© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

keinem Zweifel unterliegen, dass bei den entoparasitischen Trematoden schon vom ersten Auftreten dieser Parasiten angefangen, bereits zwei Arten der Infektion ihrer Wirte nebeneinander vorkamen: eine direkte Infektion durch die Trematodenlarven und eine Infektion durch Vermittlung verschiedener provisorischer Wirte, d. h. von Tieren, die den definitiven Wirten zur Nahrung dienen.

Ebenso wie in anderen Fällen, von denen oben die Rede war, hat sich auch hier von diesen beiden ursprünglichen Arten der Infektion mit der Zeit die zweite Art, d. h. die Infektion durch Vermittlung provisorischer Wirte, festgelegt, welche die Parasiten mit größerer Sicherheit zu ihrem Ziele führt. (Fortsetzung folgt.)

Die „Hörbläschen" der Leptosynapta bergensis. Ein Beitrag zur Kenntnis der statischen Organe.

Von Dr. Siegfried Becher,
Privatdozent an der Universität Gießen.

Seit der Zeit, als Johannes Müller (1850 und 1852) zum ersten Male von Synaptidenlarven die „Bläschen mit zitternden Doppelkörnern" beschrieb, sind diese Organe vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Thomson (1862) beobachtete dieselben an Jugendstadien der *Leptosynapta inhaerens*, Keferstein — dessen Beobachtung jedoch von allen Forschern unberücksichtigt blieb — sah diese Organe (wenigstens ein Paar) bei *Rhabdomolgus ruber* (1862) und zwar am ausgewachsenen Tiere. Auch die „Kalkkonkretionen" im Innern dieser Otolithenblasen waren ihm nicht entgangen. Demgegenüber konnten eine ganze Reihe anderer Forscher bei erwachsenen Tieren keinen Inhalt in den Bläschen finden, so Baur (1864), dem zu Ehren die in Rede stehenden Organe auch als Baur'sche Bläschen bezeichnet werden, so Théel, Danielssen und Koren und Hamann. Da auch das Vorhandensein einer nervösen Verbindung mit den Radiärnerven beim erwachsenen Tier in Abrede gestellt wurde, so schien Hamann's Ansicht (1884, S. 24), der die Bläschen als Larvenorgane erklärte, wohlbegründet. Indessen hatten inzwischen Théel und Danielssen und Koren an Tiefseeholothurien die Organe wiedergefunden und hier auch bei erwachsenen Tieren eine Menge (bis über 100) fester Otolithen angetroffen. R. Semon (1887, 2) fand dann die Inhaltskörper auch bei den Synaptiden, bei denen ihr Fehlen so bestimmt in Abrede gestellt worden war. Ihre Identität mit Joh. Müller's Doppelkörnern erklärte er dadurch in befriedigender Weise, dass er zeigte, dass die Inhaltskörper Zellen sind, deren Plasma durch einen Einschluss zu einer dünnwandigen Hohlkugel aufgetrieben ist. So lange der Einschluss bei Larven noch klein ist, liegt er neben dem runden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kern und bildet mit ihm zusammen das Doppelkorn. Später wird der Kern durch das starke Wachstum des Einschlusses platt gedrückt und liegt dann in dem dicksten Teile der Plasmahaut der Zelle als flaches Scheibchen. Der Einschluss der Zelle soll nach Semon flüssig sein. Derselbe Autor zeigte auch, dass die vermisste nervöse Verbindung mit dem Radiärnerven doch vorhanden sei und begründete so im wesentlichen die Ansicht, die sich in der Folgezeit immer wieder bestätigt hat.

Die Hörbläschen der Synaptiden liegen immer nahe dem Ursprung der fünf Radialnerven aus dem Nervenring und zwar immer zu zweien, an jeder Seite des Nervenstammes eins (s. Fig. 1). In

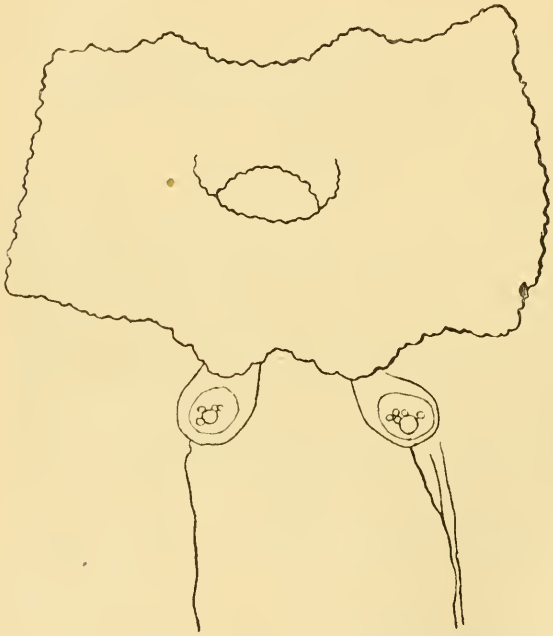


Fig. 1.

