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

Zur Kenntnis des Genus Ophiopsila Forb.

Von

Dr. A. Reichensperger
in Bonn.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Bonn.)

Mit Tafel X und drei Figuren im Text.

Gelegentlich eines mehrmonatigen Aufenthaltes an der zoologischen Station zu Neapel erhielten Dr. Mangold und ich, dank der liebenswürdigen Bemühungen des bewährten Konservators, Herrn Dr. Lo Bianco, eine größere Anzahl der im Neapler Golf heimischen, merkwürdigen Schlangensterne *Ophiopsila annulosa* Ltk. und *Ophiopsila aranea* Fbs. Mangold, der sich in physiologischer Hinsicht vornehmlich mit den Leuchterscheinungen bei diesen Arten beschäftigte — die interessanten Ergebnisse seiner eingehenden Studien sind an andrer Stelle veröffentlicht worden (Pflügers Archiv, Bd. CXVIII, S. 613—640) —, machte mich auf verschiedene Eigentümlichkeiten der genannten Formen aufmerksam, die mir einer näheren Untersuchung wert erschienen.

Beide Arten leuchten bei Berührung oder sonstigem Reiz in grünlich phosphoreszierendem Glanz auf, eine Erscheinung, die sich bereits bei einigermaßen gedämpftem Tageslicht, am schönsten aber bei Dunkelheit, beobachten läßt. Diese Lichterscheinung ist bei frischen Tieren ausnehmend hell und dauert in ziemlicher Stärke mehrere Sekunden fort. Die einfache Tatsache des Leuchtens wurde für *Ophiopsila aranea* bereits durch eine Beobachtung Grubes festgestellt, 1864, S. 62; von *Ophiopsila annulosa* berichtet sie erst Dr. Lo Bianco in den Mitteilungen der zoologischen Station zu Neapel, Bd. XIII, 1899. Die bei der Untersuchung der leuchtenden Stellen vorgefundenen Verhältnisse werden in einer weiteren Veröffentlichung folgen, da ich hiermit noch nicht zum vollen Abschlusse gekommen bin. In folgendem möchte ich mich zunächst den von Mangold bereits physiologisch untersuchten, den Ophiopsilen eigentümlichen Wimperstacheln zuwenden, um dann näher auf

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

den feineren anatomischen und histologischen Bau andrer Körperteile der beiden Arten einzugehen. Die wenigen älteren Angaben darüber mögen durch die folgenden Zeilen ergänzt werden.

Die Arbeiten wurden in der zoologischen Station zu Neapel begonnen und im zoologischen Institut der Universität Bonn fortgesetzt.

Dem hohen Kgl. preußischen Kultusministerium erlaube ich mir hiermit meinen Dank auszusprechen für den mir an der Neapler Station zugewiesenen Tisch. Desgleichen bin ich Herrn Geh. Rat Dohrn für sein überaus liebenswürdiges Entgegenkommen und Interesse zu Dank verpflichtet und nicht minder Herrn Dr. Ernst Mangold für viele freundliche Anregungen.

Methode. Da das Entkalken in Alkohol unter Zusatz von Salpetersäure sowie Entkalkung in Chromsäure usw. trotz aller Vorsicht oft nur unbefriedigende Resultate gab, wandte ich mit geringer Umänderung das von Rousseau 1897[1] vorgeschlagene Verfahren an, nach einer Einbettung in Celloidin rasch zu entkalken. Ich setzte auf 100 Teile Alkohol etwa 20—25 Teile 25 %iger Salpetersäure zu. Nach dem Auswaschen in 95 %igem Alkohol unter Zugabe präcipierten Calciumkarbonats führte ich in absoluten Alkohol über und entfernte das Celloidin bis auf ganz geringe Spuren. Dann folgte Chloroform — Chloroform-Paraffin — Paraffin. Dieses Vorgehen hat die Vorteile sichersten Entkalkens, ausgezeichneter Erhaltung der Gewebe, und endlich bequemen Schneidens.

Gefärbt wurden die Schnitte vorzugsweise mit Eisenhämatoxylin-Rubin und mit Thionin-Eosin; Pikrokarmin und Triacidgemische lieferten je nach der Konservierung mehr oder weniger günstige Resultate.

I. Wimperstacheln und Wimperstreifen.

A. Ihre Verbreitung und Funktion.

1) *Ophiopsila annulosa.* Betrachten wir die *Ophiopsila*-Arten von der Ventralseite, so fallen uns seitlich der Tentakel, proximal neben ihnen gelegen, je zwei merkwürdige stachelartige, Ambulacral- oder Tentakelschuppen genannte Gebilde auf, deren inneres sehr lang und dolchförmig ist und bereits den älteren Forschern der Form nach wohlbekannt war. Unter dem Namen *Ophianoplus annulosus* beschrieb zuerst M. Sars 1857 in seiner »Middelhavets Litoral Fauna« unsre

[1] Zeitschr. f. wiss. Mikr. Bd. XIV, S. 270.

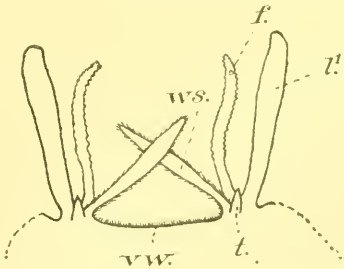
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at; www.zobodat.at

Ophiopsila und bildete sie von Rücken- und Bauchseite ab; ferner brachte er Armstücke, von oben, unten und im Querschnitt gesehen, zur Darstellung, jedoch seltsamerweise stets ohne Tentakel. Die oben erwähnten dolchförmigen Gebilde nennt er innere und äußere Fodpapiler (1857, S. 83 und Taf. I, Fig. 2—7).

Ausführlicher berichten über unser Tier Brady und Robertson 1869, S. 335, welche fast die gleichen Abbildungen wie Sars geben. Ihre Beschreibung der Lage der »Fodpapiler« möchte ich hier wiedergeben, da sie sehr anschaulich ist: On the lower surface of the ray, immediately within or on the near side of the tentakle-pores (therefore not in a line with the lateral spines) are two foot-papillae: these are quite unusual form, not being squamous, but spinous or cylindrical with pointed ends: the outermost are very small; the inner, which are four or five times as long, or nearly as long as the lateral spines, but much more slender, have their apices directed forward and inwards so that they cross those of the corresponding papillae of the opposite side.

Lyman 1882, S. 652 sagt in seiner Tabelle für die Gattung *Ophiopsila* nur: Lowest tentakle scale very long, like a spatula or a dagger.

Gehen wir nun zu den eignen Beobachtungen, zunächst am lebenden Tier über. Bei Betrachtung von Armteilen der *Ophiopsila annulosa* fiel Mangold bereits bei geringer Lupenvergrößerung eine intensive Bewegung und Strudelung des Wassers in der ganzen Ventralrinne, vornehmlich in der Nachbarschaft der größeren Tentakelschuppen auf. Wir stellten sehr bald fest, daß diese Bewegung durch ungemein stark und kräftig ausgebildete Wimpern hervorgerufen wird. Die Wimperung beginnt am Grunde der Außenseite der inneren großen Tentakelschuppen, zieht sich an deren äußerer Schmalseite hoch, geht über den Scheitel nach innen hinunter und läuft quer über die Ventralrinne zur gegenüberliegenden Tentakelschuppe. Nebenstehende, etwas schematisierte Abbildung (Textfig. 1) gibt die genannten Verhältnisse wieder. Es sind bezeichnet: mit l^1 der erste Lateralstachel, mit *f* die Füßchen, mit *t* die äußere, mit *ws* die innere Tentakelschuppe; mit *vw* endlich der Wimperstreifen der Ventralrinne. Die inneren Tentakelschuppen möchte ich, zum Unterschiede von den kleinen äußeren, im folgenden stets als Wimperstacheln bezeichnen. Über die doppelte Art der Wimperbewegung



Textfig. 1.

