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

Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres.

2. Mittheilung.

Von

Dr. **Richard Semon**

in Jena.

Mit Tafel 15.

Anatomisches.

(Fortsetzung.)

In Folgendem gedenke ich keine erschöpfende Darstellung der Anatomie unserer Thiere zu geben, sondern will nur solche Punkte erörtern, über die zum Theil noch unsere Vorstellungen nicht hinreichend geklärt sind, oder deren Kenntnis andererseits zum Verständnis später zu veröffentlichender entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen wünschenswerth erscheint.

Der Kalkring und die Tentakel.

Auf die Histogenese des Kalkringes wurde schon auf p. 294 der vorigen Mittheilung[1] hingewiesen. Aus dem dort Mitgetheilten geht hervor, dass wir uns nicht die einzelnen Glieder als »Conglomerate kleiner Kalkstückchen« vorzustellen haben, sondern als das allen Echinodermen eigenthümliche Netzwerk, dessen Löcher zunächst Sechseckform besitzen, später aber unregelmäßige Gestalt annehmen.

Bei den echten Synapten sind die radialen Kalkringstücke von Canälen durchbohrt, die den Radialnerven zum Durchtritt dienen. Bei den pedaten Holothurien haben rinnenförmige Ausschnitte in den

[1] Diese Zeitschrift VII. Band 2. Heft p. 272 ff.

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

Radialstücken des Kalkringes die gleiche Function. Sehr bemerkenswerth ist, dass bei der von mir gefundenen *Chirodota venusta* auch nicht einmal eine Andeutung dieses Verhältnisses sich nachweisen lässt. Radiale und interradiale Kalkringstücke sind einander vollkommen gleich. Die Radialnerven zeigen zu den radialen Gliedern keine andere Beziehung, als die topographische, dass sie im Bogen über sie hinwegtreten. Ich kann in dem Mangel innigerer Beziehungen zwischen Kalkring und Nervensystem nicht die Rückbildung einer nützlichen Schutzeinrichtung, sondern muss darin das ursprünglichere Verhältnis erblicken, das auf eine Zeit hinweist, in welcher das Nervensystem noch keine näheren Beziehungen zum Kalkring besaß. Vorgreifend will ich constatiren, dass dies mit den Thatsachen, welche ich entwicklungsgeschichtlich nachweisen konnte, aufs vollkommenste übereinstimmt. Semper (8 p. 161) sagt, der Kalkring sei »lediglich eine partielle Verkalkung der äußeren, den Schlundsinus begrenzenden Haut«. Das ist aber unrichtig. Die erste Bildung des Kalkringes findet nämlich folgendermaßen statt. In einer Zeit, wo die Wassergefäßanlage bei der *Auricularia*-Larve aus einem hufeisenförmig gebogenen Schlauch (Taf. 15 Fig. 3), der Anlage des Wassergefäßringes (*wr*) besteht, der fünf blindsackähnliche Ausstülpungen, die Anlage der fünf Primärtentakel (*th*) trägt, und wo die fünf Radialwassergefäße (*rw*) eben als secundäre Ausstülpungen zu Tage zu treten beginnen, nimmt man die erste Anlage des Kalkringes wahr. An der Convexität des hufeisenförmigen Wassergefäßringes, jedes Mal zwischen dem Abgange zweier Primärtentakel oder besser an dem gemeinsamen Fußstück je zweier Tentakel, treten nun die ersten Anlagen der Kalkringstücke als einfache Stäbchen auf. Entsprechend der Zahl der Tentakel sind es zunächst auch nur fünf. Sie liegen in der Larve dorsal den Tentakeln an, so dass sie bei der späteren Lageveränderung der letzteren auf deren Außenseite rücken. Um diese Zeit liegt die ganze Anlage noch frei im Mesenchym, ohne Beziehungen zu Nervensystem, Längsmuskeln, Schlund oder irgend einem anderen Organ als dem Rückenporus. Hieraus scheint mir ganz unzweideutig hervorzugehen, dass der Kalkring in Beziehung und näherer Abhängigkeit zunächst nur von der Wassergefäßanlage sich ausbildet und ferner, dass er vor Allem Beziehungen zu den Tentakeln erkennen lässt. Denn zur Zeit seiner Ausbildung sind, wie erwähnt, die Radialwassergefäße eben erst in der frühesten Anlage vorhanden und ferner erlangen dieselben — bei den Synaptiden wenigstens — niemals

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

irgend welche Beziehungen zum Kalkring. Dagegen werden die Verhältnisse zwischen Kalkring und Tentakelsystem auch in den späteren Entwicklungsstadien der Holothurien, ganz besonders der Synaptiden, sehr innig. Hauptsächlich drückt sich dies darin aus, dass sich die Kalkringglieder gleichmäßig mit der Zunahme der Tentakel vermehren. Als Basis, die den Tentakeln zum Ursprung dient, ist zunächst jedes Kalkringstück jedem anderen gleichwerthig und sind auch factisch radiale und interradiale einander ursprünglich vollkommen conform, wie *Chirodota venusta* beweist. Erst später, wenn gewisse Glieder in nähere Beziehungen zu Nerven und Muskeln treten, prägt sich ein Unterschied zwischen radialen und interradialen Stücken aus.

Vielleicht scheint es auf den ersten Blick der hier vorgetragenen Ansicht zu widersprechen, dass, wie oben ausgeführt, die Anlage der fünf ersten Kalkringstücke radial erfolgt, während die fünf Primärtentakel — wenn man der bisher üblichen, freilich anfechtbaren Namengebung folgt — interradial liegen. Doch ist der Widerspruch nur ein scheinbarer. Dient der Kalkring, wie ich annehme, zunächst nur zur Stütze der Tentakel, so werden seine Glieder sich nicht »interradial« entwickeln, wo sich der Tentakelhohlraum befindet, sondern »radial« an der Ansatzstelle des Tentakels. Erst später treffen je zwei Kalkringstücke, auf einander zuwachsend, in der Mitte des Tentakelhohlraums zusammen, wobei sie sein Lumen von außen her verengern.

Ich brauchte wohl kaum anzunehmen, dass ich mit der eben ausgeführten Anschauung auf Widerstand stoße, wenn ich nicht fürchten müsste, dadurch Bedenken hervorgerufen zu haben, dass ich in diesem Punkt bei den Synaptiden ursprünglichere Verhältnisse voraussetzte, als bei den pedaten Holothurien. Dies widerspricht der augenblicklich allgemein vertretenen Anschauung. Ohne in dieser Arbeit auf phylogenetische Fragen eingehen und untersuchen zu wollen, ob die Synaptiden durch Reduction aus pedaten Holothurien entstanden sind, oder nicht, ist für mich doch so viel sicher, dass sie jedenfalls aus einer der Stammgruppe sehr nahe stehenden Familie, sei es durch Degeneration oder auch ohne dieselbe, entstanden sind und in vielen Punkten ursprünglicher sind, als die jetzt lebenden pedaten Holothurien, ja selbst als die Elasipoden, die in mancher Hinsicht so alte Structureigenthümlichkeiten bewahrt haben.

Unter den Synaptiden zeigen ihrerseits wiederum die Chirodoten sehr ursprüngliche Verhältnisse. Ob nur bei *Chirodota venusta* oder auch bei anderen Chirodoten, vielleicht allen, radiale und interradiale

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

Kalkstückglieder völlig gleich sind, kann aus der Litteratur nicht entschieden werden, da präcise Angaben hierüber bei den Autoren fehlen. *Chirodota venusta* scheint überhaupt sehr einfache Organisationsverhältnisse zu besitzen. Darauf deutet die regellose Ausstreuung der Kalkkörper in der Cutis hin. Auch die Abwesenheit der sonst bei den Chirodoten so constanten Schlingenbildung des Darmes ist bemerkenswerth; doch möchte ich hierauf keinen besonderen Werth legen, da solche Dinge häufig direct mit der Körpergröße in Correlation stehen.