Umrisse eines radialen (durchlochten) Kalkringgliedes, des durchtretenden Radiärnerven und der diesem ansitzenden zwei Statozysten. Mit dem Zeichenapparat nach dem Leben gezeichnet. Zeiß, Obj. ee, Ocul. 1, Vergr. 112.

gleicher Lage wurden diese Organe bei allen darauf untersuchten Synaptiden gefunden, so dass man ihr allgemeines Vorkommen in dieser Gruppe von Holothurien mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann. Von dem histologische Bau mag an dieser Stelle nur noch erwähnt werden, dass die Wand des Bläschens aus einer einfachen Lage kubischer Zellen gebildet wird, die an der dem Nerv zugekehrten Stelle etwas höher sind. Außen legt sich eine dünne Lamelle wahrscheinlich bindegewebigen Ursprungs an. —

Lange Zeit hindurch hat man die Baur'schen Bläschen als Gehörorgane, als Otozysten angesehen. Wenn diese Ansicht auch nicht ganz widerspruchslos geblieben war, so schien sie doch die nächstliegende Annahme zu sein. Für Semon, der die Funktions-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

fähigkeit der Organe beim fertigen Tier dargetan hatte, musste auch die Frage nach dem Zweck derselben an Interesse gewinnen. Er bestätigte aber (1887, 1, p. 286) die Beobachtung von Quatrefages, dass die Tiere für gewöhnliche Töne taub sind; d. h. wenigstens nicht darauf reagieren. Daraus folgt jedoch nicht, dass sie nicht möglicherweise dazu da sind, „andersartige Schwingungen zu perzipieren“ (l. c.). Die Synapten sind z. B. für Erschütterungen außerordentlich empfindlich und vielleicht könnten die Baur'schen Bläschen dazu da sein, diese Erschütterungen wahrzunehmen (l. c.). In seiner zweiten Mitteilung (1887, 2) beschränkt sich Semon auf den Hinweis, dass die Besonderheiten der *Synapta*-Otozysten (keine langen Sinneshaare, nicht kristallinische Einschlusskörner) wohl auf eine Besonderheit der Funktion gegenüber den entsprechenden Organen anderer Tiergruppen hinwiesen, dass aber ja auch bei diesen die Funktion meist sehr dunkel sei.

Gerade in den 80er Jahren begann sich nun die Ansicht von einer statischen Funktion der Gehörbläschen anderer Tiergruppen Bahn zu brechen. In dem Sinnesorgan am oberen Pol der Ctenophoren hatte man ein solches statisches, die Bewegungen regelndes Organ kennen gelernt; der neue Gesichtspunkt wurde ebenso auf andere mit „Hörbläschen“ versehene Tiergruppen ausgedehnt und gab Anlass zu entscheidenden und hochinteressanten Experimenten. In demselben Jahre wie Semon's Mitteilungen über die Baur'schen Bläschen der Synaptiden erschienen Delage's Untersuchungen „Sur une fonction nouvelle des otocystes comme organes d'orientation locomotrice“ (1887) und bald wurden die hier mit dem Experiment belegten Anschauungen auch von einem französischen Forscher auf die Hörbläschen der Synaptiden ausgedehnt: nämlich von L. Cuénot im Jahre 1891. Cuénot konnte diese Ansicht (s. 1891, p. 506) um so mehr vertreten, als er selbst der Meinung war, dass der Einschluss der Inhaltszellen ein fester mineralischer sei (l. c., p. 499). Solche schwere, immer an die unterste Stelle der Blase sinkende Inhaltskörper mussten der Hypothese einer statischen Funktion natürlich weit günstiger sein als die flottierenden Zellen mit Flüssigkeitsvakuolen, wie sie Semon beschrieb.

Weitere Aufklärungen über die Funktion der „Hörbläschen“ verdanken wir H. L. Clark. Schon in seiner Abhandlung über *Synaptula hydriformis* (*Synapta viripara*) (1898, S. 78) sprach dieser Forscher die Ansicht aus, dass es sich in den Baur'schen Bläschen um Organe handelt, die den Zweck hätten, die Lage des Tieres anzuzeigen. Damals glaubte er annehmen zu müssen, dass die Inhaltszellen mit ihrem flüssigen Einschluss in der Flüssigkeit der Blase schwämmen und stets die höchste Stelle einnähmen. Bei einer Lagenänderung wechselt die höchste Stelle und demnach auch der Reiz, den die Inhaltszelle auf die Bläschenwand ausübt. Die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Reiziänderung kann dem Tier also die Lageänderung anzeigen. Von dieser Erklärung ist die Annahme eines Schwimmens und Nachobensteigens zu verwerfen (oder sicherlich nicht allgemeingültig). Die statische Funktion der Organe aber hat Clark bald darauf (1899) experimentell bestätigt. Damit war an Stelle der Hypothese der Beweis getreten. —