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

brachte Mangold bereits an andrer Stelle Ausführliches 1907, S. 633: erwähnen möchte ich nur kurz, daß die Wimpern sich im Tode fast stets fest an die Stacheln anlegen, daher an konserviertem Material kaum wahrnehmbar sind. Das Vorhandensein des Wimperstreifens verrät sich dann nur durch ein weißliches, dünnes Band.

Beginnen wir nun mit der Untersuchung eines Armendes und gehen von dort zur Scheibe hin, so finden wir betreffs Vorkommen von Wimperstreifen folgendes: Die jüngsten Armglieder bis etwa 2 cm von der Terminalplatte ab entbehren sowohl beider Paare Tentakelschuppen, wie auch der Wimperstreifen. Dann findet sich jedoch bald ein äußerst feines Wimperband, das quer über die Ventralrinne verläuft, während die noch sehr schwach entwickelten Wimperstacheln ohne solches sind. Haben letztere jedoch eine ungefähre Länge von 0,22 mm erreicht, so sind sie zu vollkommenen Wimperstacheln geworden. Äußere Tentakelschuppen sind hier noch nicht vorhanden; sie treten erst weiter proximal auf. Die Wimperstacheln nehmen nun sehr rasch von Glied zu Glied an Größe zu. Die größte Länge, die ich an Wimperstacheln proximaler Armglieder maß, betrug 1,63 mm bei 0.25 mm Breite. An diesen wird die Größe der einzelnen Wimpern erstaunlich; sie sind bis zu 0,13 mm lang und besitzen an der Basis eine Breite von 0,003—0,004 mm. Nach oben zu laufen sie in eine Spitze aus. Fig. 1, Taf. X zeigt ein Stück aus einem Wimperstachel kurz nach dem Absterben und veranschaulicht die verhältnismäßig riesige Gestalt der Wimpern. Beträgt doch ihre Länge annähernd die Hälfte der Breite des recht ansehnlichen Stachels, ja überschreitet dieselbe noch häufig. — Je näher wir der eigentlichen Scheibe kommen, um so kräftiger werden die Wimperstreifen; zwischen den Mundtentakeln endlich zeigt sich ein breiter Wimperbelag. Merkwürdig ist die nun zutage tretende Erscheinung, daß in der Nähe des Mundes, und vor allem in der Nähe der Bursalspalten, auch die Lateralstacheln die Fähigkeit zeigen, Wimperbänder zu bilden, was Mangold entgangen ist. Meist bemerkt man auf dem Lateralstachel I zwei parallele, von oben nach unten laufende kleine Wimperstreifen; auf dem Lateralstachel II ist in der Regel nur ein solcher Streifen vorhanden; ebenso weisen die äußeren eigentlichen Tentakelschuppen je ein Wimperband auf, jedoch nur die der ersten adoralen drei bis vier Armglieder. Mir scheint dies mit ein Beweis dafür zu sein, daß Tentakelschuppen und Stacheln hier einer Natur und nur in ganz verschiedenen Richtungen ausgebildet sind, wie das bereits Hamann 1900, S. 789 sagt: »Die Tentakelschuppen sind echte Stacheln, die zu einem bestimmten Zweck umgestaltet werden.« — Unsre Wimperstacheln sind aber auch sehr

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

beweglich; sie sind imstande sich senkrecht aufzustellen und schräg niederzusenken (vgl. auch Mangold 1907, S. 639); sie dürfen deshalb genau genommen nicht mehr als echte Ambulacralschuppen bezeichnet werden, da nach Hamann 1900, S. 789 die Squamula ambulacralia im Gegensatz zu den Stacheln unbeweglich sind. Die Wimperstacheln bilden bei unserm Tier einen Übergang zwischen eigentlichen Stacheln und echten Tentakelschuppen. An den distalen Armteilen ist dies auch bei rein äußerlicher Betrachtung zu erkennen. Es wird dort die Ähnlichkeit zwischen Wimper- und Lateralstacheln täuschend, da einmal Form und Größe fast gleich sind und außerdem die Wimperstacheln, je schwächer ihre Wimperstreifen werden, um so mehr pigmentiert sind; an den proximalen Armteilen haben sie bei *Ophiopsila annulosa* niemals Pigment, sondern sind durch ihre weißliche Färbung sofort von den Lateralstacheln unterscheidbar. An den am meisten distal gelegenen Armteilen aber lassen sich eine Menge Übergänge und Zwischenglieder finden. Bei Besprechung des Kalkskelets komme ich hierauf zurück, da dort die Beziehungen am klarsten hervortreten.

Die im vorhergehenden geschilderten Verhältnisse in der Verteilung der Wimperbänder bringt Fig. 2, Taf. X zur Darstellung. Wir sehen dort ein Fünftel der Scheibe von *Ophiopsila annulosa* von der Ventralseite aus: den Beginn eines Armes sowie den der Madreporenplatte benachbarten Interradialbezirk: alle Wimperstreifen sind tiefschwarz eingetragen. Die Ränder aller Bursalspalten zeigen starke Wimperbänder; die in ihrer Nähe stehenden Lateralstacheln sind ebenfalls bewimpert wie umstehende, mit Zeiss, Obj. A, Oc. 2 entworfene Textfig. 2 zeigt. Am auffälligsten ist aber die Menge von Wimperbändern in dem der Madreporenplatte anliegenden Interradialbezirk der Scheibe. Man findet dort mitunter 25—30 mehr oder weniger stark entwickelte Streifen, in deren Verlauf ich keinerlei Gesetzmäßigkeit feststellen konnte; in den vier andern Interradialbezirken sind nur sehr wenige und schwach entwickelte vorhanden. Alles in allem, scheint mir, hat das Epithel bei unserm Tier wie bei den Asteriden offenbar die Fähigkeit, überall Wimperzellen zu bilden. Eigentümlich ist nur das Bestreben, solche Zellen gleichsam zu konzentrieren, so daß Streifen entstehen, während doch bei den Asteriden und Echiniden z. B. fast das gesamte Epithel als wimperndes auftritt. Der Annahme Simroths jedoch, 1876, S. 431 ff., daß besonders zarte Wimpern vielleicht auch bei den Ophiuriden auf der gesamten Körperoberfläche mit Ausnahme der Stachelenden vorkommen, kann ich nicht beipflichten. Ich habe, angespornt durch obige Befunde, auch bei *Amphiura*, *Ophiocnida* und

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

Ophioglypha sowohl an frischem, wie an verschieden konserviertem Material nach Wimperepithelzellen auf der Körperoberfläche gesucht, allein mit durchaus negativem Erfolg. So bleibt Hamanns bereits in Bronns Klassen 1900. S. 784 für die Allgemeinheit aufgestellter Satz: »Ein Wimperbesatz fehlt den Ophiuren«, zu Recht bestehen. Bei der Besprechung der histologischen Verhältnisse werden wir sehen, daß

Textfig. 2.

zwischen unsern Wimperzellen und denen der Asteriden und Echiniden bedeutsame Unterschiede bestehen.