Bekanntlich bemüht man sich schon seit lange, für den Kalkring der Holothurien den homologen Skelettheil im Seeigelskelett aufzufinden. Nach Cuvier, Tiedemann, Meckel soll der Kalkring einem Schalenrudiment der Seeigel, nach J. Müller der sogenannten Laterne entsprechen. Gegen letztere Anschauung macht Baur (**1** p. 18) mit Recht geltend, dass die Lageverhältnisse, die einerseits der Kalkring der Holothurien, andererseits die Laterne der Seeigel zum Schlunde, Wassergefäß- und Nervenring und den Radialnerven besitzen, ganz verschieden seien. Wenn er selbst aber die Aurikel nebst dem Theil der Schale, der ihnen zum Ansatz dient, als das Homologon des Kalkringes erklärt, weil durch diese Theile die Nerven in ähnlicher Weise hindurchtreten, wie bei den Synapten durch die radialen Kalkringglieder, so kann nach dem oben Ausgeführten dieser Beweis nicht als zwingend anerkannt werden. Erst wenn der Nachweis erbracht ist, dass ein Skelettheil der Echiniden zu den fünf Primärtentakeln (oder Füßchen), die bekanntlich auch bei letzteren angelegt werden, in der weiteren Entwicklung aber verschwinden, in demselben Verhältnis steht, wie der Kalkring zu den Tentakeln der Holothurien, erst dann wird man dazu berechtigt sein, von einer wirklichen Homologie zu sprechen.

Wie erwähnt, legen sich die fünf Primärglieder des Kalkringes in Form kleiner Kalkstäbchen an die Außenseite der Tentakel. Indem je zwei gegen das Lumen des Tentakels zu weiter wachsen, bis sie endlich in der Achse seines Hohlraumes zusammenstoßen, bewirken sie an dieser Stelle eine Verengerung des Lumens. Man pflegt den Theil des Tentakels; welcher von dieser Stelle bis zum Wassergefäßring reicht, als Tentakelcanal zu bezeichnen (Fig. 3 *tk*) und ihn von dem eigentlichen Tentakelhohlraum (*th*) zu unterscheiden.

Der Kalkring dient nicht allein zum Ursprung der Tentakel — was ich als seine primäre Function ansehe — sondern auch zur In-

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

sertion der von HAMANN (2 p. 33) beschriebenen Semilunarklappen, die von zwei in der Mitte des Tentakellumens zusammenstoßenden Kalkringstücken zur gegenüberliegenden d. h. also der nach innen zu liegenden Wand des Tentakels ziehen. Sowohl *S. digitata* und *inhaerens* wie *Chirodota venusta* besitzen diese Klappen. Bei letzterer konnte ich sie mehrfach während des Lebens in Thätigkeit beobachten.

Wie HAMANN richtig ausgeführt hat, hemmen die Klappen, wenn ihre Musculatur erschlafft ist, den Rückfluss der Flüssigkeit aus dem Tentakelhohlraum in den Tentakelcanal und den Wassergefäßring. Aus diesem Grunde gelingt es auch nicht, das Wassergefäßsystem von einem Tentakel aus zu injiciren. Umgekehrt setzen sie der Füllung der Tentakel vom Wassergefäßring kein Hindernis entgegen: soll dagegen die im Tentakel befindliche Flüssigkeit in den Wassergefäßring entleert werden, so wird die Klappe durch Contraction ihrer eigenen Musculatur geöffnet.

Damit ist noch nicht eine Erklärung des Zwecks der ganzen Einrichtung gegeben. Derselbe beruht in Folgendem. Der Tentakel besitzt nur einerlei Musculatur, und dies ist die Längsmusculatur, die sich in der Wandung des Wassergefäßhohlraums befindet, der sein Lumen bildet. Zunächst dient diese Musculatur nur zur Entleerung der Wassergefäßflüssigkeit und Einziehung des Tentakels. Ist aber durch die besprochenen Klappen eine Einrichtung gesetzt, welche die Entleerung des gefüllten Tentakels hindert, auch wenn seine Musculatur sich contrahirt, so ist dieser Musculatur damit die Möglichkeit zu anderen Leistungen freigegeben.

So erklärt sich die Fähigkeit des Tentakels, sich nach innen, außen und den Seiten zu biegen, sich in sich selbst zu knicken. Alle diese Bewegungen werden ausgeführt mittels isolirter Contractionen der Längsmuskelfasern an bestimmten Theilen der Wandung bei gleichzeitig geschlossener Klappe.

Im biologischen Theil (oben p. 283) habe ich gezeigt, wie die Circulation im Tentakel erfolgt, und wie Ab- und Zufluss in demselben Gefäßlumen derart stattfindet, dass der zuführende Strom durch Action der Wimpern der Wandung wandständig, der rückführende Strom dagegen central läuft. Offenbar haben die Klappen auf diese Circulation, die bei extendirtem Tentakel und geöffneter Klappe statt hat, keinen anderen Einfluss, als den, dass sie dieselbe gegebenen Falls unterbrechen.

Alles zusammenfassend, kann man sich folgende Vorstellung von

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

der Action eines Tentakels machen. Bei erschlaffter Längsmusculatur ist der Tentakel geradlinig extendirt, die Klappe — wohl hauptsächlich in Folge der Contraction ihrer Musculatur — geöffnet. Ab- und Zuströmen der Flüssigkeit findet ohne Hindernis statt. Retraction des Tentakels erfolgt direct aus diesem Zustand durch Contraction der gesammten Längsmusculatur. Soll dagegen der Tentakel in einer gewissen Richtung gebogen oder geknickt werden, so wird die Klappe geschlossen, und die zur Ausführung der jedesmaligen Bewegung nothwendigen Theile des Längsmuskels contrahiren sich. In letzterem Falle wird die Circulation zu Gunsten der Bewegung unterbrochen.

Das Centralnervensystem.

Das Nervensystem der Synaptiden ist zum ersten Male von Hamann nach neueren Methoden untersucht worden. Doch bedürfen seine Angaben (2 p. 3 ff.), besonders was den Bau der sogenannten Radialnerven anlangt, noch in mehreren Punkten der Richtigstellung. Die Form des Radialnerven auf dem Querschnitt ist als eine bohnen- oder halbmondförmige zu bezeichnen; sie wechselt außerordentlich je nach dem Contractionszustand des Thieres (Taf. 15 Fig. 1 u. 2). Vergleicht man letztere Figuren mit den Abbildungen, die ich (7 Taf. 25 Fig. 1—3) von dem Centralnervensystem der pedaten Holothurien gegeben habe, so wird die große Übereinstimmung auffallen. Hier wie dort sehen wir die Peripherie des Nerven von Zellen eingenommen, welche Fortsätze ins Innere entsenden; hier wie dort stehen diese Zellen dichter an der nach außen gerichteten, der Cutis anliegenden Seite des Nervenbandes, und an dieser Seite treten die peripheren Zellen sowohl bei Synaptiden wie bei den pedaten Holothurien an zwei symmetrischen Stellen (Fig. 1 u. 2 *zs*) zu Anhäufungen zusammen. Diese Anhäufungen, die sich körperlich als »Zellsäulen« darstellen werden und die man auch auf Oberflächenbildern wahrnimmt, sind den bisherigen Beobachtern entgangen. Ich habe sie bei allen von mir untersuchten Holothurien, fußlosen und füßigen gefunden. Auf die Deutung dieses merkwürdigen Strukturverhältnisses komme ich unten p. 409 zu sprechen.