Ich stellte meine Beobachtungen an *Leptosynapta bergensis* an. Diese neue von Ostergren aufgestellte Art gehört auch zur deutschen Meeresfauna: sie kommt in Helgoland vor. Die dort vor etwa 2 Jahren zuerst gefischten Tiere wurden von mir als *Leptosynapta bergensis* bestimmt. Die neue Art ist früher von der ähnlichen *Leptosynapta inhaerens* nicht unterschieden worden, doch scheinen mir schon die „Hörbläschen“ ein Unterscheidungsmerkmal an die Hand zu geben. Während bei der meist untersuchten *Leptosynapta inhaerens* nur ein[1]) (s. z. B. Becher, 1906, Fig. 3) oder (wie ich an Schnittpräparaten sehe) auch wohl zwei Inhaltskörper vorkommen, sind dieselben in den Bläschen der *L. bergensis* sehr zahlreich — ich zählte z. B. zuweilen 20. Jedenfalls ist die einmal aufgetauchte Vermutung, dass alle Synaptiden nur einen Inhaltskörper in jeder Statozyste besäßen, sicher unrichtig. Auch bei *Rhabdomolgus* (1907) und *L. minuta* Becher fand ich zahlreiche Inhaltszellen, so dass in dieser Hinsicht kein Unterschied gegenüber den Statozysten der Elpidiiden besteht.

Aber die große Zahl der Inhaltskörper war es nicht, auf die ich durch diese Mitteilung im besonderen das Interesse lenken wollte. Was mich bei der Beobachtung der statischen Organe von *L. bergensis* besonders fesselte, war der Umstand, dass dieselben zweierlei Arten von Statolithen besitzen. Als ich vor 2 Jahren lebende Tiere dieser Art untersuchte, hatte ich bereits in einem Hörbläschen neben vielen kleinen einen außerordentlich großen Inhaltskörper gesehen. Da es mir damals jedoch nur gelungen war, eines der zehn Organe der *Synapta* unter dem Kompressorium deutlich zu sehen, so konnte ich die Möglichkeit, dass es sich hier um ein anormal vergrößertes Inhaltskörperchen handelte, nicht ausschließen. Später untersuchte ich die „Hörbläschen“ auf Schnitten von fixierten Tieren. Auch an Schnitten kann man die Inhaltszellen bei geeigneter Färbung viel leichter zur Darstellung bringen, als das von früheren Forschern angegeben wird. Trotzdem gelangte ich auf diesem Wege zu keinem einwandfreien Resultat. Beim Fixieren oder Entkalken verschwindet der Einschluss der Inhaltszellen, so dass dieselben leicht kollabieren. In vielen Fällen platzen dieselben

1) Es ist mir daher fraglich, ob Cuénot in dem Exemplar, dessen Statozysten er mit vielen Inhaltszellen zeichnete (1891, Taf. 28, Fig. 48) die echte *L. inhaerens* vor sich hatte.

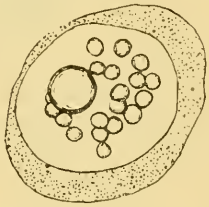
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

überhaupt — wenn auch wohl nicht so regelmäßig, wie Semon annahm. Nun fand ich zwar auf Schnitten neben den kleinen auch gelegentlich eine große Hohlzelle in den Statozysten, konnte aber natürlich nicht sicher sein, ob es sich nicht um eine bei der Fixierung entstandene Blähung kleiner Zellen handelte.

Ich war somit zur Entscheidung der Frage wieder auf die Untersuchung von lebendem Material angewiesen. Vor kurzem (Mitte März) konnte die Biologische Anstalt in Helgoland meinem Wunsche, lebende *Synapta bergensis* zu bekommen, entsprechen. Die Exemplare blieben nach dem Transport noch mehrere Tage am Leben, obgleich schon viele bei ihrer Ankunft durch eingetretene Zerstückelung, Auspressen des Darmes durch Mund oder Körperwand die Störung der normalen Bedingungen zu erkennen gab. Um die Statozysten im Leben beobachten zu können, muss man den Kopf der Tiere dicht hinter dem Tentakelkranz abschneiden. Das Spiel der Tentakel wird dann allerdings für einige Zeit eingestellt; indessen kann ein solches Kopfstück noch lange Zeit leben und unter günstigen Bedingungen auch wohl regenerieren. Nun

Fig. 2.

Statozyste der *Leptosynapta bergensis* mit zahlreichen kleinen und einem großen Inhaltskörper. Mit dem Zeichenapparat nach dem Leben gezeichnet. Zeiß Apochr. 2,5 Comp.-Ocul. 2. Vergrößerung 210.



wird das Kopfstück auf einen Objektträger gebracht und unter einem Deckglas womöglich so gepresst, dass alle Fühler radiär abstehen. Wenn man den Druck durch Absaugen des Wassers verstärkt, so wird bald der Kalkring sichtbar. Durch die fünf durchlochten Kalkringglieder sieht man die Radiärnerven verlaufen und gerade dort, wo sie den Kalkring verlassen, tragen sie an jeder Seite eine Statozyste (s. Fig. 1).