Die Funktion der Wimperstreifen ist wohl eine vielfache und läßt sich meiner Ansicht nach aus ihrer Lage und Verteilung erschließen. An den Armteilen dienen sie einmal zur Reinigung der Tentakel mit ihren weiter unten zu besprechenden Sinnesknospen, sodann wohl zur Freihaltung der Nahrungs- und Wasserbahn. Daß sie bei der ständigen Wassererneuerung für das Wassergefäßsystem eine große Rolle spielen, läßt sich schon aus der auffälligen Menge von Wimperstreifen in der Nähe der Madreporenplatte mit Sicherheit folgern. Nicht minder

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at www.zobodat.at

befördern sie die Atmung, die bekanntlich der Hauptsache nach in den Bursae vor sich geht. Auf letztere Funktion weist Hamann 1889, S. 45 hin. Er fand bei *Ophioglypha* sowohl in der Bursalwand lange Wimperzellen, als auch in den Genitalspalten zahlreiche feine Wimperstreifen, also ähnliche Verhältnisse wie bei unserm Tier. Aus Textfig. 2 ist deutlich wahrnehmbar, wie sich das Körperepithel in die Genitalspalte hineinzieht und es dort wiederum zur Bildung allerdings ungleich schwächerer Wimperstreifen kommt, als auf der außenliegenden Körperwand. Man kann nach allem wohl auch den Schluß ziehen, daß die Wimperung bei der Beförderung der Geschlechtsprodukte in das Meerwasser gute Dienste leistet. Daß die Ernährung erleichtert wird, da mit dem durch die Wimperung verursachten ziemlich starken Strom Mengen von Organismen, kleinen Krebsen usw. zur Mundöffnung hingeführt werden, davon konnte ich mich am lebenden Tier durch den Augenschein überzeugen. Ich kann hier mit Mangold, der die Frage nach der Funktion der Wimpern offen läßt, durchaus nicht übereinstimmen, vornehmlich nicht in dem Satze 1907, S. 639: »Zum Weiterbefördern von corpusculären Elementen entlang der Arme kann sie (die Wimperung) nicht dienen, da sie in jedem Wirbel nur über einen schmalen Streifen zieht; das Putzen der Ventralfläche scheinen die Füßchen prompt allein zu besorgen, und irgendwelche Lebensäußerungen, welche die Ophiopsilen von allen übrigen Ophiuren unterschieden, kennen wir nicht.« Gegen den letzten Teil des Satzes läßt sich nichts einwenden; bedenkt man aber einmal, daß unser Tier mit Vorliebe sich im Boden eingräbt, oder sich zwischen Felsen und Steine eng einklemmt, um dort scheinbar regungslos lange zu verharren, dann aber auch, daß die Wimpern ausnahmsweise kräftig und beweglich sind, sowie, daß vermöge der beweglichen Wimperstacheln ein förmlicher Wimpergang auf der Ventralseite der Arme geschaffen werden kann, so wird ohne weiteres klar, wie wichtig die gesamte Einrichtung als Schafferin und Erhalterin des Atmungs- und Nährstromes ist. Daß auch für die Reinigung der Ventralfläche die Wimperung geeigneter ist, wie die empfindlichen, vornehmlich in den distalen Anteilen überreich mit nervösen Elementen ausgestatteten Tentakel, dürfte einleuchtend sein.

2) *Ophiopsila aranea.* Bei dieser sehr viel kleineren und beweglicheren Art sind Wimperstreifen nicht annähernd so zahlreich und verbreitet wie bei der vorigen und naturgemäß entsprechend schwächer ausgebildet. In der Hauptsache bleiben sie auf die Arme beschränkt. Es beträgt dort die Länge der Wimperstacheln bis 0,72 mm, bei einer

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

Breite von 0,17 mm. Die Wimpern selbst haben die recht ansehnliche Länge von etwa 0,07 mm. Wie bei *annulosa* zieht ein Wimperstreif vom Fußende eines Stachels zu dem des gegenüber gelegenen hin. Auch hier entbehrt das Armende der Tentakelschuppen wie der Wimperstacheln. Niemals gelang es mir, an Lateralstacheln in der Nähe der Mundöffnung Wimpern aufzufinden, ebensowenig in dem der Madreporenplatte benachbarten Interradialbezirk der Scheibe; wohl aber sind kleinere Wimperstreifen an den Bursalspalten vorhanden, und ein feiner Wimperzellenbelag zieht sich mit dem Körperepithel in dieselben hinein. Ein Unterschied der Wimperstacheln von denen der *annulosa* besteht darin, daß dieselben bei *aranea* fast immer, auch in den proximalen Teilen des Armes, ziemliche Mengen schwarzbraunen Pigmentes aufweisen, welches, wie oben erwähnt, bei *annulosa* ganz fehlt. Im Kalkskelet, sowie im histologischen Bau sind außer den Größenverhältnissen keine Unterschiede vorhanden, so daß ich im folgenden Abschnitt beide Arten gemeinsam behandeln kann.

B. Innerer Bau und Histologie.

(*Ophiopsila annulosa* und *aranea*.)

Wollen wir zunächst den Bau, wie auch die Entstehung des Kalkskelets der Wimperstacheln ins Auge fassen, so wenden wir uns dem Armende zu. Dort finden wir jegliches Jugendstadium der Lateralstacheln vertreten. Das erste mit Lupenvergrößerung erkennbare Stadium zeigt ein einfaches, fast dreieckiges, in der Mittellinie wenig gewinkeltes Kalkplättchen mit weiten Maschen und schwach angedeutetem Kiel. Annähernd dasselbe Skelet zeigen die Tentakelschuppen der proximalen Armteile, die auf diesem Stadium stehen bleiben, Fig. 8*a*, Taf. X. Bei den Lateralstacheln bildet sich der Kiel weiter aus, so daß wir ein Skeletbild erhalten, wie Fig. 8 *b'* in toto, 8 *b* im Querschnitt zeigt. Sodann wird durch ein viertes Stäbchen in Verlängerung des ursprünglichen Kieles über die Stachelachse hinaus (siehe den punktierten Umriß an Fig. 8 *b*) ein vierstrahliges Bild erzeugt. Diese Skeletformation des Lateralstachels ist der des Wimperstachels gleichwertig und fast gleich. Betrachten wir nämlich die Fig. 8 *c* und *c'*, Taf. X, so sehen wir dort das Skelet eines zur Entfernung der Weichteile mit schwacher Kalilauge behandelten Wimperstachels und darüber (*c*) einen Querschnitt durch einen solchen von oben gesehen, der etwa in Höhe der punktierten Linie genommen wurde. Die Kreuze an den Figuren bezeichnen die Lage der Wimperstreifen. Die prinzipielle Übereinstimmung von *b* und *c* ist ohne weiteres klar. Durch ferneres Ansetzen von

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

Stäbchen in den Winkeln an der Stachelachse verstärken sich die Lateralstachel; es haben sich inzwischen auch von unten nach oben hin allmählich Querbrücken zwischen den einzelnen Stäbchen gebildet; bis schließlich der ausgewachsene breite Lateralstachel zustande kommt, der ziemlich stark abgeplattet ist und einen ovalen Querschnitt aufweist.