Wie erwähnt, senden die Randzellen feine Fortsätze nach innen, die bei den Synaptiden einen geraderen Verlauf besitzen, als bei den pedaten Holothurien, wo sie unregelmäßiger ausstrahlen und sich unter

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

einander zu verflechten scheinen. Ob letzteres wirklich der Fall ist, ist heut zu Tage noch strittig.

Das Innere des Nervenbandes wird dem zufolge eingenommen von den Fortsätzen der Randzellen, von den feinen Nervenfibrillen, welche der Achse des Nerven parallel laufen und auf Querschnitten quer getroffen, sich als feine Pünktchen darstellen (vgl. Fig. 8), endlich von bi- und multipolaren Zellen, die zerstreut und bei den Synaptiden in nur sehr spärlicher Anzahl im Inneren des Nerven liegen. Der ganze Nerv wird durch eine, den Querschnitt in seiner größten Länge durchsetzende Scheidewand in zwei sehr ungleiche Abschnitte (Fig. 1 u. 2 *schw*) getheilt. Letztere Scheidewand, die ich schon bei den Pedaten beschrieben habe, ist auch von Hamann bei *Synapta* gesehen worden, hat ihm jedoch zu eigenthümlichen Deutungen Anlass gegeben. Er sieht nämlich die auf dem Querschnitt sich als Strang darstellende Scheidewand nicht als etwas wirklich Vorhandenes, sondern als eine optische Täuschung, ein Trugbild an, welches dadurch erzeugt wird, dass »die Fortsätze der Zellen des Deckepithels alle in einer Höhe enden«. Das ist aber sicher ein Irrthum. Auf guten Schnitten kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Scheidewand wirklich vorhanden und zwar zelliger Natur ist. Auf Fig. 1 u. 2 sind die platten Zellen abgebildet, die sie zusammensetzen. Dieselben haben einen deutlich hervortretenden, ebenfalls platten Kern.

Hamann hat sich sehr für die Behauptung engagirt, dass nur die im Inneren gelegenen Zellen als wirkliche Nerven- oder Ganglienzellen aufzufassen seien. Den Zellen an der Peripherie spricht er jede nervöse Function ab und lässt sie nur als Epithelstützzellen gelten. Ich habe die Frage noch einmal eingehend und ohne vorgefasste Meinung geprüft, muss aber durchaus meinen früheren Standpunkt festhalten, dass einerseits bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse eine definitive Entscheidung unmöglich ist, andererseits aber, soll ein vorläufiges Urtheil abgegeben werden, mehr für die nervöse Natur der Randzellen spricht, als gegen dieselbe. Es fällt mir nicht ein, zu bezweifeln, dass sie und ihre Fortsätze auch Stützfunction ausüben; jeder Gewebstheil des thierischen Körpers übt eine solche neben seiner specifischen Function aus.

Hier kommt es aber darauf an, andere Functionen auszuschließen. Dies könnte auf anatomischem oder physiologischem Wege bewiesen werden. Anatomisch wäre der Beweis meinem Erachten nach geführt, wenn man z. B. auf Macerationspräparaten demonstrirte, dass

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

die Innenzellen vermittels ihrer Ausläufer mit den Längsfibrillen der Nerven in Zusammenhang stünden, die Randzellen aber nicht. Ein solcher Beweis ist bisher nicht geliefert worden. Auch histologisch ist die Übereinstimmung der Rand- und Innenzellen eine vollkommene. Beide Zellarten reagiren gleich auf die üblichen mikrochemischen Reagentien, und die Erscheinung, dass sich die Randzellen häufig stärker färben als die Innenzellen, beruht auf einem Präparationsfehler. Lässt man den Farbstoff lange genug einwirken, um das dichte Gewebe der Nerven gehörig zu durchdringen, oder noch besser färbt man die einzelnen Schnitte, so sieht man, dass die Kerne von Rand- und Innenzellen sich gleich stark und in gleicher Farbennüance färben. Für irrelevant halte ich es, dass man an den Innenzellen gewöhnlich zwei oder mehr, an den Randzellen aber meist nur einen Fortsatz sieht. Das erklärt sich ganz einfach aus der dicht gedrängten Lage der letzteren und ist nicht einmal ganz constant. Denn — und darauf möchte ich das Hauptgewicht legen — auf jedem Präparat findet man eine ganze Reihe von Zellen, bei denen man unmöglich entscheiden kann, ob sie den Rand- oder den Innenzellen zuzurechnen sind. Ein Blick auf Fig. 1 u. 2 und Fig. 8 wird dies verständlich machen. Eine scharfe Grenze existirt eben nicht, und besonders da, wo die Zellsäulen liegen, findet eine allmähliche Zerstreuung der Randzellen nach innen zu statt (vgl. besonders Fig. 2).

Wenn ich die principielle Gegenüberstellung von Stütz- und Nervenzellen für eine willkürliche und künstliche halte, so bin ich andererseits weit davon entfernt, die Stützfunction sämmtlicher Zellen zu leugnen, und will dafür sogar einen sehr anschaulichen Beweis liefern.

Überlegt man, dass z. B. bei den Wirbelthieren das Centralnervensystem in einer festen Kapsel frei beweglich aufgehängt ist und dadurch nicht allein Schutz gegen Läsionen von außen, sondern auch eine gewisse Unabhängigkeit von den Bewegungszuständen erhält, in welchen sich der übrige Körper befindet, so kann zunächst auffallen, dass bei einer Thiergruppe, wie den Synaptiden, bei welchen Lage und Form aller Körpertheile nach dem jeweiligen Contractionszustande so ungemein stark wechselt, für das Centralnervensystem, wenigstens für einen Theil desselben, die Radialnerven, eine ähnliche Einrichtung nicht existirt. Der Nervenring ist allerdings durch seine Lage an der Innenseite des in sich wenig beweglichen Kalkringes solchen Einflüssen entzogen. Anders aber die Radial-

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

nerven. Und es ist sehr interessant, dass die Einrichtungen, die es den Radialnerven ermöglichen, sich den verschiedenen Contractionszuständen des Thieres anzupassen, in dem Nervenring fehlen.

Fig. 2 zeigt den Querschnitt durch einen Radialnerven einer *Synapta inhaerens* an einer Stelle, an welcher das Thier ziemlich extendirt war; Fig. 1 einen Querschnitt durch denselben Radialnerven etwa 1 cm weiter unterhalb, wo das Thier durch Contraction seiner Ringmusculatur seinen Leib ringförmig eingeschnürt hatte.

Wie man sieht, ist der Nerv veranlasst worden, den verschiedenen Contractionszuständen passiv zu folgen. Hierbei nimmt man wahr, dass an drei Stellen sich Einbuchtungen an der Peripherie des Nerven gebildet haben: entsprechend den beiden Zellsäulen (*zs*) und auf der entgegengesetzten (also nach Innen gerichteten) Seite, gerade in der Mitte. Man sieht ferner, dass jede der Zellsäulen ein Knotenpunkt für die Ausstrahlung der Querfasern ist, und wie diese sich in einer schwer zu beschreibenden und am besten aus den Abbildungen ersichtlichen Weise dem veränderten Contractionszustande accommodiren und es gestatten, dass ohne Läsion der Nerv die Form seines Querschnittes ändern kann. Aus dem Umstande, dass eine Anhäufung der Randzellen zu Zellsäulen in dem Nervenring, der functionell zweifelsohne höher steht, als die Radialnerven, fehlt, möchte ich schließen, dass wir diese Einrichtung als eine wesentlich mechanischen Zwecken dienende aufzufassen haben. Die bilaterale Symmetrie, die sich durch das Auftreten der Zellsäulen so deutlich im Radialnerven ausprägt, wäre somit wesentlich als Anpassung an mechanische Bedingungen und nicht als ein Erbstück bilateraler Ahnen aufzufassen. Was die Scheidewand anlangt, welche den Nerven in seiner größten Länge durchzieht, so wird für ihr Vorhandensein die gleiche Erklärung gelten, wie für die Zellsäulen. Dafür spricht besonders der Umstand, dass auch sie in dem Nervenring fehlt.