An so behandelten Kopfstücken, die übrigens bei vorsichtiger Behandlung stundenlang unter dem Deckglas lebend bleiben, kann man auch die Statozysten mit stärkerer Vergrößerung untersuchen. Ich konnte nun durch Präparation von einer großen Zahl von Kopfstücken nachweisen, dass die Verschiedenartigkeit der Inhaltskörper eine normale Eigentümlichkeit der „Hörbläschen“ der *L. bergensis* ist. Schon vor 2 Jahren hatte ich eine genaue Zeichnung der einzigen, damals beobachteten Statozyste nach dem Leben gemacht (Fig. 2) und darin neben den zahlreichen kleinen nur einen einzigen großen Inhaltskörper angegeben. Dementsprechend fand ich auch bei den jetzt untersuchten Blasen stets nur eine große Inhaltszelle. Dieser große „Statolith“ fand sich neben den kleinen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aber regelmäßig in allen zehn Blasen des Tieres. Bei gut gelungener Orientierung und gleichmäßiger Quetschung gelingt es oft, an einem Kopfstück alle zehn Hörbläschen zu sehen. Fig. 3—12 geben z. B. die zehn Blasen eines Exemplars wieder und zeigen in übereinstimmender Weise die hervorgehobene Verschiedenheit. Die Kon-

Fig. 3.

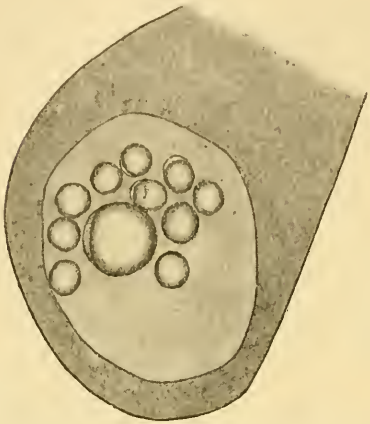
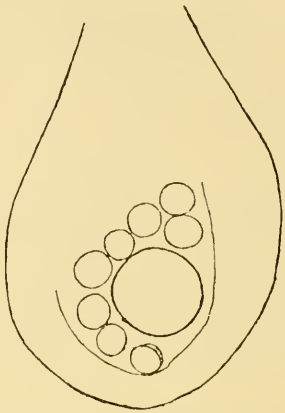
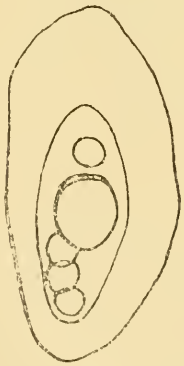


Fig. 4.



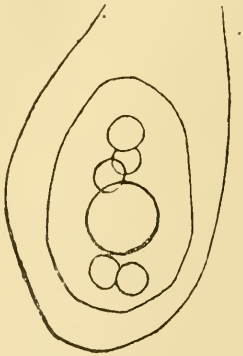
Ein Hörbläschenpaar mit zahlreichen kleinen und je einem großen Inhaltskörper. In Fig. 3 ist versucht worden, das natürliche Aussehen wiederzugeben. An einigen kleinen und dem großen Inhaltskorn sieht man an einer Seite die dickste Stelle der Plasmawand, in der der Kern liegt. Beide Figuren mit dem Zeichenapparat nach dem Leben entworfen. Zeiß Obj. F. Ocul. 1. Vergr. 440.

Fig. 5.



Ein anderes Statozystenpaar von demselben Tier. Erklärung wie Fig. 4. Es sind nur die Umrisslinien gezeichnet. Vergrößerung wie bei Fig. 3 u. 4.

Fig. 6.



turen aller dieser Figuren sind mit dem Zeichenapparat nach dem Leben gezogen; in Fig. 3 habe ich durch Schattierung das natürliche Ansehen der statischen Organe und der Inhaltskörper wiederzugeben versucht. Die Zahl der kleinen Zellen ist in Wirklichkeit größer als in den Zeichnungen, sie lagen zum Teil übereinander, so dass eine exakte Wiedergabe aller nicht möglich war. Auch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Umrisslinien der Blasenwand waren nicht immer an allen Stellen deutlich und fehlen deshalb teilweise in den Zeichnungen.

Aus diesen Abbildungen ist ferner zu erkennen, dass die dicken Inhaltszellen nicht etwa durch weniger dicke mit dem Extrem der kleinen verbunden sind, sondern unvermittelt neben denselben stehen. Dieser Umstand spricht natürlich für einen besonderen Zweck der Verschiedenheit. Bevor wir uns aber zu der physiologischen Frage wenden, die durch diese Verschiedenartigkeit der Inhaltszellen aufgedrängt wird, will ich bemerken, dass der große Inhaltskörper wie die kleinen gebaut ist. Auch er ist zelliger Natur und ein vergrößertes Abbild der kleinen. Unsere Figuren zeigen bei einigen der kleinen wie der großen Statolithen auch die verdickte Stelle der Plasmawand, wo der Kern liegt. Wimpern habe ich an der Innenwand der Statozyste nicht wahrnehmen können. Die Stelle, an der in den Figuren die Um-

Fig. 7.

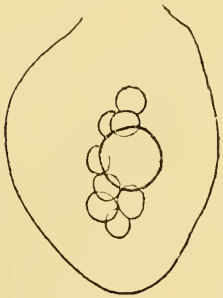
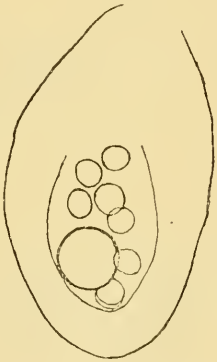


Fig. 8.