Die Ansicht Mangolds, die Skeletsubstanz der Wimperstacheln zeige einen S-förmigen Querschnitt 1907, S. 630, entspringt wohl der Betrachtung seiner von Herrn C. Amati entworfenen Fig. 12, nach welcher allerdings der Stachel besagten Querschnitt zeigt. Jedoch ist es der dichten Wimperstreifen wegen fast unmöglich, am ganzen unversehrten Stachel den Skeletbau zu erkennen. Dieser wird erst klar, wenn die Weichteile entfernt sind und man die Kalkgerüste in jeder Lage unter der Lupe untersucht. Nur dadurch gewinnen wir die Sicherheit, daß der Querschnitt in der Mitte des Stachels ein etwas verschoben kreuzförmiger ist. Durch die Verschiebung der Balken gegeneinander, die eine regelmäßig auftretende Erscheinung ist, wird bewirkt, daß der nach außen am Wimperstachel in der mit ± bezeichneten Rinne verlaufende Wimperstreifen stets etwas stärker entwickelt ist wie der nach innen gelegene +.

Betrachten wir nun den histologischen Bau eines Wimperstreifens etwas näher und beginnen wir zu dem Zweck am Fuße eines Wimperstachels, und zwar an der nach außen gelegenen Seite, wo der Wimperstreifen seinen Anfang nimmt. Bekanntlich sind die Epithelzellen der Ophiuren im allgemeinen nur bei ganz jungen Tieren deutlich voneinander zu trennen. Sie pflegen dann kubische Gestalt zu besitzen, während später die Zellgrenzen sich verwischen und an Stelle des einschichtigen Epithels nur eine feinkörnige Substanz erkennbar ist, in der die Kerne lagern (vgl. Hamann 1900, S. 784). Von dieser Regel macht die erwachsene *Ophiopsila* einige Ausnahmen. Jedesmal nämlich, wenn das Epithel zur Bildung eines Wimperstreifens übergeht, werden die einzelnen Zellen deutlicher erkennbar. Sie strecken sich stark in die Länge und werden mehr und mehr cylinder- und endlich fadenförmig. Ihre Anzahl nimmt ungeheuer und ziemlich plötzlich zu, die Kerne rücken an die Basis der Zellen. Hier kommt es nun auch zur Ausbildung einer starken Basalmembran, die den Wimperstreifen scharf von dem darunterliegenden Gewebe sondert, während sonst eine Basalmembran dem Epithel der Ophiuren allgemein fehlt; vgl. Hamann 1900, S. 784.

Werfen wir einen Blick auf die Fig. 3 und 4, Taf. X, die einen Querschnitt durch einen Wimperstachel und einen Längsschnitt durch

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

die obere Hälfte eines solchen darstellen. Auf ersterer erkennen wir die im Querschnitt etwa urnenförmige Gestalt der Wimperstreifen. Nach der Außenseite zu laufen die Zellen zusammen und vereinigen sich in einer Art enger Rinne, von der weiter unten die Rede sein soll. Nach innen zu nehmen sie an Dicke zu und erreichen den stärksten Umfang an der Basis, wo der langovale, zuweilen fast biskuitförmige Kern lagert. Wie bedeutend die Umgestaltung ist, die sich mit den Epithelzellen vollzogen hat, erkennen wir sowohl aus dem ganzen Zellhabitus, wie insbesondere deutlich am Verhalten der Kerne. Während dieselben sonst fast vollkommen kugelig sind und bei Tinktion aufs schönste die Centralkörper hervortreten lassen, werden sie innerhalb des Wimperstreifens langgestreckt und zeigen keinerlei bestimmbare Einzelheiten. Ihre Substanz bindet jegliche Kernfarbstoffe so energisch, daß es mir selbst mittels Eisenhämatoxylin- oder Thioninfärbung mit folgendem stundenlangen Ausziehen nicht gelang, einen Einblick in den inneren Bau zu tun. Die Zellen selbst sind mit einer feinkörneligen Masse erfüllt, wie Fig. 5, Taf. X zeigt.

Was diese umgeformten Epithelzellen aber vornehmlich ausauszeichnet, ist der Besitz ungeheurer Wimpern, deren Länge, wie oben bereits erwähnt, über 0,1 mm betragen kann, bei einer Basisbreite von 0,003—0,004 mm. Die Länge der Zellen selbst dagegen beträgt nur bis 0,08 mm. Genauere Untersuchung zeigt, daß wir es mit einer meines Wissens bisher bei Echinodermen überhaupt unbekannten Einrichtung zu tun haben. Die Riesenwimpern, die sich uns, wie schon Mangold berichtet und abbildet, 1907, S. 633 und Fig. 13 *a* u. *b*, bei einer Vergrößerung mit Zeiss C 2 bereits als dicke durchsichtige Borsten mit deutlich wahrnehmbaren Konturen darstellen, sind nämlich nicht jeweils einfach, sondern das Produkt eines ganzen Zellkomplexes. Jede Zelle bildet ein überaus langes, feines Wimperhaar aus, Fig. 5; eine bedeutende Anzahl solcher feinster Härchen tritt zusammen, und ihre Gesamtheit verschmilzt zu einer kompakten dicken Wimper, in der die einzelnen Elemente nicht auseinander zu halten sind. Hiervon kann man sich unschwer durch Macerationsversuche wie auch durch Schnittserien überzeugen. Jede Behandlung mit scharfen Reagenzien löst die kräftige Wimper in ihre einzelnen, überaus feinen Bestandteile auf; ich fand auch kein besseres Fixationsmittel, das sie tadellos erhielt. Nur bei frischen, oder bei vorsichtig in ansteigendem Formol oder Alkohol konservierten Stacheln ist die ursprüngliche Form der Wimpern ersichtlich; durch Entkalken werden sie selbstredend jedesmal aufgelöst. Ein Blick auf unsre Tafel verdeutlicht die Beschreibung. Wir sehen

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

einmal in Fig. 1 die vollständigen Wimpern am nicht entkalkten frischen Stachel erhalten; bei den andern nach Schnitten gezeichneten Fig. 3, 4 und 5 bemerken wir die einzelnen feinen Wimperhärchen, wie sie von den einzelnen Zellen ausgeschieden wurden. Sehr junge Stadien von *Ophiopsila* konnte ich leider nicht erhalten; ich bin überzeugt, daß solche interessante Einblicke in Bildungs- und Verwachsungserscheinungen der Wimpern gewähren würden.

Alles in allem genommen liegen hier sehr ähnliche Verhältnisse vor, wie bei den Ruderplättchen der Ctenophoren. Wie dort stehen die zusammengesetzten Wimpern in einer Art Rinne, und der ganze Habitus der Ctenophoren-Rippenpolster erinnert sehr an die Wimperstreifen unsres Tieres. Während aber bei den Ctenophoren der Übergang der Polsterzellen in das benachbarte Epiderm schroff ist, Schneider 1902, S. 279, finden wir bei unserm Tier langsamere Übergänge; auch haben die Wimperstreifen keinerlei deckendes Epithel mehr, wie das bei dem Rippenpolster der Fall ist; bei *Ophiopsila* bildet vielmehr die zu äußerst gelegene Wimperzelle zugleich die Decke, Fig. 4.