Die »Baur'schen Bläschen«.

J. Müller entdeckte bei der »*Auricularia* mit Kalkrädchen« bläschenförmige Organe, die paarweise an der Abgangsstelle je eines Radialnerven gelagert sind und als Inhalt »Doppelkörner« besitzen, welche sich in zitternder Bewegung befinden. Baur (1 p. 46) fand dieselben Bläschen auch bei den erwachsenen Thieren, vermisste aber bei letzteren den Inhalt. Endlich hat Hamann die Organe unter-

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

sucht und die Frage scheinbar zum Abschluss gebracht, indem er die Bläschen für Larvenorgane erklärt. Er sagt: »Baur hatte fünf ‚bläschenförmige Organe' aufgefunden, welche an der Außenfläche des Kalkringes gelegen sind. Sie sollten nach seiner Beschreibung mit den fünf Radialnervenstämmen zusammenhängen, und zwar kurz nach ihrem Austritt aus dem Gehirnring. Jedes der Bläschen ist nach Baur ringsum geschlossen, besteht aus einer structurlosen Membran und einem Epithel, welches die Höhle auskleidet. Der Stiel jedes Bläschens ist nicht ein Nervenast, ‚sondern nur ein Fortsatz der Bläschenhaut, der mit der membranösen Umhüllung des Nervenstammes zusammenhängt'. Sehr interessant sind die Angaben über diese Bläschen an jungen Thieren. Bei diesen hat Baur im Hohlraum der Organe ‚mehrere rundliche, ganz homogene, stark lichtbrechende Körperchen' gefunden, welche in zitternder Bewegung waren. Es sind jene Gebilde, welche von Joh. Müller schon beschrieben worden sind, und zwar als ‚Bläschen mit Doppelkörnern', wie auch Baur selbst angiebt. Die Entdeckung unserer Organe gebührt also Joh. Müller, lediglich die Deutung ist von Baur. Es dürften also mit weit größerem Rechte dieselben als Müller'sche Organe benannt werden. Was nun die Deutung derselben als Gehörbläschen anlangt, so hat dieselbe sehr viel für sich, das heißt, wir haben in denselben Sinnesorgane zu sehen, welche nur der Larve zukommen, am erwachsenen Thiere aber außer Function getreten sind.«

»Ich habe diese Organe bei den erwachsenen Synapten untersucht. Es sind Hohlkugeln, deren Wandung aus einer Epithelschicht besteht, die einen Durchmesser von 0,00652 mm besitzt. Der Durchmesser eines Bläschens beträgt ungefähr 0,143—0,213 mm. Die Epithelzellen sind von kubischer Gestalt und schließen einen runden Kern in der Mitte ein. Eine bindegewebige Membran umzieht das ganze Gebilde. Ein Nervenzug, der etwa zu demselben heranträte, ist nicht vorhanden, wie ich mit vollster Sicherheit behaupten kann. Die hohlen Bläschen liegen in der Cutis der Körperwandung, allseitig von der Bindesubstanz umgeben, mit keinem anderen Organ in Verbindung stehend. Sie sind allseitig geschlossen, und niemals trifft man einen Inhalt in denselben an. Sie machen somit den Eindruck von rückgebildeten Organen, welche nur im Jugendzustand in Function gewesen sind; es sind Larvenorgane.«

Dieser Darstellung und Auffassung der Organe kann ich mich in keiner Beziehung anschließen.

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

Es ist nämlich sehr leicht, sich davon zu überzeugen, dass die Bläschen sowohl bei jungen als bei ausgewachsenen Thieren einen Inhalt besitzen, man muss nur das Thier lebend untersuchen. Macht man bloß Schnitte durch conservirtes Material, so stellt sich oberflächlich betrachtet die Sache so dar, wie Hamann sie schildert. Man findet in der Nähe jedes Radialnerven und zwar da, wo er eben über (*Chirodota venusta*) oder durch (*Synapta*) den Kalkring getreten ist, zwei Bläschen scheinbar ohne Zusammenhang mit anderen Organen in der Cutis liegen. Nach innen zu liegen sie fast unmittelbar dem Kalkring an und werden bloß durch eine dünne Bindegewebsschicht von ihm geschieden. Der Radialnerv besitzt hier noch keine Scheidewand, und so ist die oben beschriebene Anordnung der Randzellen in zwei Zellsäulen an dieser Stelle noch nicht zu beobachten, was ganz natürlich ist, da weder Längs- noch Ringmusculatur so hoch hinaufreicht, Zerrung und Compression des Nerven an dieser Stelle also ausgeschlossen ist. Die Wandung der Bläschen wird von einem einschichtigen, kubischen Epithel ausgekleidet. Ein Inhalt scheint nicht vorhanden zu sein. Legt man nun eine lebende *Chirodota* oder kleinere (aber ausgebildete) Exemplare von *Synapta* unter das Compressorium, so findet man leicht an den betreffenden Stellen die Bläschen wieder. Man sieht aber sofort, dass sie stets als Inhalt jene »rundlichen, ganz homogenen, stark lichtbrechenden Körperchen« enthalten, die Baur bei den jungen Thieren sah, welche die Larvenentwicklung schon vollendet hatten. Ganz große Exemplare von *Synapta digitata* kann man schlecht unter das Compressorium bringen, auch sind sie dann noch zu undurchsichtig. Bei einiger Übung gelingt es jedoch hier immer leicht, ein derartiges Bläschen unter dem Präparirmikroskop herauszupräpariren. Immer findet man ein oder mehrere — manchmal sechs und mehr — jener runden Körperchen, nie die »Doppelkörner« Joh. Müller's. Ich wundere mich darüber, dass Baur die Doppelkörner ohne Weiteres seinen rundlichen Körperchen gleich setzt. Wie es sich hiermit verhält, werden wir gleich sehen. Es ist nun leicht zu erkennen, warum man an conservirtem Material und besonders auf Schnitten gewöhnlich nichts findet. Lässt man nämlich auf eins der frei präparirten Bläschen irgend ein Reagens (Säure, Sublimat, Alkohol) einwirken, so verschwinden regelmäßig die Inhaltskügelchen; jedes der Körperchen platzt wie eine Seifenblase. Untersucht man nun ein Kügelchen genauer bei stärkeren Vergrößerungen, so findet man, dass man es in der That nicht mit einem homogenen Körper, sondern mit einem

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

hohlen, mit Flüssigkeit erfüllten Bläschen zu thun hat (Fig. 5, 8 *ib*). Man sieht, dass die Wandung eines solchen Inhaltsbläschens nicht vollkommen homogen ist, sondern eine ganz geringe Körnelung zeigt. An einer Stelle ist die Wandung dicker, und dort kann man einen dunkleren Körper wahrnehmen (Taf. 15 Fig. 5 *k*), der von oben gesehen scheibenförmig, im Querschnitt sichelförmig erscheint.

Aus dem Gesagten wird klar geworden sein, warum so hinfällige Gebilde, wie diese Inhaltsbläschen es sind, nicht leicht auf Schnitten zur Anschauung kommen, und warum sie von Beobachtern, die sich auf Untersuchung der getödteten Thiere beschränkten, übersehen worden sind. Freilich bleiben ab und zu auf guten Schnitten durch sehr sorgfältig conservirtes Material die Inhaltsbläschen ganz oder in Theilen ihrer dünnen Wandung erhalten. Ich besitze eine Reihe solcher Schnittpräparate, die in so fern interessant sind, als sie die Bläschennatur der Inhaltskörper außer Frage stellen und ferner zeigen, dass der dunklere Körper an der Stelle der Bläschenwandung nichts Anderes ist, als ein platter, scheibenförmiger Kern (Taf. 15 Fig. 8).