Ein weiteres Hörbläschenpaar in derselben Vergrößerung wie diejenigen der Figuren 3—6. Bei der links dargestellten Statozyste war der innere Umriss der Blase nicht deutlich zu sehen; er ist deshalb in der Zeichnung nicht angegeben.

risslinien unterbrochen sind oder an der die Bläschenwand am dicksten ist, gibt die Seite an, mit der die Statozyste dem Nerv zugekehrt ist. Ob der Einschluss der Inhaltszellen fest oder flüssig ist, ist schwer festzustellen. Er pflegt bei der Fixierung zu verschwinden. Bei Zusatz von Säuren wird er, wie mehrere Beobachter konstatierten, unsichtbar, ohne dass Kohlensäurebläschen entwickelt werden. Das macht wahrscheinlich, dass es sich bei der Substanz des Einschlusses nicht um kohlensauren Kalk handelt, obwohl natürlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass eine schnelle Lösung der geringen entstehenden Kohlensäuremenge eintritt. Andererseits kann es sich bei dem Einschluss auch nicht um eine ölartige Flüssigkeit handeln; denn die Inhaltszellen sind deutlich schwerer als die Bläschenflüssigkeit. Ich habe die Frage nach dem festen oder flüssigen Aggregatszustand des Einschlusses auch dadurch zu entscheiden versucht, dass ich durch starke Quetschung ein Aneinanderliegen der Körner herbeiführte und nun darauf

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at; zobodat.at

achtete, ob eine Deformation auftrat. Indessen ist es auch dabei schwer, ein sicheres Resultat zu erzielen, weil geringe Abplattungen der Inhaltszellen auch durch die plasmatische Wand bei festem Einschlusskorn entstehen können.

Über die Funktion der „Hörbläschen“ unserer Art ist zunächst hervorzuheben, dass sie jedenfalls wie bei der von Clark geprüften Art als statische Organe dienen. Man kann in der Tat durch Drehung des Präparates unter dem umgelegten Mikroskop leicht feststellen, dass die Inhaltskörperchen immer die tiefste (im mikroskopischen Bild die höchste) Lage in der Blase einnehmen. Das gilt sowohl von der kleinen wie von der großen Einschlusszelle. Die in Rede stehenden Organe sind also sicher imstande, bei einer Lageänderung durch die korrespondierende Änderung des Druck-

Fig. 9.

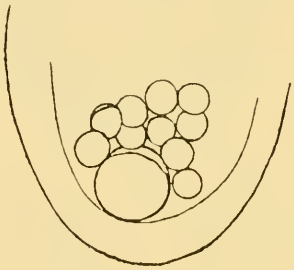
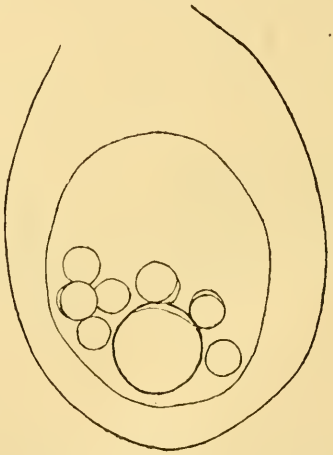


Fig. 10.



Ein weiteres Statozystenpaar desselben Exemplars von *Leptosynapta bergensis*. Erklärung und Vergrößerung wie oben. In der Figur links ist nur ein Teil des Bläschens zur Darstellung gebracht.

reizes der Inhaltszellen dem Tier von seiner Stellung Kunde zu geben. Jeder Stellung des Tieres entspricht die Reizung einer bestimmten Partie der Blase: es kann sich also ein System von Lokalzeichen für die Orientierung über die Lage ergeben.

Auch die Tatsache, dass in den Statozysten der *L. bergensis* wie in denjenigen der Synaptiden überhaupt besonders ausgezeichnete reizempfängliche Stellen fehlen, ist leicht verständlich. Wenn ein Tier gewohnt ist, eine bestimmte Lage zur Senkrechten anzunehmen, wenn das Tier etwa durch einen bilateral-symmetrischen Bau oder einen dorsi-ventral differenzierten Körper zur Einhaltung einer solchen Stellung bestimmt ist, so werden die Statolithen gewöhnlich in ihren Lageveränderungen auf ein kleines Feld beschränkt sein. Dieses begrenzte Feld kann dann zur Unterscheidung kleinster Lageschwankungen besonders differenziert sein, mit Sinneshaaren versehen werden etc. Bei radiär gebauten und überdies grabenden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und an keine besondere Stellung gebundenen Tieren fallen die Ursachen einer solchen Differenzierung fort, und so kann es uns nicht wundernehmen, dass die „Hörbläschen“ der Synaptiden einfache, in ihrer Innenwand ganz gleichartig ausgebildete Hohlkugeln darstellen, die überall gleich reizempfänglich zu sein scheinen.

