherlich äusserst wichtigen und bedeutungsvollen Nachweis, dass die wurmförmigen Spermatozoen bei der Befruchtung keine Rolle spielen, erklärt er sie für bedeutungslose, rudimentäre Producte des Hodens und glaubt in ihnen eigenthümlich modificirte abortirte Eier erblicken zu können, welche auf eine Abstammung der Prosobranchier von hermaphroditischen Formen hinweisen.

Wir werden im Folgenden auseinandersetzen, weshalb uns diese Deutung nicht glücklich scheint.

Ich glaube, es ist zunächst etwas verfrüht, aus dem Umstande, dass die wurmförmigen Samenkörper keine Function als Samenkörper, d. h. bei der Befruchtung, haben, zu schliessen, dass ihnen überhaupt keine zukommt. Es ist ein so allgemeiner Erfahrungssatz, dass jedes organische Product oft in der denkbar vollkommensten Weise seinen speciellen Zwecken und Lebensbedingungen angepasst ist, dass die daraus gezogenen Schlüsse fast die Gültigkeit mathematischer Sätze beanspruchen können. So können wir überall, wo an einem Naturproduct ein eigenthümlicher und hoch specialisirter Bau wahrgenommen wird, mit an Gewissheit grenzender Wahrscheinlichkeit annehmen, dass derselbe einem ganz besonderen Zweck dient, auch wenn wir zur Zeit nicht die geringste Vorstellung davon haben. Diese zum Allgemeingut der Wissenschaft gewordenen Sätze auf vorliegenden Fall angewendet, ist es doch klar, dass, um behaupten zu können, die so hoch und eigenthümlich organisirten wurmförmigen Spermatozoen der Prosobranchier wären functionslose, rudimentäre Organe, dafür doch äusserst gewichtige positive Gründe vorgebracht werden müssten. Das ist aber nicht geschehen.

Zweitens hat in dem Falle, dass über die Function resp. die Functionslosigkeit eines Organes Zweifel herrschen, der Nachweis, dass es ein rudimentäres Organ ist, auf vergleichend anatomischem oder embryologischem Wege zu geschehen. Es muss der Nachweis einer complete Homologie mit einem noch functionirenden Organ bei verwandten resp. ancestralen Formen geführt und zugleich gezeigt werden, dass die Abweichungen in Bau und Entwicklung bei dem supponirten rudimentären Organe als Rückbildungsvorgänge aufgefasst werden müssen. Auch dieser Nachweis ist von v. BRUNN nicht erbracht worden, konnte auch der Lage der Dinge nach nicht einmal versucht werden. Denn was ist wohl einem Molluskenei unähnlicher als die

wurmförmigen Spermatozoen der Prosobranchier? v. BRUNN versucht zwar, einige Aehnlichkeit in der Entwicklung beider Gebilde wahrscheinlich zu machen, allein ich glaube schwerlich, dass er jemand damit überzeugen dürfte. Wer seiner eigenen Darstellung im beschreibenden Theil seiner Arbeit aufmerksam gefolgt ist, wird vielmehr zu dem Schluss kommen, dass in der Entwicklung zwar eine gewisse Uebereinstimmung mit den gewöhnlichen haarförmigen Spermatozoen vorhanden ist, keineswegs aber mit Eiern.

Drittens soll v. BRUNN gern zugegeben werden, dass wir über die Phylogenie der einzelnen Molluskenklassen noch bedauerlich wenig wissen, aber, wenn etwas darin nach dem heutigen Stande der That-sachen als sicher gestellt gelten kann, so ist es der Satz, dass die Prosobranchier auf getrenntgeschlechtliche, nicht auf hermaphroditische Stammformen zurückgeführt werden müssen. Einen eingehenden Beweis für diese Behauptung anzutreten, ist hier nicht der Ort, es mag daher die Bemerkung genügen, dass sämtliche Molluskenphylen, welche durch sehr niedrig organisirte Ausgangsformen, Vorherrschen eines bilateral symmetrischen Bauplanes etc. sich als die ursprünglicheren erweisen, mit seltener Einstimmigkeit auf einen getrenntgeschlechtlichen, streng bilateral-symmetrisch gebauten Geschlechtsapparat als Ausgangspunkt hinweisen (Prosobranchier, Muscheln, Cephalopoden), während die durch Hermaphroditismus characterisirten Phylen (Opisthobranchier, Pulmonaten, Pteropoden) schon in ihren niedrigsten Vertretern sich als hoch differenzirt erweisen und wahrscheinlich erst aus den andern hervorgegangen sind, auch wenn wir den Punkt ihrer Abzweigung noch nicht kennen. Ich glaube daher, dass man auch aus den Verwandtschaftsverhältnissen der Prosobranchier schwerlich ein Argument zu Gunsten der v. BRUNN'schen Deutung der wurmförmigen Spermatozoen herleiten kann.