Legen nun schon die eben angeführten Beobachtungen die Vermuthung nahe, dass jedes Inhaltsbläschen eine Zelle ist, deren Inneres von einer riesigen Vacuole eingenommen wird, während der Zellleib die Wandung der Vacuole bildet und an einer Stelle den plattgedrückten, der Form des ganzen Gebildes accommodirten Kern führt, so wird diese Vermuthung durch die Entwicklungsgeschichte zur Sicherheit erhoben. Untersucht man nämlich die *Synapta*-Larve gegen Ende ihres sogenannten Puppenstadiums (»tonnenförmiges Stadium«), so findet man leicht J. Müller's »Bläschen mit Doppelkörnern« wieder (Fig. 6). Genauere Untersuchung aber lehrt, dass jedes vermeintliche Doppelkorn nichts ist, als eine kernhaltige Zelle, deren eine Hälfte durch eine Vacuole vorgebuchtet wird. So entsteht in leicht erklärlicher Weise das Bild des Doppelkorns (Fig. 7). Wir haben also hier ein Stadium vor uns, wo die Vacuole erst im Entstehen begriffen ist, und Zellleib und Kern noch nicht ihre wandständige Lage angenommen haben.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung einer jener 10 Blasen selbst, die in ihrem Inneren die eben beschriebenen merkwürdigen Hohlkugeln einschließen, so hat Hamann richtig beschrieben, dass die Wandung aus einem einschichtigen kubischen Epithel besteht, dessen Zellen rundliche Kerne führen. Ich gab vorhin an, dass bei der Larve die »Doppelkörner« und beim ausgebildeten Thiere die Inhaltskugeln sich in zitternder Bewegung befinden. Diese Bewegung

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

gleicht vollkommen derjenigen, die man am Inhalt der Otocysten anderer Thiergruppen beobachten kann, und ist ohne Zweifel auf Bewegung von Flimmerhaaren des eben beschriebenen Epithels zurückzuführen. Wahrscheinlich erzeugen die Wimpern nur Bewegungen im flüssigen Inhalt der Blase, ohne die Inhaltskügelchen selbst zu berühren. Ich muss aber betonen, dass es mir nie gelungen ist, die Wimpern selbst zu sehen, weder bei häufig wiederholten Beobachtungen mit starken Vergrößerungen am lebenden Object, noch auch auf Schnitten. In letzterem Fall will natürlich ein negatives Resultat nichts sagen; aber auch bei der Beobachtung am lebenden Thiere ist der Umstand sehr störend, dass, selbst wenn man die Blase frei aus dem Gewebe herauspräparirt hat, erst durch das Epithel hindurchgesehen werden muss, ehe man die Wimpern zu Gesicht bekommen könnte.

Aus diesem Grunde, und weil die Art der Bewegung, welche die Inhaltskugeln ausführen, höchst charakteristisch ist, lege ich auf das negative Resultat der directen Beobachtung nur sehr untergeordneten Werth und nehme vorläufig an, dass die Bewegung durch Wimpern, obschon wahrscheinlich durch äußerst feine und kurze, hervorgebracht wird.

Eine eigentliche bindegewebige Membran, die das ganze Gebilde umziehen soll, ist nicht vorhanden. Die Organe liegen vielmehr im Bindegewebe der Cutis, welches den Verlauf seiner Fasern einigermaßen der Form des Organs accommodirt, das in sein Gewebe eingebettet ist.

Hamann ist im Irrthum, wenn er mit »vollster Sicherheit« behaupten zu können glaubt, ein Nervenzug, der zu den Bläschen herantrete, sei nicht vorhanden.

Es ist immer eine missliche Sache, derartige negative Angaben mit vollster Sicherheit zu machen, besonders wenn es sich um Nerven handelt. Im vorliegenden Falle ist es nicht einmal besonders schwierig, den Zutritt eines Nervenastes aus dem Radialnerven zu einem oder dem anderen Bläschen zu beobachten (Fig. 8 *bn*). Es kommt nur darauf an, den betreffenden Nervenast auf dem Längsschnitt und nicht auf Quer- oder Schiefschnitten zu treffen. Dies lässt sich nicht immer durch bewusste Regulirung der Schnittrichtung erreichen, sondern ist in gewissen Grenzen stets dem Zufall überlassen. Es kommt daher darauf an, eine größere Anzahl von Bläschen zu untersuchen. Wenn man das Kopfende einer *Synapta* oder *Chirodota* in Längsschnitte zerlegt, so wird man unter den 10 Bläs-

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

chen wohl fast immer eines treffen, zu welchem man aus dem benachbarten Radialnerven einen Nervenast treten sieht, wie dies in möglichst naturgetreuer Weise in Fig. 8 dargestellt ist. Wo der Nerv an das Epithel herantritt, ist dieses etwas nach innen vorgewölbt und die Epithelzellen scheinen mir dort größer zu sein und auch eine etwas andere Form zu besitzen, als an anderen Punkten. Jedenfalls sind diese Unterschiede aber sehr gering, und so wage ich darauf noch keine Vermuthung zu gründen, die jenen Zellen vielleicht eine besondere Function im Zellverbande des Epithels zuschriebe.

Ich glaube ziemlich sicher nachgewiesen zu haben, dass es sich bei den Baur'schen Bläschen keineswegs um »Larvenorgane« handelt, die »am erwachsenen Thiere außer Function getreten sind«, vielmehr um Organe, die erst beim erwachsenen Thiere ihre vollste Ausbildung erlangen. Hierfür spricht beiläufig erwähnt noch der Umstand, dass sie mit der Größenzunahme des Individuums auch ihrerseits stetig an Größe zunehmen. Mit was für Organen haben wir es aber zu thun?

Es ist unzweifelhaft, dass die Organe mit den sogenannten Hörbläschen oder Otocysten, die in den meisten Thiergruppen vorkommen und physiologisch als Hörorgane angesprochen werden, morphologisch auf dieselbe Stufe zu stellen sind. Solche Organe finden sich unter den Coelenteraten bei Medusen und Ctenophoren, in der großen Wurmklasse bei Turbellarien, Nemertinen, Anneliden, ferner bei den Crustaceen und Mollusken und sie bilden endlich bei den Vertebraten den Ausgangspunkt eines complicirteren Hörapparates. Nur bei den Insekten finden sich Hörorgane, die morphologisch in eine andere Linie zu stellen sind.

Man kann jene Organe definiren als Säckchen oder Bläschen — wohl immer auf eine Ectodermeinstülpung zurückzuführen —, mit deren Wandung Nerven in Verbindung treten und in deren flüssigem Inhalt sich mehr oder weniger frei bewegliche Körper befinden. Hierbei erscheint es zunächst morphologisch unwesentlich, ob die Inhaltskörper, die häufig je aus einer Zelle hervorgehen, krystallinische Einlagerungen enthalten oder nicht. Physiologisch kann dies ja von größter Bedeutung sein, und ich zweifle nicht daran, dass functionell sich die Bläschen der Synapten von den Otocysten sämmtlicher anderer Thiere in einer gewissen Richtung unterscheiden werden. Dafür spricht auch der Umstand, dass bei ihnen die Wimpern des Bläschenepithels die Inhaltskugeln nicht erreichen, was sonst die Regel zu sein scheint. Wie beschaffen aber qualitativ und quantitativ die functionelle Differenz zwischen den Bläschen der Synapten

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

und den Otocysten der anderen Thierklassen sei, darüber lässt sich zur Zeit auch nicht einmal eine Vermuthung aussprechen. Variirt ja der Bau der Otocysten oft in derselben Thierklasse bedeutend.