Wimpern habe ich auf der Innenwand der Statozyten niemals wahrnehmen können. Semon hat das Vorhandensein solcher Wimpern vermutet, weil die Inhaltszellen in zitternder Bewegung beobachtet wurden. Daraufhin ist die Bewimperung der Innenwand als Tatsache in Lehrbücher aufgenommen worden. Auch H. L. Clark stellt in seiner Monographie der apoden Holothurien den Wimperbesatz einfach als Tatsache hin (1907, S. 46). Ich habe bereits in meiner Arbeit über *Rhabdomolgus ruber* darauf hingewiesen, dass diese Annahme nichts weniger als bewiesen ist. Für

Fig. 11.

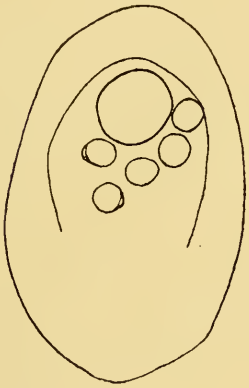
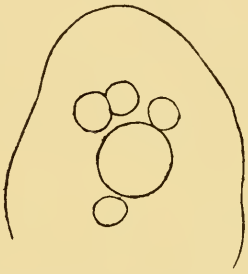


Fig. 12.



Letztes der fünf Hörbläschenpaare desselben Tieres. Erklärung und Vergrößerung wie oben. In dem Bläschen rechts war der innere Umriss der Wand nicht zu erkennen.

Rhabdomolgus konnte ich dieselbe als überflüssig ablehnen; denn bei dieser Art vermisste ich die Zitterbewegung der Statolithen (1907, S. 600). Bei *L. bergensis* habe ich dieselbe aber deutlich beobachtet. Die kleinen ruckartigen Bewegungen und Verschiebungen in dem Statolithenhaufen machen mir aber auch hier nicht den Eindruck, als wenn sie durch Wimpern und einen von ihnen erzeugten Flüssigkeitsstrudel erzeugt wären. Ich glaube vielmehr, dass es sich in dem Zittern um Brown'sche Molekularbewegung handelt. Deshalb ist mir das Vorhandensein der Wimpern — die noch kein Beobachter am lebenden Objekt oder an Schnittpräparaten gesehen hat — im höchsten Maße unwahrscheinlich. Dass sich die bekannte Semon'sche Abbildung mit eingezeichneten Wimpern somit zur Aufnahme in Lehrbücher nicht eignet, bedarf danach keiner Worte mehr.

Die zitternde Bewegung habe ich übrigens nur an den zahlreichen kleinen Inhaltszellen, nicht aber an der großen beobachtet.

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Das bringt uns zu dem Hauptpunkt unserer Mitteilung zurück: zu der Verschiedenheit der Inhaltskörper. Worin kann der Zweck dieser Einrichtung bestehen, die jedes Hörbläschen in derselben Form besitzt? Die Tatsache, dass die kleinen Körner allein eine deutlich merkbare zitternde Bewegung ausführen, kann unwesentlicher Natur sein. Zunächst liegt der Gedanke nahe, in den Organen der *L. bergensis* könnte ein statischer Apparat mit einem Gehörorgan vereinigt sein. Es könnten z. B. die kleinen Körner vielleicht durch Schallwellen zu besonderen Bewegungen veranlasst werden, die große Inhaltszelle aber allein den Reizvermittler für die Wahrnehmung der Lage darstellen. Aber auch das ist unwahrscheinlich, denn ich glaube nicht, dass *L. bergensis* in bezug auf die Gleichgültigkeit gegen Schalleindrücke sich von *L. inhaerens* und *Lapidoplax digitata* unterscheidet. Ich habe auch bei Beobachtung lebender Tiere bei Erzeugung von Tönen keine besonderen Bewegungen der Inhaltskörner beobachten können. Ferner habe ich versucht, den Einfluss zu beobachten, den periodische Erschütterungen hervorbringen, die ich durch Reiben einer Zahnradstange an der Tischkante erzeugte. Auch dabei wurde keine Änderung der ruckartigen Körnerbewegung in den Statozysten bemerkbar. Natürlich beweist das nicht, dass die *L. bergensis* für Erschütterungen unempfindlich wäre. Von anderen Synapten ist ja das Gegenteil bekannt.

Mit Sicherheit können wir annehmen, dass die Synapten die Stellung ihres Körpers mittels der Statozysten wahrzunehmen imstande sind. Für Tiere, die im Sande etc. graben, müssen solche Organe für die Wahrnehmung der Körperstellung von höchster Bedeutung sein. Die Körperoberfläche steht ja beim Graben an allen Stellen in inniger Berührung mit dem Sande, die Sensationen der Haut können daher für die Orientierung nur wenig oder gar keinen Wert haben. Dagegen vermag eine Synaptide, die ganz im Sand vergraben ist, vermittelst ihrer Statozysten z. B. stets die Richtung nach oben (die in den meisten Fällen aus dem Boden hinausführt) zu finden. Danach mag man ermessen, wie außerordentlich wichtig diese Organe gerade für die Synapten sind.