Der Bau der Wimperhaare ist nur schwer zu erkennen. Feststellen läßt sich jedoch, daß jede Zelle im allgemeinen nur eine Wimper entsendet, und außerdem habe ich mich mit ziemlicher Sicherheit davon überzeugen können, daß mindestens ein Basalkorn am distalen Zellende vorhanden ist, dort, wo die Wimper der Zelle entspringt, Fig. 5. Die Wimperhaare verfeinern sich in ihrem Verlauf noch etwas, während sie bei den Ctenophoren gleichmäßig dick sind; anderseits stimmen sie darin mit diesen überein, daß sie sich bei der Verschmelzung durchflechten und umschlingen, wenn auch nicht in gesetzmäßiger Weise, wie bei vielen Ctenophoren-Ruderplättchen, was durch Samassa 1892, S. 184 festgestellt wurde.

Die vorstehend gegebene Schilderung eines Stachel-Wimperstreifens ist gleichmäßig auf alle Wimperbänder der beiden *Ophiopsila*-Arten anwendbar; schwankend sind nur die Größenverhältnisse und unter Umständen der mehr oder weniger langsame Übergang von Epithel zu Wimperstreifen. Seltsamerweise ist dieser am plötzlichsten, wo ausnahmsweise solche Streifen entstehen, wie z. B. an den Lateralstacheln in der Nähe der Scheibe.

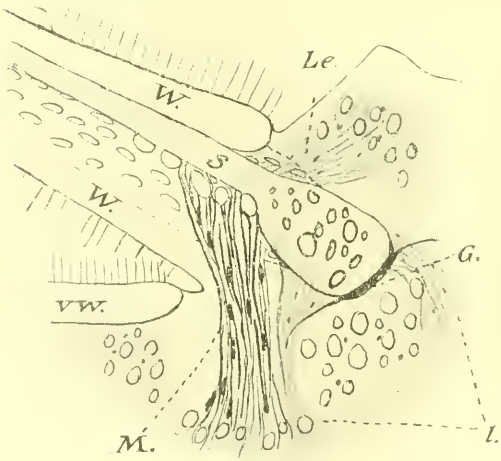
Die Beschreibung Mangolds 1907, S. 632 macht es wahrscheinlich, daß es sich außer um Wimperzellen innerhalb der Streifen auch um Drüsenzellen handle; an einer andern Stelle spricht er von einer Drüsenschicht der Wimperstacheln. Dem entgegen möchte ich betonen, daß innerhalb des ganzen Bereiches der Wimperbänder niemals eine Drüsen-

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

zelle oder Secret auffindbar war. Häufig dagegen sah ich auch noch an Celloidinschnitten ganze Reihen und Gruppen kleinster Lebewesen lose an den Streifen und zwischen den Wimpern; ein Zeichen, daß die Wimperstreifen auch der Nahrungszufuhr dienen dürften, wie bereits an andrer Stelle gesagt wurde. Die Besprechung drüsiger Elemente an Lateralstacheln und Füßchen bleibt einer weiteren Abhandlung vorbehalten.

II. Die Stachelgelenke.

1) Wimperstacheln. Im Anschluß an den vorigen Abschnitt erübrigt nun noch, zu zeigen, in welcher Weise die Wimperstacheln mit ihrer Unterlage, den Seitenplatten verbunden sind. Es darf uns nicht wundernehmen, daß ein derart umgeformter Stachel, von besonderer Funktion und Bewegung auch in bezug auf die Insertion Besonderheiten zeigt. Während die eigentliche Tentakelschuppe ohne Eigenbewegung ist, besitzt der Wimperstachel die bereits von Mangold 1907, S. 638 geschilderte Fähigkeit, sich von senkrechter Stellung aus selbsttätig schief zur Ventralfläche hin niederzusenken. In dieser Stellung kreuzt er sich dann mit dem gegenüberliegenden Wimperstachel. Mangold schreibt zwar auch seinem »Nebenstachel«, d. h. der Tentakelschuppe selbsttätige Bewegung zu, op. cit. S. 616; dies widerspricht aber sowohl allen früheren an Tentakelschuppen gemachten Befunden wie auch den meinigen. Die Schuppe sitzt einfach mittels Ligaments dem Kalkgewebe ohne aktive Beweglichkeit fest auf.



Textfig. 3.

Das glatt polierte Fußende des Wimperstachels dagegen ruht in einer seichten Gelenkgrube der Seitenplatte, die in obenstehender Textfig. 3 mit *G* bezeichnet ist. Zur Befestigung dienen zwei seitliche Ligamente *l*, die jedoch eine weite Verschiebung zulassen. Weit oberhalb des Fußstückes inserieren am verjüngten Skeletstab *S* des Stachels

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

einerseits ein starkes elastisches Ligament *Le*, anderseits ein verhältnismäßig stark ausgebildeter Muskel *M*. Letzterer hat die Fähigkeit, sich auf etwa die Hälfte seiner größten Länge zu kontrahieren, wie sich durch Messung an Schnitten feststellen ließ. Hat er sich vollständig kontrahiert, so liegt der Stachel beinahe der Ventralfläche auf. Das Aufrichten geschieht bei Erschlaffung des Muskels durch das gegenüberliegende elastische Band *Le*. Infolge davon, daß der Muskel verhältnismäßig hoch am Stachel proximal inseriert, anderseits etwas distal vom eigentlichen Stachelgelenk in der Kalkgrundsubstanz haftete, wird bewirkt, daß der Stachel in schiefer Richtung, seine Spitze dem Armende des Tieres zugeneigt, niedergezogen wird. Diese Einrichtung verhindert, daß die inneren Wimperstreifen der Stacheln, *W*, sich dem quer über die Ventralrinne verlaufenden Streifen *vw* auflegen, so daß auch bei niedergelegtem Stachel die Wimperbewegung keinerlei Störung erleidet. Die Innervierung geschieht durch einen feinen Nervenfaserstrang, der seinen Ursprung von dem Nervus pedalis zu nehmen scheint. In der Nähe des Muskels kommt es zur Bildung eines sehr schwach entwickelten Ganglions.

Die weitgehende Umformung einer Tentakelschuppe, wie wir sie in unsern bisher behandelten Wimperstacheln vor uns haben, steht nicht allein. Eine gleich starke Umbildung besteht bekanntlich z. B. bei *Trichaster elegans*, bei dem etwa vom 30. Tentakelporus jeden Armes an die beiderseitigen Paare Tentakelschuppen zu Haken geworden sind, die einem Stiele gelenkig aufsitzen und die wie unsre Wimperstacheln einen komplizierten Bewegungsapparat aufweisen, vgl. Ludwig 1878a, S. 61.

2) Lateralstacheln. Auf den ersten Abbildungen, die von Skeletteilen unsres Tieres genommen sind, stellt Sars für jeden Seitenstachel auf den Seitenplatten nur je einen Gelenkhöcker dar 1857, Taf. I, Fig. 2—7. Desgleichen bilden Brady und Robertson, 1869, Taf. XXII, Fig. 1, einfache Knöpfe als Gelenkhöcker ab. Im allgemeinen pflegen ja auch die Stacheln der Ophiuren auf einem Gelenkkopf eingerenkt und nur im geringen Maße beweglich zu sein (Hamann in Bronn, 1900, S. 786). Gleichfalls schreibt Cuénot in bezug auf die Stacheln 1891, S. 359: leurs mouvements sont peu étendus et se réduisent à une rotation sur leur base. Wie liegen nun die Verhältnisse bei unsern Tieren? Bereits Mangold stellt 1907, S. 630 einen am Stachelende vorhandenen Zapfen fest, der »allein ein peripherwärts, d. h. ein distal der Armspitze zugewendetes Umlegen der Stacheln gestattet«. Auch bildet er für jeden Stachel zwei Gelenkhöcker ab, op. cit. Fig. 10.