Im biologischen Theil (oben p. 286) habe ich angegeben, dass es mir nicht gelungen ist, experimentell bei den Synapten eine Reaction auf acustische Reize irgend welcher Art nachzuweisen.

Dies entfernt unsere Organe nicht aus der Reihe der Otocysten anderer Evertebraten. Von Medusen, Ctenophoren, niederen Würmern, Crustaceen etc. wissen wir eben so wenig, ob ihre Otocysten zu Wahrnehmung derjenigen Schwingungen dienen, die wir als Töne wahrnehmen.

Es genügt, zu constatiren, dass sämmtliche Synaptiden, und zwar auch die erwachsenen Thiere, Sinnesorgane besitzen, die morphologisch den bei anderen Thierklassen vorkommenden Otocysten anzureihen sind. Die Organe der Synaptiden sind dadurch ausgezeichnet, dass ihre Inhaltskörperchen nicht aus krystallinischen Concretionen, sondern aus hohlen Bläschen bestehen, die je einer Zelle mit großer Vacuole und wandständigem Protoplasma entsprechen.

Unsere Kenntnisse von den Functionen der Otocysten sind in allen Thierklassen mehr oder weniger unbestimmt und lückenhaft.

Die Wimpertrichter der Leibeshöhle.

Diese merkwürdigen Organe wurden von Joh. Müller bei *Synapta digitata* im Jahre 1852 entdeckt und von ihm (**4** und **5** p. 3, Taf. 1 Fig. 13—17) mit derjenigen Schärfe und Genauigkeit beobachtet, abgebildet und beschrieben, die uns bei Nachuntersuchung jeder seiner Beobachtungen stets von Neuem mit Bewunderung erfüllt. Seitdem hat die Erkenntnis jener Gebilde kaum irgend welche Fortschritte gemacht. Leydig's (**3** p. 512 ff.) Untersuchungen führten lediglich zu einer Bestätigung der Müller'schen Angaben. Leydig behauptete, dass die Organe mit Gefäßen des Mesenteriums zusammenhingen. J. Müller bestritt dies, und ihm schloss sich später Semper (**8** p. 34 ff.) an, der im Übrigen in der Erkenntnis der Gebilde auch nicht weiter kam, als seine Vorgänger. Die Unmöglichkeit des Nachweises von Verbindungen der Wimpertrichter mit Gefäßen oder Canälen irgend welcher Art führte ihn dazu, eine excretorische Function der Organe ganz auszuschließen und anzunehmen, dass sie Organe seien, »die vielleicht zur Erregung einer ganz bestimmten Stromesrichtung des Leibesinhaltes dienen mögen«.

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

Erwähnt sei, dass M. Sars (6) bei *Chirodota pellucida* einen Zusammenhang der Wimperorgane mit zwei an der Leibeswand verlaufenden Canälen angiebt. Diese Mittheilung geschieht aber so beiläufig und ohne alle genaueren Angaben, dass ich mich selbst auf die Autorität von M. Sars hin nicht entschließen kann, sie als unumstößliche Thatsache hinzunehmen, bis sie mit Rücksicht auf ihre principielle Wichtigkeit noch einmal nachgeprüft ist.

In den letzten 20 Jahren ist viel über die Organe geschrieben, aber keine einzige neue Untersuchung über sie publicirt worden. So erstaunlich dies ist bei dem Interesse, mit dem sie von allen vergleichenden Morphologen betrachtet wurden, so hat es doch seinen guten Grund. Davon konnte ich mich bald überzeugen, als ich eine Bearbeitung der Organe in Angriff nahm. Untersuchte ich die Organe in frischem Zustand, so kam ich nicht über das hinaus, was durch J. Müller schon bekannt ist. Den neueren Färbe- und Schneidemethoden stellen sich aber besondere Schwierigkeiten in den Weg, weil eine histologisch gute Conservirung der Trichter häufig selbst dann fehlschlägt, wenn alle übrigen Theile des Thieres mit Einschluss von Nervensystem und Sinnesorganen in tadelloser Weise conservirt sind. Doch gelingt ab und zu ein Präparat, und durch Combination der Untersuchung am lebenden Thiere, an Total- und Schnittpräparaten glückte es mir endlich, den histologischen Bau — wie ich hoffe mit annähernder Sicherheit — zu analysiren. Keine Erfolge hatte ich mit Carminfütterung der Synapten, die für Excretionsorgane der Würmer häufig so gute Resultate liefert.

Bekanntlich befinden sich die Wimpertrichter sporadisch auf den Mesenterien und in dichteren Zügen auf dem Peritonealüberzug der Leibeswand in verschiedenen Intermuscularräumen. Sehr constant und durch besonders dicht gedrängte Lage ausgezeichnet sind zwei Züge rechts und links von der Insertion des dorsalen Mesenteriums (also im dorsalen unpaaren Interradius).

Bei den Synapten sitzt meist jeder Trichter für sich auf einem besonderen Stiel; zuweilen trägt ein gemeinsamer Stiel zwei Organe. Bei den Chirodoten sitzen gewöhnlich viele Trichter in Büscheln gemeinsamen Stielen auf. Sie bilden die sogenannten Wimpertrichterbäumchen. Die Wimpertrichter selbst zeigen aber in Form und Structur bei beiden Gattungen die größte Übereinstimmung.

Die Form und Größe der Trichter desselben Individuums ist einigermaßen variabel. Bei *Synapta digitata* finde ich zwei Typen entwickelt. Erstens die gewöhnlichen pantoffel- oder füllhornähn-

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

lichen Wimpertrichter, die J. Müller, Leydig und Semper als Beobachtungsobjekt gedient haben. Von diesem Typus hat Müller (5 Taf. 1 Fig. 13—17) die vortrefflichsten Abbildungen und Beschreibungen geliefert. Mit seinen Profilansichten kann ich mich ganz einverstanden erklären. Solche en face-Ansichten, wie er sie (Fig. 15—17) abbildet, bekomme ich zuweilen auch, aber besonders dann, wenn der Trichter etwas durch das Deckglas gedrückt worden ist. Die Form des sogenannten Rahmens der Platte ist jedoch in Wahrheit mehr viereckig als rund und besitzt auch noch zwei seitliche Einkerbungen (vgl. meine Fig. 11 *s*), die ein seitliches Einströmen von Material in den Trichter ermöglichen. Das ist nicht weiter wesentlich. Außer den Wimperpantoffeln finden sich in geringerer Anzahl andere, weit größere Wimperorgane, die man mit eingerollten Blättern vergleichen kann. In Taf. 15 Fig. 9 u. 10 ist das Größenverhältnis eines Wimperpantoffels zu einem Wimperblatt dargestellt. Irgend welche Unterschiede in der Structur ließen sich zwischen beiderlei Organen nicht auffinden. Ich werde die letztere Modification bei der weiteren Darstellung weniger berücksichtigen und mich im Wesentlichen auf die Beschreibung der weniger complicirten Wimperpantoffeln beschränken.

Die histologische Zusammensetzung der Organe ist einfacher, als man vielleicht auf den ersten Blick anzunehmen geneigt ist. Wir unterscheiden das Wimperorgan selbst und die Peritonealhülle, die seine Außenfläche überkleidet und continuirlich in den Stiel übergeht, welcher das Gebilde trägt.