Schon eine gewöhnliche Statozyste mit gleichartigen Inhaltszellen wird aber auch eine Vorstellung von der Schnelligkeit einer aktiven oder passiven Körperbewegung geben können. Nach einer ruckartigen Bewegung werden die Statolithen in anderer Weise zu dem neuen tiefsten Punkt der Blase gelangen als nach einer ganz langsamen Drehung. Bei einer plötzlichen Bewegungsänderung werden die Inhaltskörner durch ihre Trägheit an die Wand stoßen oder von ihr abfliegen, wie der Reisende beim plötzlichen Beginn oder Aufhören der Fahrt im Abteil des Eisenbahnwagens. Solche Überlegungen, die sich leicht weiter ausführen ließen, dürften zur

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Genüge deutlich machen, dass neben der Wahrnehmung der Lage, die Wahrnehmung der Bewegungen und der Schnelligkeit ihrer Änderungen durch die in Rede stehenden Organe ermöglicht wird.

Die statischen Organe sind gleichzeitig dynamische Organe. Das gilt nicht allein für die „Hörbläschen“ der Synaptiden, sondern auch für die als „statische Organe“ erkannten ähnlichen Bildungen, die in anderen Tiergruppen vorkommen.

Von diesem Gesichtspunkte aus dürfte auch etwas Licht auf das Vorkommen von zweierlei Inhaltskörpern bei *L. bergensis* fallen. Mit der rein statischen Funktion scheint mir diese Differenzierung nichts zu tun zu haben; wohl aber mit der dynamischen. Bedenken wir, worauf diese dynamische Funktion beruht. Die Stärke des Stoßes, mit der die Inhaltskörper bei einer ruckartigen Bewegung gegen die Wand anschlagen, oder die Geschwindigkeit, mit der sie nach schneller Drehung (vielleicht nicht an der Wand der Blase gleiten, sondern) direkt durch die Flüssigkeit nach unten fallen, hängen ab von der Reibung der Inhaltskörper an der Bläschenflüssigkeit und von der Trägheit des Statolithen. Je größer die Trägheit und je kleiner die Reibung (die den Körper bei einer Bewegung mitzureißen sucht), um so stärker wird der Anprall an die Wandung sein. Die Trägheit wird an der „Masse“ des Körpers gemessen; sie ist also bei dem großen Inhaltskörper größer; die Reibung im Verhältnis zur Masse ist aber bei dem großen Körper kleiner als bei den kleinen Inhaltszellen; denn die Reibung wächst mit der Oberfläche und somit mit der zweiten Potenz des Radius, die Masse aber mit dem Rauminhalt und der dritten Potenz. Die relativ zur Masse geringere Reibung wird also nach dem oben Gesagten in demselben Sinne wirken wie die größere Trägheit. Der große Inhaltskörper wird also einen stärkeren Anstoß und kräftigeren Reiz bei plötzlichen Bewegungsänderungen hervorrufen als ein kleiner, und ähnliche Differenzen ergeben sich für das Fallen durch die Flüssigkeit. Somit stellt das Vorhandensein des großen Inhaltskörpers neben den kleineren eine Verbesserung der Bläschen als dynamische Organe dar. Der Unterschied zwischen dem großen und den kleinen Inhaltskörpern wird sich um so mehr ausprägen, je größer die Beschleunigung einer Bewegung ist, d. h. je ruckartiger dieselbe auftritt. Die Reize werden also derartig differenziert, dass nicht nur der Eintritt einer Bewegung, sondern auch ihr spezieller Charakter dem Tiere angezeigt werden kann.

Wir wollen diese Ansicht über den Zweck der Verschiedenheit der Inhaltskörper nicht weiter spezialisieren, als es unsere jetzige Kenntnis des anatomischen Baues der in Rede stehenden Organe und unser Wissen von den Reaktionsweisen des Tieres gestatten. Soviel scheint mir aber festzustehen, dass die Hörbläschen sowohl eine statische wie eine dynamische Funktion haben und dass das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auftreten der dicken Inhaltszelle eine vollkommene Bewegungsperzeption möglich macht.

Die Bewegungen, an die ich hier in erster Linie denke, sind nicht nur allgemein kleine Erschütterungsbewegungen, für die die Synapten nach Quatrefages sehr empfindlich sind, sondern insbesondere Bewegungen des Seewassers, durch die die Tiere hin- und hergerüttelt werden. Wie prompt Synapten auf solche Bewegungen des Seewassers reagieren, habe ich (1907, S. 554—555) an dem Beispiel von *Rhabdomolgus ruber* gezeigt. Dieses Tier hat die besondere Eigentümlichkeit, sich bei Beunruhigung des Seewassers sofort mit seiner Tentakelkrone festzuheften, und diese Reaktion tritt so schnell auf, dass sich die Tiere in der Glasröhre, mit Hilfe deren man die Tiere aus dem Aquarium zu nehmen versucht, gewöhnlich schon angeheftet haben, wenn man sie mit dem Wasser der Röhre in das Beobachtungsgefäß gleiten lassen will. Andere Synapten verkriechen sich eilig im Sande, wenn das Wasser beunruhigt wird. Diese Beobachtungen scheinen mir darauf hinzuweisen, dass die Tiere in der Tat gut funktionierende dynamische Organe haben müssen.