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

In Wirklichkeit sind deren aber je drei vorhanden, oder, richtiger gesagt, zwei Gelenkwälle und zwischen diesen ein Höcker. Fig. 6, Taf. X stellt einen Teil des Kalkskeletes einer rechten Seitenplatte von der adoralen Seite aus gesehen dar. Die Wälle gehen über die periphere Krümmung der Lateralplatte weg und laufen an der aboral gelegenen langsam aus. Ihre Oberfläche ist gleichwie die Oberfläche des Höckers und die Gelenkfläche des Stachels hochglänzend poliert. Der zum Stachel gehörige mäßig starke Muskel inseriert einerseits an dem Zapfen, anderseits am Fuße des mittleren Höckers, wo sich auch das Ganglion unmittelbar am Muskel befindet, vgl. Fig. 7, Taf. X. Die Gelenkwälle stehen überall durch Ligamente mit der Stachelbasis in Verbindung. Eine laterale Bewegung des Stachels wird außer durch diese auch noch durch zwei geringe Erhebungen auf seiner Gelenkfläche, die in die Zwischenräume zwischen Wällen und Höcker eingreifen, unmöglich gemacht; so kann nur die von Mangold, op. cit. S. 630 bereits geschilderte Bewegung zustande kommen.

III. Wassergefäßsystem.

(*Ophiopsila annulosa* und *aranea*.)

1) Madreporenplatte und Steinkanal. Den oft verwickelten Bau des Wassergefäßsystems der Ophiuren zu erkennen, ist keine leichte Aufgabe, und so finden wir denn auch in der Literatur verschiedene Ansichten über die Kommunikation der einzelnen Teile desselben, sowie über seine etwaige Verbindung mit dem Achsensinus vertreten. Ich möchte hier über meine Befunde bei beiden Ophiopsilen berichten und dabei auf die früheren Beschreibungen bei andern Arten zurückgreifen.

Nach allen bisherigen Untersuchungen schwankt die Zahl der Poren auf der Madreporenplatte, selbst bei nahe verwandten Arten, beträchtlich. Meist sind wenige Poren, eine bis drei, vorhanden; doch fand bereits Le Conte deren acht bei *Ophionereis annulata* Lym., und zwar, wie er bemerkt, am Rande entlang befindlich, 1825, S. 318. — Bei drei Exemplaren von *Ophiopsila annulosa*, die ich daraufhin untersuchte, stellte ich nun gar zweimal zwölf und einmal elf äußere Poren fest, während *Ophiopsila aranea* niemals mehr wie deren höchstens drei zeigte. Gleich *Ophionereis* hat auch *Ophiopsila annulosa* die Poren längs der den Radien zugewandten Ränder der Madreporenplatte verteilt, ein Verhalten, das in Fig. 2, Taf. X erkennbar ist. Folgen wir den Porenkanälen nach innen zu, so bemerken wir, wie sich dieselben zu Gruppen von zweien oder dreien verbinden, um endlich alle zusammen in einem

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

größeren Raum, einer Art Ampulle zu münden, Fig. 9. Eine echte Ampulle mit flachem Epithel ist nämlich bei unsern Tieren nicht vorhanden; es kommt vielmehr zur Bildung eines nicht sehr dicken, aber vielverzweigten Sackes, dessen Zipfel nach der dorsalen Seite hin den ganzen Interradialmuskel durchsetzen. Diese Zipfel sind sämtlich blind geschlossen, mit Ausnahme eines distalen seitlichen, welcher sich in den Steinkanal fortsetzt. Letzterer macht eine seitliche Krümmung und zieht, im Halbkreis um den Interradialmuskel biegend, zum Wassergefäßring hin. — Bei *Ophioglypha* fand Hamann ebenfalls keine eigentliche Ampulle, sondern auch mehrere, von den vereinigten Porenkanälen abgehende Äste, die alle blind enden und hohes Epithel zeigen, 1889, S. 36 und Fig. 15, Taf. V. Diese Ausbuchtungen dürften meiner Meinung nach die fehlende Ampulle ersetzen und einen gleichmäßigen Wasserzustrom für das Wassergefäßsystem begünstigen. — Bei vielen andern Arten flacht sich in der echten Ampulle das Epithel ganz ab; es wird zum Plattenepithel, wie Cuénot 1891, S. 537 das von *Ophiothrix* beschreibt. Dagegen sind bei *Ophiopsila annulosa* alle Teile des Wassergefäßsystems mit hohem typischen Wimperepithel ausgestattet, auch die Ausbiegungen und Zipfel sind innen von ihm ausgekleidet. Die Höhe des Epithels der letzteren steht dem der Porenkanäle nur wenig nach.

Nach meinen Untersuchungen und Befunden an beiden Ophiopsilen bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß das Wassergefäßsystem bei unsern Arten in ein sich geschlossenes Ganze bildet, daß es also mit dem das Axialorgan umgebenden Achsensinus (Hamanns schlauchförmigem Kanal) in keiner Verbindung steht. Es wird nur mit allen Verzweigungen von diesem Schizocölraum aufgenommen und ist gleichsam in denselben eingekapselt, Fig. 9. Niemals fand ich in dem Achsensinus solche Wanderzellen, Lymphkörper usw., wie ich sie in einzelnen Teilen des Wassergefäßsystems, vornehmlich in den blind geschlossenen Verzweigungen häufig antraf. Diese Tatsache glaube ich als weiteren Beweis für die Geschlossenheit des Wassergefäßsystems in Anspruch nehmen zu können.

In vollkommener Übereinstimmung befinde ich mich mit Hamann, 1889, S. 35, der bei *Ophioglypha albida* feststellte, daß kein direkter Zusammenhang zwischen seinem schlauchförmigen Kanal und dem Steinkanal vorhanden ist. Ludwig hatte sich bereits viel früher, 1878b, S. 340 für diese Auffassung ausgesprochen, ohne jedoch zu völliger Gewißheit kommen zu können. Im Gegensatz zu diesen fand Cuénot, 1891, S. 537, und später A. Russo, 1895, S. 168, ersterer bei *Ophiothrix*, *Ophiactis*, *Ophioglypha*, letzterer bei *Ophiothrix*, eine freie Verbindung

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

zwischen Porenkanal und Schizocölraum einerseits und Steinkanal und Schizocölraum anderseits.

2) Die Polischen Blasen. Nach den bisherigen Untersuchungen kommen den fünfarmigen Ophiuren stets nur vier Polische Blasen zu. Eine solche fehlt übereinstimmend gemäß allen Berichten regelmäßig dem Interradius *CD*, in welchem Steinkanal und Axialorgan gelagert sind. Hier zeigen wiederum beide Ophiopsilen ein abweichendes Verhalten. Beide sind nämlich als fünfarmige Arten auch im Besitze von fünf gleich stark entwickelten Polischen Blasen. Auch der Interradius *CD* des Axialorgans ist mit einer solchen versehen. Wir sehen dieselbe in Fig. 9 durch gestrichelte Linien bezeichnet. Während einerseits neben dem Axialorgan der Steinkanal verläuft, befindet sich auf der andern Seite, dem genannten Organ dicht anliegend, eine Polische Blase. — Bei *Ophiopsila annulosa* verläuft sie mit ihrem sich verschmälernden oberen Ende dicht neben dem Steinkanal und mündet auch unmittelbar neben ihm in den Wassergefäßring, also regulär in der Mitte des Interradius. Bei *Ophiopsila aranea* dagegen divergieren die Schläuche des Steinkanals und der Polischen Blase im allgemeinen beide stark nach den Seiten, so zwar, daß ersterer dicht neben Arm *C*, letztere in der Nähe von Arm *D* mündet.