Viertens sollte man annehmen, dass, wenn die doppelten Samenkörper mit hermaphroditischen Vorfahren der Prosobranchier in Beziehung zu bringen wären, gerade die niederen Formen des Prosobranchier diese Eigenthümlichkeit zeigen müssten. Nun sind wir zwar über die Verbreitung doppelter Spermatozoen bei den Prosobranchiern bis jetzt nur sehr ungenügend unterrichtet, aber wir können schon jetzt mit Sicherheit aussprechen, dass gerade den niedrigstehenden Formen die wurmförmigen Spermatozoen durchweg fehlen¹⁾, während

1) Bei *Patella* und *Haliotis* fand ich schon im Sommer 1877 in Triest

sie bei den höheren Abtheilungen zahlreicher auftreten und gerade in der unstreitig am höchsten differenzirten Ordnung der Probosciferen bei sämmtlichen bisher daraufhin untersuchten Familien gefunden worden sind. Aus diesem Thatbestande würde sich eben schon jetzt mit ziemlicher Sicherheit der für die v. BRUNN'sche Theorie verhängnissvolle Schluss ziehen lassen, dass der Besitz doppelter Spermatozoen eine Eigenthümlichkeit ist, die sich erst innerhalb der Prosobranchier entwickelt hat.

Aus allen diesen Gründen muss ich die v. BRUNN'sche Deutung vor der Hand für unannehmbar erklären. Eine bessere habe ich aber nicht an ihre Stelle zu setzen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

- Fig. 5 a. Wurmformiger Samenkörper von *Pteroceras lambis*.
 Fig. 5 b. Haarformige Samenkörper von *Pteroceras lambis*.
 Fig. 5 c. Entwicklungsstadium (?) des wurmförmigen Samenkörpers von *Pteroceras lambis*, vergl. Text, p. 618.
 Fig. 6 a. Wurmformiger Samenkörper von *Strombus lentiginosus*.
 Fig. 6 b. Derselbe, aber mit zurückgeschlagener, undulirender Membran, wie solche Bilder bei kräftig sich bewegenden Spermatozoen häufig zur Anschauung kommen.
 Fig. 6 c. Haarformige Spermatozoen von *Strombus lentiginosus*.
 Fig. 7 a. Wurmformige Spermatozoen von *Cypraea caput serpentis*.
 Fig. 7 b. Haarformige Spermatozoen derselben Art.
 Fig. 8 a. Wurmformige Spermatozoen von *Cypraea annulus*.

nur die gewöhnlichen fadenförmigen Spermatozoen, und auch PATTEN (in: Zool. Anz. VIII, 1885, p. 236, weiss bei *Patella* nur von einer Art. Die wurmförmigen Spermatozoen fehlen ferner bei *Neritina* v. BRUNN, (l. c. p. 66), ebenso wie bei der nächst verwandten *Nerita* (wenigstens bei indischen Arten), ferner nach meinen Untersuchungen bei dem auf den indischen Korallenriffen gemeinen *Trochus niloticus* und einer nicht sicher bestimmten *Turbo*-Species.