Das eigentliche Wimperorgan ist sehr einfach gebaut. Wir sehen (Fig. 11 u. 12) eine eigenthümlich gebogene und geschweifte Platte, die an ihrem Saum von einem vorspringenden Leisten eingerahmt wird. Dieser Leisten oder Rahmen präsentirt sich auf den verschiedenen Totalansichten und optischen Schnitten häufig als etwas Besonderes, Selbständiges. Er besteht aber aus demselben Gewebe wie die Platte und ist in der That nichts Anderes, als der etwas übergebogene Rand derselben. Beide bestehen aus langen, ziemlich dünnen Cylinderzellen (Fig. 14, 15 *we*). Die langgezogenen Kerne der Zellen sind verhältnismäßig sehr groß. Jede Zelle scheint eine sehr lange Wimper zu führen; doch bin ich über die Zahl der Wimpern, die jede Zelle trägt, nicht zu vollkommener Sicherheit gekommen. Die Längsachse sämmtlicher Zellen ist gegen das Centrum des Trichters gerichtet. So kommt es, dass man auf optischen Längsschnitten einen Theil der Zellen als Rechtecke, andere als Ellipsen, wieder

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

andere als Kreise sieht (Fig. 15 *we*), und dass dies Verhältnis mit der Einstellung wechselt. Joh. Müller (5 p. 4) sagt hierüber: »Das Ansehen der Sohle ist übrigens sehr verschieden nach der Einstellung des Focus, bald feinkörnig oder punktirt, bald ziehen sich die Punkte in Linien aus. Diese schwer verständlichen Verschiedenheiten vermag ich dermalen noch nicht aufzuklären, sie sind an drei verschiedenen Wimperorganen Taf. 1 Fig. 15—17 wiedergegeben.« Diese optischen Eigenthümlichkeiten finden in der oben beschriebenen Anordnung und Stellung der Cylinderzellen ihre Erklärung.

Andere Elemente vermag ich in der Platte (inclusive Rahmen) nicht aufzufinden. Natürlich wechselt auch auf wirklichen, nicht bloß optischen Schnitten das Aussehen der Zellen ungemein je nach der Schnittrichtung, in der man sie trifft. Es scheint sich aber immer nur um dieselbe Art von langgezogenen, wimpertragenden Cylinderzellen zu handeln (Fig. 15 *we*).

Aus Fig. 11 kann man ersehen, dass das Organ kein wirklicher Trichter ist, der in eine geschlossene Röhre ausläuft, sondern dass das trichterförmige Anfangsstück in eine eingebogene, nach einer Seite hin offene Rinne (*r*) führt. Diese Rinne öffnet sich in den Sack der Peritonealhaut, welche die Außenseite des Organs überkleidet und an dieser Stelle continuirlich in den Stiel übergeht. Der Peritonealüberzug des Trichters und der Stiel bestehen aus platten spindelförmigen Zellen, die einen länglichen Kern besitzen. Das Plasma der Zellen ist vollkommen hell, ohne alle Körnelung und Granulirung. Die Muskelfasern des Peritoneums setzen sich nicht in den Stiel hinein fort. Auch vermochte ich keine Nervenfasern nachzuweisen, die dort verliefen. Letztere können sich natürlich jedoch in Folge großer Feinheit der Beobachtung entziehen.

An Totalpräparaten kann man mit großer Deutlichkeit sehen, dass der Stiel nicht hohl ist und keinen Canal umschließt (Fig. 15). Schnitte bestätigen dies vollkommen. Auf Schnitten beobachtet man aber folgendes merkwürdige Vorkommnis.

Schon J. Müller und Leydig hatten im Inneren der Trichter häufig Körnchenballen gesehen, und letzterer Beobachter hatte in ihnen Zellen mit Kernen erkannt. Semper bemerkt richtig, dass sie wohl zu den Zellen gehören, die sich im Inhalte der Leibeshöhle der Synapten frei herumbewegen, und dass dieselben wohl durch die Wimpern in die Trichter hineingetrieben seien. Dass dem so sei, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Leibeshöhle öffnet und die Trichter lebend beobachtet. Man sieht dann, wie die Wimpern

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

alle festen Bestandtheile, die in dem sie umgebenden Medium schwimmen, an sich heranstrudeln und in die Trichter hinabziehen. Es wäre aber immer noch möglich, diese Thätigkeit der Trichter für eine abnorme, durch den gewaltsamen Eingriff, das Absterben der Gewebe etc. veranlasste, anzusehen. Allerdings genügt ein Blick auf die Trichter, um zu erkennen, dass sie ihrem ganzen Bau nach geschickt und daraufhin angelegt sind, von allen Seiten her Material in ihr Inneres einströmen zu lassen. Zur »Erregung einer ganz bestimmten Stromesrichtung in der Leibeshöhle« scheinen sie in eben so exquisitem Maße ungeeignet, ganz abgesehen davon, dass man sich leicht durch directe Beobachtung davon überzeugen kann, dass die Action der Längs- und Ringmusculatur des Thieres einen so überwältigenden Einfluss auf die Strömung des Inhalts der Leibeshöhle ausübt, dass dagegen die Thätigkeit dieser Organe, deren Bau offenbar auf die Hervorbringung einer ganz anderen Wirkung berechnet ist, vollständig zurücktreten müsste.

Ich finde nun, dass der Stiel zwar niemals ein wirkliches Lumen besitzt, dass aber häufig große Mengen von Zellen, die vollkommen den Zellen gleichen, die sich im flüssigen Inhalt der Leibeshöhle vorfinden, in die Spalträume des Stiels eingelagert sind. In Fig. 14 sieht man dies Verhältnis auf dem Längsschnitt, in Fig. 13 auf dem Querschnitt. Die Zellen selbst sind — das wird sofort klar — identisch mit denjenigen, die Semper »Schleimzellen«, Hamann treffender Plasmawanderzellen nennt. Sie finden sich fast überall im Bindegewebe, in dessen Spalträumen sie amöboid umherwandern. Hamann hat selbst schon darauf hingewiesen, dass sie in nahen Beziehungen zu den Zellen stehen, die sich in der Blutflüssigkeit der Synapten vorfinden. Von den sogenannten Blutzellen unterscheiden sie sich nur dadurch, dass ihr Protoplasma sehr deutlich granulirt ist, während das Plasma der Blutzellen klar und ungekörnelt ist. Da sich aber beide Zellarten vermischt im Blut und den Geweben finden, und von der einen Art zur anderen alle Übergänge vorkommen, so dass es auch Hamann »oft nicht gelungen ist, zu entscheiden, ob man es mit einer Plasmazelle oder einer Blutzelle zu thun habe«, so ist eine scharfe Trennung überhaupt nicht durchführbar. Es genügt darauf hinzuweisen, dass die Zellen, wenn man sie als lymphoide Zellen im Gewebe findet, stets die allerdings recht auffällige Körnelung des Zellplasmas zeigen.

Es liegt nun der Gedanke sehr nahe, dass die Wimpertrichter dazu bestimmt sind, die lymphoiden Zellen, die frei in der Leibes-

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

höhle herumschwimmen, aufzunehmen und in die Gewebe zu nöthigen. In der Öffnung des Trichters trifft man, wie erwähnt, sehr häufig Massen zusammengeballter Zellen. Nicht alle von diesen Zellen sind unsere lymphoiden Zellen. Man findet abgestoßene Epithelzellen der Leibeshöhle, Zellen in verschiedenen Stadien des Unterganges und häufig auch Lymphzellen, die ein oder mehrere dieser Zellen in ihr Inneres aufgenommen, so zu sagen verspeist haben. Diese Thätigkeit unserer Zellen als »Phagocyten« stimmt mit dem überein, was man an den lymphoiden Zellen anderer Thierklassen schon seit lange beobachtet hat.

Die Einführung der Zellen durch den Stiel des Wimpertrichters in das Gewebe muss offenbar activ durch die amöboide Bewegung der Zellen erfolgen. Denn abgesehen davon, dass man im Stiel kein wirkliches Lumen wahrnehmen kann — hier könnten Beobachtungsfehler mit unterlaufen —: ein wirkliches Gefäß kann der Stiel schon desshalb nicht vorstellen, weil vollkommen die treibende Kraft fehlen würde, welche Zellen oder flüssiges Material durch den langen Stiel durchtreiben könnte. Eine Bewegung durch Wimpern im Inneren des Stiels ist natürlich ganz ausgeschlossen, Muskeln fehlen ihm ebenfalls und die Wimperbewegung des Trichters selbst kann unmöglich als vis a tergo wirken. Aus diesen Gründen scheint mir schon von vorn herein die Auffassung des Wimpertrichters als wirkliches Excretionsorgan widerlegt.