Den Bau der Wandung fand ich mit der von Ludwig 1878 b und Hamann, 1900, S. 823, gegebenen Beschreibung bei *Ophioglypha* übereinstimmend; vornehmlich die überall am Ringkanal wiederkehrende glattfaserige Ringmuskulatur ist gemäß der Größe der Blasen (bei *Ophiopsila annulosa* bis 1,38 mm lang bei 0,165 mm größter Breite) vorzüglich entwickelt.

3) Die Tentakel. Die Entwicklung der Tentakel, oder besser ihres uns hier hauptsächlich interessierenden Epithels durchläuft drei Phasen, die durch allmähliche Übergänge miteinander verknüpft sind. Stets aber ist das Epithel sehr stark entwickelt. Beginnen wir bei den Mundfühlern, so erkennen wir bereits bei schwacher Vergrößerung, daß dasselbe dort in sich geschlossene, um den Tentakel laufende mächtige Ringwülste bildet. Ähnlich ist die Ausgestaltung des Epithels an den Tentakeln der ältesten Armglieder, jedoch ist es weniger stark entwickelt. Mehr distalwärts werden dann die Wülste durch in der Längsrichtung der Tentakel verlaufende Furchen geteilt, bis es endlich näher der Armspitze zur Ausbildung deutlicher Papillen kommt, wie Hamann solche bei *Ophiothrix* fand, abbildete und Sinnesknospen benannte, 1889, S. 21 und Fig. 3—4, Taf. IV.

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

Vorzügliche Bilder der Sinnesknospen unsrer Tiere, besonders des Verlaufes der Nervenfasern, gab die HEIDENHAINsche Eisenhämatoxylinfärbung mit nachheriger Behandlung mittels Rubin. Da der Bau der Knospen von *Ophiothrix* und *Ophiopsila* einige Verschiedenheiten aufweist, möchte ich näher auf die Verhältnisse eingehen. Am klarsten stellen sich die Unterschiede dar durch eine Vergleichung der HAMANNschen Fig. 3 und 4 mit meiner Fig. 10, Taf. X. Wie bei *Ophiothrix* haben wir hier einen im Bindegewebe liegenden Längsnerv des Füßchens, der seitlich einen Ringnerv aussendet. Von letzterem aus ziehen die Nervenfasern in die Sinnesknospen hinein, und zwar bei unsern Tieren nicht zu einem soliden Strang vereinigt, sondern gleich von ihrer Ausstrittsstelle am Ringnerv an büschelig verzweigt. Die einzelnen Fasern ziehen an die Basis der Sinneszellen hin. Letztere sind aber nicht mit Wimpern ausgestattet wie diejenigen von *Ophiothrix*, weisen auch anders gestaltete Kerne auf. Während nämlich bei dieser alle Kerne rundlich bis schwach oval sind (vgl. HAMANN, 1889, Fig. 4 und S. 22), kann man bei schärferer Vergrößerung an *Ophiopsila* dreierlei Zell- bzw. Kernarten unterscheiden: einmal Ganglienzellen in typischer Form, die ganz vereinzelt am Längsnerv und an seinen Ausläufern, vornehmlich an der Ursprungsstelle der letzteren, gelegen sind, sodann Epithel- bzw. Bindegewebskerne von rundlich-ovalem Aussehen, und endlich sehr langgestreckte Kerne der Sinneszellen mit stark granuliertem, sich dunkel färbendem Inhalt. Die Sinneszellen selbst sind ebenfalls sehr langgestreckt; sie färben sich deutlicher wie die zahlreich vorhandenen Stützzellen, treten einzeln zwischen diesen hervor und haben an ihrer Spitze an Stelle der Sinneshaare eine schwer wahrnehmbare Vorwölbung. Die fehlenden Sinneshaare scheinen mir wohl eine Anpassung an die Lebensweise (Eingraben) des Tieres zu sein.

An den verschiedensten Stellen der nicht mit ausgesprochenen Sinnesknospen versehenen Fühler fand ich ebenfalls im stark verdickten Epithel, vornehmlich an der Spitze, Sinneszellen, wenn auch weniger auffallend ausgestaltet. Sie stehen durch feinste Nervenfasern mit dem Längsnerv in Verbindung. Es ist mir eine Freude, diese von HAMANN für *Ophioglypha* 1889, S. 28 festgestellte Tatsache an beiden Ophiopsilen bestätigen zu können, doch sind bei ihnen die Sinneszellen nicht auf die Tentakelspitze allein beschränkt, wie bei ersterer Art.

Es erübrigt noch, betreffs der von MORTENSEN bei *Ophiopus arcticus* beschriebenen und abgebildeten elastischen Fasern der Tentakel (1893, S. 519 und Fig. 11—13) ein Wort beizufügen. HAMANN hatte dieselben bereits 1889 bei *Ophioglypha* wahrgenommen und abgebildet, Fig. 1,

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

Taf. IV, aber nicht beschrieben. — Bei *Ophiopsila annulosa* treten sie besonders deutlich hervor. Fig. 11 und 12 bringt Lage und Verlauf zur Darstellung. Erstere zeigt einen Tentakellängsschnitt, in dem die Fasern quer getroffen, letztere einen solchen, wo sie tangential berührt werden. Die Fasern laufen in einer homogenen Masse (hellen Membran), die nach außen auf die Längsmuskulatur der Tentakel folgt, in regelmäßigen Abständen ringförmig um den Tentakel. Jede einzelne ist aus äußerst feinen Fäserchen zusammengesetzt. Es handelt sich bei *Ophiopsila* nur um eine Reihe von Fasern, die an der Außengrenze der Membran, jedoch in der Membran selbst gelegen, entwickelt werden. Ich möchte dies betonen, da Mortensens Abbildung 11 in Verbindung mit der Beschreibung S. 519 den Anschein erweckt, daß bei *Ophiopus* zwei Reihen von Fasern, eine am inneren, eine zweite am äußeren Membranrand gebildet werden, was bei unsern Tieren niemals der Fall ist.

Fassen wir die Resultate vorstehender Untersuchungen kurz zusammen, so ergibt sich folgendes:

1) Das Epithel der Ophiopsilen hat an vielen Stellen die Fähigkeit starke Wimperstreifen zu entwickeln; besonders ausgebildet werden in dieser Beziehung die inneren Tentakelschuppen (Wimperstacheln).

2) Die Wimperstreifen dienen zur Beförderung der Wasserzufuhr zur Scheibe hin, unterstützen demnach Ernährung sowie Atmung und versorgen das Wassergefäßsystem mit neuer Flüssigkeit.

3) Jede der ausnahmsweise stark entwickelten Wimpern ist das Produkt eines ganzen Zellkomplexes und entsteht durch Verschmelzung vieler einzelner Wimperhärchen in ähnlicher Weise wie die Ruderplättchen der Ctenophoren. Drüsenzellen sind innerhalb der Wimperstreifen nicht vorhanden.