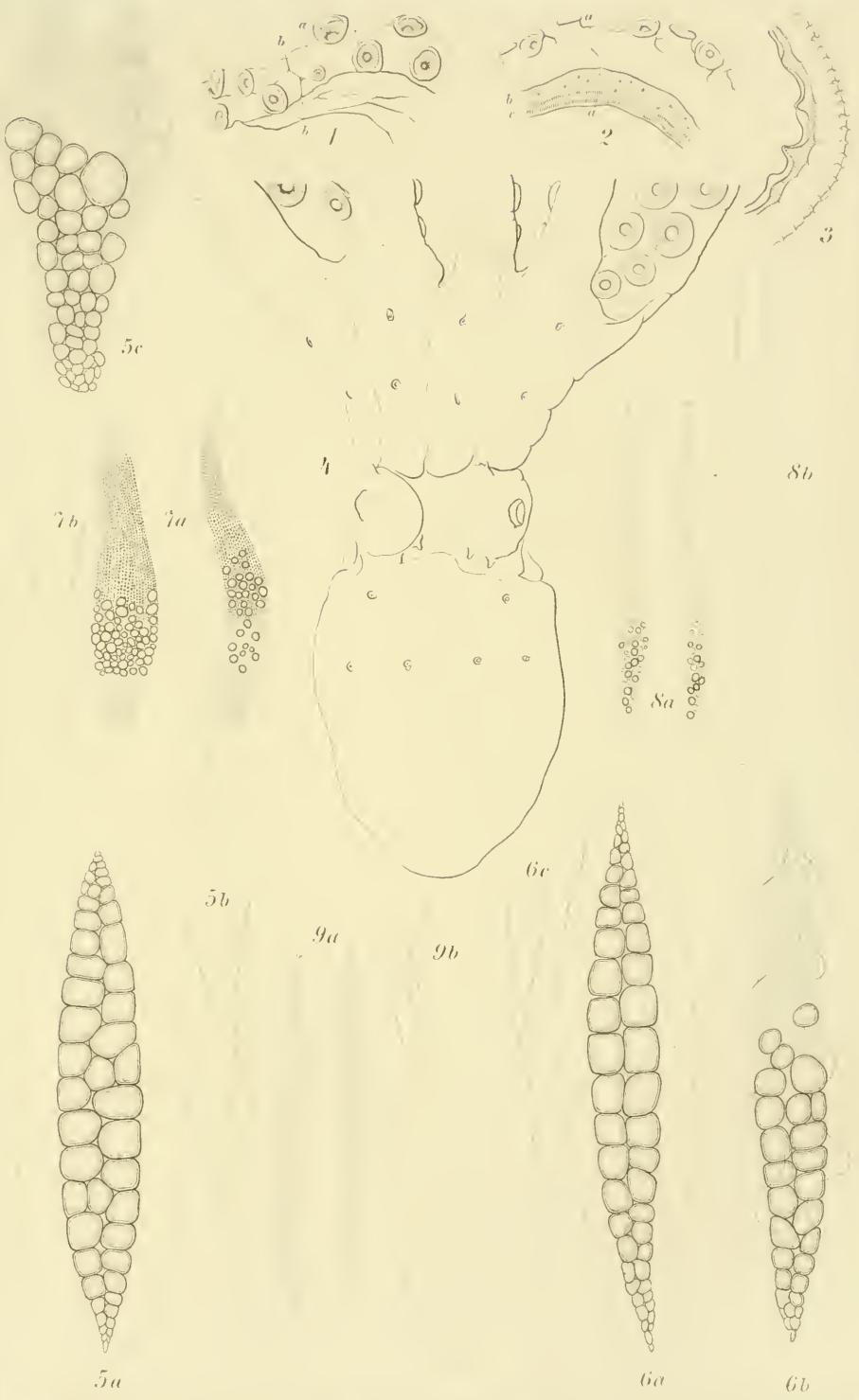
Fig. 8 *b*. Haarförmige Spermatozoen derselben Art. Das linke Spermatozoon frisch, das rechte mit Essigcarmin behandelt.

Fig. 9 *a*. Wurmformige Spermatozoen von *Cypraea lurida* (?).

Fig. 9 *b*. Haarförmige derselben Art.

Sämmtliche Figuren sind, mit Ausnahme von Fig. 4 *b*, z. Th. nach frischen lebenden Präparaten gezeichnet. Die angewendete Vergrößerung ist durchweg WINKEL $\frac{1}{2}_4$ homog. Immers. Ocul. I (Vergr. c. 800).

Göttingen, im November 1886.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Brock

Artikel/Article: [Über die doppelten Spermatozoen einiger exotischer Prosobranchier. 615-624](#)