Wo der Stiel am Peritoneum festsitzt, da geht sein Gewebe continuirlich in das Peritonealepithel über (Fig. 14). An dieser Stelle sieht man zuweilen lymphoide Zellen liegen, zuweilen auch tiefer im Gewebe zwischen den Fasern der Ringmusculatur und in der Cutis. Überhaupt ist das Vorkommen der lymphoiden Zellen weder in den Trichtern noch in den Stielen ganz constant. Ab und zu trifft man sie auch leer an. Diese Erscheinung ist aber nicht häufig und beweist natürlich nichts. Denn eine große Anzahl von Organen im Thierkörper functionirt nicht unablässig. Ich erinnere daran, dass die Füllung der verschiedenen Abschnitte des lymphatischen Systems, z. B. bei Wirbelthieren, eine äußerst wechselnde ist.

Größer sind Bedenken anderer Art, die sich gegen die Schlüsse erheben lassen, die aus den eben mitgetheilten Beobachtungen zu ziehen sind.

Wir hätten uns doch danach die Wimpertrichter als Organe vorzustellen, die dazu bestimmt sind, die lymphoiden Zellen der Leibeshöhle aufzunehmen und eine Anfangsstation für ihre Wanderungen in

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

die Gewebe zu bilden. Es wären große und complicirt gebaute Lymphstomata der Leibeshöhle. Die Vermuthung liegt nahe, dass diese Zellen aus den Gefäßen des Darmes in die Leibeshöhle eingewandert sind. Ein directer Zusammenhang zwischen dem Darmgefäßsystem und dem übrigen Körper (man wird zunächst an das ebenfalls lymphoide Zellen führende Wassergefäßsystem denken) lässt sich nicht nachweisen. Vielleicht wird er durch die Wanderungen der Lymphzellen durch die Gewebe hergestellt.

Dies aber wäre eine ganz ungewöhnliche Art des Kreislaufs der Ernährungsflüssigkeit, die sich kaum mit irgend etwas bisher Bekanntem vergleichen ließe. Zwar — das wiederhole ich — ist es möglich, dass wir es hier, auch was die Function der Wimpertrichter anlangt, mit ganz primitiven Einrichtungen zu thun haben, mit primitiveren vielleicht, als sie die in den Dienst der Excretions- und Genitalorgane getretenen Wimpertrichter anderer Thierklassen zeigen. Ich lehne es aber ausdrücklich ab, auf die hier mitgetheilten isolirten und nicht einmal unzweideutigen Thatsachen hin Schlüsse irgend welcher allgemeineren Art zu bauen.

Litteraturnachweis.

1. A. Baur, Beiträge zur Anatomie der *Synapta digitata*. Nova Acta Acad. Leop. Carol. Bd. 31. Dresden 1864.
2. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884.
3. F. Leydig, Anatomische Notizen über *Synapta digitata*. in: Arch. Anat. Phys. 1852.
4. Joh. Müller, Über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. ibid. 1852.
5. —— Über *Synapta digitata* und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.
6. M. Sars, Oversigt af Norges Echinodermer. Christiania 1861.
7. R. Semon, Das Nervensystem der Holothurien. in: Jena. Zeit. Naturw. Bd. 16. 1883.
8. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. 2. Theil. 1. Bd. Holothurien.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 15.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Radialnerven von *Synapta inhaerens* in einem Körperabschnitt, der in Folge von Contraction der Ringmusculatur eingeschnürt ist. *rz* Randzellen. *iz* Innenzellen. *zs* Zellsäulen. *schw* Scheidewand. Vergr. 230.

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

Fig. 2. Querschnitt durch denselben Nerven 1 cm weiter oberhalb, wo die Musculatur erschlafft, und die Körperwand ausgedehnt ist. Buchstaben wie in Fig. 1. Vergr. 230.

Fig. 3. Wassergefäß- und Kalkringanlage einer *Auricularia* mit Kalkrädchen zur Zeit, wo dieselbe frei im Mesenchym liegt und noch keine Beziehung zu Schlund, Nervensystem und Musculatur besitzt. *wr* Anlage des Wassergefäßringes *th* Tentakelhohlraum. *tk* Tentakelcanal. *kst* Kalkstück (Anlage des Kalkringes). *rw* Anlage eines Radialwassergefäßes. *stk* Steincanal, der zu dieser Zeit noch durch den Rückenporus nach außen mündet. Vergr. 130.

Fig. 4. Otocyst, wie er sich am lebenden Thier (*Synapta* oder *Chirodota*) darstellt. Man sieht im Inneren der Blase 5 rundliche Inhaltskörper. Vergr. 230.

Fig. 5. Ein Inhaltskörper des Otocysten von *Synapta inhaerens*. *p* wandständiges Protoplasma. *k* Kern. *v* Innenflüssigkeit, die nach Art einer großen Vacuole das Ganze erfüllt. Vergr. 1000.

Fig. 6. Otocyst einer *Synapta*-Larve im sog. Puppenstadium; als Inhalt finden sich die MÜLLER'schen »Doppelkörner«.

Fig. 7. Doppelkorn. *p* Protoplasma. *k* Kern. *v* Vacuole. Vergr. 1300.

Fig. 8. Schnitt durch einen Otocysten von *Synapta inhaerens*. Darunter der schief getroffene Radialnerv. *rz* Randzellen, *iz* Innenzellen des Radialnerven (der hier noch keine Zellsäulen und Scheidewand besitzt). *bn* Bläschennerv. *e* Epithel des Otocysten. *ib* Inhaltsbläschen (vgl. Fig. 5). Vergr. 1000.

Fig. 9. Blattförmiges Wimperorgan von *Synapta digitata*. Vergr. 100.

Fig. 10. Pantoffelförmiger Wimpertrichter von *Synapta digitata* bei derselben Vergrößerung.

Fig. 11. Ein Trichter, wie in Fig. 10 bei 230facher Vergrößerung. *s* seitliche Einkerbung. *r* rinnenförmiger Ausguss des Trichters.

Fig. 12. Profilansicht desselben Trichters.

Fig. 13. Querschnitt durch einen Trichterstiel von *Synapta inhaerens*. *pz* Stielzellen, welche die gleiche Beschaffenheit besitzen, wie das Peritonealepithel und continuirlich in dasselbe übergehen (vgl. Fig. 14). *l* lymphoide Zelle, die sich zwischen sie eingedrängt hat. Vergr. 1000.

Fig. 14. Längsschnitt durch Trichterstiel und Endtheil des Trichters selbst. *we* Wimperepithel des Ausgussstückes des Trichters. *pz* Zellen des Stiels. *l* lymphoide Zellen. *pe* Peritonealepithel. *rm* Ringmusculatur. Vergr. 540.

Fig. 15. Halbirender Ausschnitt eines Trichterendes nebst Stiel von *Synapta digitata*. *we* Wimperepithel des Trichters. Man erkennt, warum bei verschiedener Einstellung die Substanz des Trichters sich bald körnig, bald gestrichelt darstellt. *ph* Peritonealhülle des Trichters, die continuirlich in die Zellen *pz*, welche den Stiel bilden, übergeht. Vergr. 1000.

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

Verl. v. R. Friedländer & Sohn Berlin

Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a. M.

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: 1886/87

Band/Volume: 7

Autor(en)/Author(s): Semon Richard Wolfgang

Artikel/Article: Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres. - 2. Mittheilung. 401-422