Bei *L. bergensis* wären dann diese Organe zur Wahrnehmung von Bewegungen in besonderer Weise weiter ausgebildet. Das ist die Deutung, die uns für die Eigentümlichkeit der „Hörbläschen" der *Synapta bergensis* nach den Tatsachen am nächsten zu liegen scheint.

Im März 1909.

Verzeichnis der angeführten Schriften.

1864. Baur, Albrecht: Beiträge zur Naturgeschichte der *Synapta digitata* in: Nova Acta Acad. Leop. Carol. Vol. 31, S. 1—119, Taf. 1—8, Dresden.

1906. Becher, Siegfried: Über *Synapta minuta* n. sp., eine brutpflegende Synaptide der Nordsee, und über die kontraktilen Rosetten der Holothurien, in: Zool. Anz. Vol. 30, Nr. 16, S. 505—509.

1907. — *Rhabdomolgus ruber* Keferstein und die Stammform der Holothurien, in: Zeitschr. wiss. Zool. Vol. 88, S. 545—689, Taf. 32—36.

1898. Clark, Hubert Lyman: *Synapta viripara*: A contribution to the Morphology of Echinoderms. Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. Vol. 5, S. 53—88, Taf. 11—15, Boston.

1899. — The Synaptas of the New England Coast. Bull. U. S. Fish Com. Vol. 19, S. 21—31, Taf. 10—11, Washington.

1907. — The apodous Holothurians, a Monograph of *Synaptidae* and *Molpadiidae*. Smithsonian Contributions to knowledge. Part of Vol. 35, S. 1—231, Taf. 1—13, Washington.

1891. Cuénot, L.: Études morphologiques sur les Échinoderms. Arch. Biol. Vol. 11, S. 313—680, Taf. 24—31.

1887. Delage, Yves: Sur une fonction nouvelle des otocystes comme organes d'orientation locomotrice. Arch. Zool. exp. et gén. 2e série. Vol. 5, S. 1—26.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1884. Hamann, Otto: Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. S. 1—100, Taf. 1—6, Jena 1884.

1862. Keferstein, Wilh.: Über *Rhabdomolgus ruber* gen. et sp. n. eine neue Holothurie, in: Unters. üb. nied. Seetiere. Zeitschr. wiss Zool. Vol. 12, S. 34—35, Taf. 11.

1850. Müller, Johannes: Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Abhandl. Berl. Akad. Wissensch. 3. Abhandlung aus den Jahren 1849—1850.

1852. — Ebendort. 4. Abhandlung aus den Jahren 1850 und 1851,

1887, 1. Semon, Richard: Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres. Erste Mitteilung. Mitteil. zool. Stat. Vol. 7, S. 272—300, Taf. 9—10, Neapel.

1887, 2. — Zweite Mitteilung ebendort S. 401—422, Taf. 15.

1862. Thomson, Wyville: On the Development of *Synapta inhaerens*. Quart. Journ. Micr. Science. New Ser. Vol. 2, S. 131—146, Taf. 5—6, London.

Schiefferdecker, P., Muskeln und Muskelkerne.

Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 317 S., 20 Abb.

Verf. hat schon im Jahre 1903 eine umfangreiche Arbeit veröffentlicht, in der er acht menschliche Muskeln (Deltoides) beschrieb, von denen einer normal und die übrigen in verschiedener Weise erkrankt waren, sowie weiter einen Muskel des Hundes, bei dem der Zustand der Aktivitätshypertrophie mit dem des normalen Muskels verglichen wurde (Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde Bd. 25, 1903). Diese Untersuchungen wurden mit einer ganz neuen Methode ausgeführt, welche auf der Ausmessung einer großen Anzahl von Muskelfaserquerschnitten und der dazu gehörigen Kernquerschnitte beruhte. Es wurden damals Ergebnisse erzielt, die mit den bis dahin gebräuchlichen Untersuchungsmethoden zu erhalten unmöglich gewesen wäre. Verf. hat zu jener Zeit schon Arbeiten an normalen Muskeln begonnen, welche mit derselben neuen Methode ausgeführt wurden, und sie bis jetzt hin fortgesetzt, wobei die Methode fortdauernd verbessert wurde. In dem vorliegenden Buche gibt Verf. nun eine Zusammenstellung dieser Arbeiten, in denen Augenmuskeln und Skelettmuskeln des Menschen, weiße und rote Muskeln des Kaninchens, weiße und rote Muskeln der Karausche behandelt werden und in denen auch wieder auf jenen Hundemuskel zurückgegriffen wird, der schon in der vorigen Arbeit behandelt wurde. Ein besonderer Abschnitt ist sodann den Muskelkernen gewidmet und ein anderer dem Bindegewebe des Muskels und den Ergebnissen. Die umfangreiche Arbeit basiert auf sehr umfangreichen Untersuchungen, bei denen über 30000 Muskelfaserquerschnitte und noch etwas mehr Kernquerschnitte aufgezeichnet und ausgemessen wurden, während die aus diesen Messungen resultierenden Zahlen in 60 mehr oder weniger umfangreichen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 29

Autor(en)/Author(s): Becher Siegfried

Artikel/Article: Die „Hörbläschen" der Leptosynapta bergensis. Ein Beitrag zur Kenntnis der statischen Organe. 413-425