4) Die Wimperstacheln sind durch einen Muskel beweglich und bilden einen Übergang zwischen Lateralstacheln und Tentakelschuppen. Die Lateralstacheln stehen auf je zwei äußeren Gelenkwällen und einem inneren Gelenkhöcker.

5) Das Wassergefäßsystem bildet ein in sich geschlossenes Ganze; es sind bei *Ophiopsila annulosa* in der Regel zwölf, bei *Ophiopsila aranea* eine bis drei Porenöffnungen in der Madreporenplatte vorhanden. Beide Arten besitzen fünf gleichstark entwickelte Polische Blasen, während die bisher untersuchten fünfarmigen Ophiuren deren nur vier besitzen.

6) Die Tentakel haben ein stark ausgebildetes Epithel mit Sinnes-

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

zellen; in den distalen Armteilen sind sie mit Sinnesknospen versehen. Die Ringfasern der Tentakel liegen in einer Reihe angeordnet an der Außengrenze einer homogen erscheinenden hellen Membran.

Bonn, Anfang August 1907.

Literaturverzeichnis.

Brady and Robertson, 1869. A weeks dredging. London.

L. Cuénot, 1888. Études anatomiques et morphologiques sur les Ophiures. Arch. Zool. Exp. Sér. 2, T. VI, p. 33—82.

— 1891. Études morphologiques sur les Échinodermes. Arch. Biol. T. XI, p. 303—680.

Ad. Ed. Grube, 1864. Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna. Breslau.

O. Hamann, 1889. Beiträge zur Histologie der Echinodermen. 4. Heft. Jena.

— 1900—1901. Ophiuroidea in Bronns Klass. u. Ordn. Lief. 29—40.

C. Heller, 1868. Zoophyten und Echinodermen des adriatischen Meeres. Wien.

Lang, 1894. Vergleichende Anatomie. Teil 4, Echinodermen. Jena.

Le Conte John, 1852. Zoological Notes. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Bd. V.

Lo Bianco, 1899. Notizie biologiche. Mitt. zool. Stat. Neapel. Bd. XIII.

Hubert Ludwig, 1878a. Trichaster elegans. Diese Zeitschr. Bd. XXXI.

— 1878b. Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Diese Zeitschr. Bd. XXXI.

— 1880. Neue Beiträge. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV.

Lyman, 1882. Ophiuroidea in Report of the scient. Res. Voy. H. M. G. Challenger V.

E. Mangold, 1907. Leuchtende Schlangensterne und die Flimmerbewegung bei Ophiopsila. Pflügers Arch. Bd. CXVIII.

Th. Mortensen, 1893. Über Ophiopus arcticus Lj. Diese Zeitschr. Bd. LVI.

Ach. Russo, 1895. Studii anatomici sulla famiglia Ophiotrichidae. Ric. Lab. Anat. Roma. Vol. IV.

P. Samassa, 1892. Zur Histologie der Ctenophoren. Arch. mikr. Anat. Bd. XL.

Mich. Sars, 1857. Middelhavets Litoral Fauna. Nyt. Mag. for Nat. Vol. X.

K. C. Schneider, 1902. Vergleichende Histologie. Jena.

H. Simroth, 1876. Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens Sars. Diese Zeitschr. Bd. XXVII, S. 417—485.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen sind mit dem großen Abbéschen Zeichenapparat entworfen, ausgenommen 8 *a—c*.

Buchstabenerklärung:

bg, Bindegewebe;
bk, Basalkörner;
bm, Basalmembran;
d, Membran;

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

gh, Gelenkhöcker;
gw, Gelenkwall;
k, Kern;
ks, Kalkgrundsubstanz;
lg, Ligament;
lm, Längsmuskel;
ln, Längsnerv;
m, Muskel;
mp, Madreporenplatte;
nf, Nervenfasern;
pb, Polische Blase;
rf, Ringfaser;
stk, Steinkanal;
sz, Sinneszelle;
vws, Ventralwimperstreif;
w, Wimper;
ws, Wimperstreif;
wst, Wimperstachel.

Tafel X.

Fig. 1. Teil eines frischen Wimperstachels von *Ophiopsila annulosa*, die Größe der zusammengesetzten Wimpern zeigend. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 2. $^1/_5$ der Scheibe von *Ophiopsila annulosa*, stellt die Verteilung der Wimperbänder dar. *M*, Mundöffnung; *mt*, Mundtentakel, *II* und *II*, Lateralstachel; *ts*, Tentakelschuppe; Lupenvergr.

Fig. 3. Längsschnitt durch den oberen Teil eines Wimperstachels von *Ophiopsila annulosa*, zeigt die Wimpern in feine Wimperhaare aufgelöst. Zeiss C, 4.

Fig. 4. Querschnitt durch die Mitte eines Wimperstachels. *ep*, Epithel. Zeiss, C, 4.

Fig. 5. Zwei isolierte Wimperzellen aus einem Wimperstreifen von *Ophiopsila annulosa*, nach einem Macerationspräparat; Seibert homog. Imm. 1/12.

Fig. 6. Teil einer Lateralplatte mit Stachelgelenken, von der adoralen Seite gesehen. Mit Kalilauge behandelt. Zeiss A, 2.

Fig. 7. Befestigung eines Lateralstachels auf den Gelenkhöckern der Seitenplatte. *gl*, Ganglion, angedeutet an der unteren Insertionsstelle des Muskels; das Ligament *lg* verbindet Gelenkwälle und Stachel; *sph*, Sperrhaken. Von der adoralen Seite gesehen. Zeiss C, 2.

Fig. 8 *a—c*; *a*. Querschnitt durch ganz jungen Stachel etwa gleich der ausgewachsenen Tentakelschuppe. *b*. zweites Stadium; das dritte ist durch punktierte Linie angedeutet; Querschnitt. b^1, ganzer Stachel. *c*. Querschnitt durch das Kalkskelet eines Wimperstachels, in Höhe der punktierten Linie von c^1. c^1, Kalkskelet eines Wimperstachels.

Fig. 9. Teil einer Vertikalschnittserie durch die Scheibe von *Ophiopsila annulosa*; zeigt das Wassergefäßsystem nebst der fünften Polischen Blase *pb*. *Ao*, Axialorgan; *as*, Achsensinus; *gs*, Genitalsinus; *gst*, Genitalstrang; *Mi*, Musculus interradialis ext.; *Po*, Porenöffnungen. Zeiss C, 1.

Fig. 10. Zwei Sinnesknospen von einem quergeschnittenen Tentakel von *Ophiopsila annulosa*. Distaler Teil eines Armes. Stellt die büschelige Verzweigung der zu den Sinneszellen laufenden Nervenfasern *nf* dar. *ksz*, Kern einer Sinneszelle; *sz*, Sinneszelle mit schwacher Vorwölbung. Eisenhämatoxylin-Rubin. Zeiss E, 2.

Fig. 11 und 12. Aus einem Längsschnitt durch einen Tentakel zur Darstellung der Ringfasern *rf*. In 11 sind dieselben quer getroffen. Lagerung nach der Außenseite der Membran hin; 12 ist Tangentialschnitt an der Ringfaserschicht entlang. Beide Vergr.: Seibert, homog. Imm. 1/12.

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

Rudolf Sperger gez. Wilh. Engelmann lith. Anst. Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 89

Autor(en)/Author(s): Reichensperger August

Artikel/Article: Zur Kenntnis des Genus Ophiopsila Forb 173-192