

ab und deutet ihn als Hinterflügel seiner hinfalligen Homopterenfamilie Archipsyllidae; die Skizze erweckt mehr den Eindruck eines Vorderflügels einer Copeognathe aus der Nähe der Amphientomiden. Den Basalteil von r_{4+5} der am Original deutlich erkennbar ist, läßt er fort und vereinigt so r_{4+5} , als Medianast mit der Media.

Ebenso ist der 2. Cubitalast weggelassen worden, weil die deutlich erkennbaren Aderverdickungen, gleichwie diejenigen der übrigen Adern, vernachlässigt worden sind und auch in der Beschreibung (S. 502) nicht erwähnt wurden (eine Artbeschreibung fehlt völlig); es wird der 2. Cubitalast als kurzer Gabelast einfach an die untere Ecke von cu_1 gezeichnet angegeben, ohne auch nur dieser willkürlichen Konstruktion durch punktierte Linie oder im Text Ausdruck zu geben. Die Flügellänge wird von Handlirsch mit 2,2 mm angegeben.

Stettin, 19. Juni 1909.

3. Die Lichtentwicklung bei *Amphiura squamata* Sars.

Von Dr. Emanuel Trojan, Assistenten am Zoologischen Institut der k. k. Deutschen Universität in Prag.

(Aus dem Zoologischen Institut der k. k. Deutschen Universität in Prag.)

(Mit 4 Figuren.)

eingeg. 1. Juli 1909.

Unter den als leuchtend erkannten Ophiuriden befindet sich auch *Amphiura squamata* Sars. Dieser kleine Schlangensterne, der wegen seines herrlichen Lichtes vor nicht weniger als 104 Jahren bereits die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt hat und gar manchen bewog, nach der wahren Ursache der Luminiscenz zu suchen, scheint bis in die neueste Zeit jeder histologischen Untersuchung getrotzt zu haben. Während es in den letzten 2 Jahren gelungen war, die Lichtquellen anderer leuchtender Schlangensterne, wie *Ophiopsila annulosa*, *Ophiopsila aranea* und *Amphiura filiformis* mit Bestimmtheit klarzulegen, führten die Untersuchungen von *Amphiura squamata* zu keinen positiven Resultaten. Sterzinger (1907) glaubte schon den eigentlichen Sitz des Lichtes in dem Schleim gefunden zu haben, »der von den Zellen des äußeren Epithels an der Spitze der Füßchen secerniert wird, sich in den Interzellularräumen sammelt und durch Öffnungen in kleinen Papillen am vordersten Ende des Füßchens ausgestoßen wird. (Extracelluläre Luminiscenz.)« Ich (1908) und Reichensperger (1908) haben diese Ansicht gleichzeitig widerlegt. Der letztere Autor hat oft genug *Amphiura squamata* in den Bereich seiner ausführlichen Untersuchungen über die Drüsengebilde der Ophiuren gezogen, doch war er mit den bei diesem Schlangensterne gewonnenen Resultaten nicht

ganz zufrieden, da er jene Zellen, in denen er die Träger des Lichtes vermutete, auch an solchen Körperstellen fand, die niemals am Tiere leuchten.

Nun habe ich nach wiederholten, fehlgeschlagenen Versuchen bei meinem diesjährigen Aufenthalt an der zoologischen Station in Neapel, den ich der Munificenz der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur verdanke, *Amphiura squamata* lebend beobachtet, verschieden fixiert und nach meiner Rückkehr histologisch untersucht. Die Resultate dieser meiner Arbeit stellen mich zufrieden, da sie mit den an andern leuchtenden Ophiuriden erzielten in gutem Einklange stehen und zeigen, daß *Amphiura squamata* absolut keine Sonderstellung im Bau ihrer Lichtquellen beansprucht.

Was zunächst die genaue Bestimmung der am lebenden gereizten Tiere leuchtenden Stellen anbelangt, sind im Laufe der Zeiten folgende Angaben gemacht worden: Quatrefages (1843) wußte, daß ein jeder Schlangenstermarm aus einer Reihe von Gliedern, gewissermaßen Wirbeln, zusammengesetzt ist, die untereinander durch Muskelbündel zusammengehalten und gegeneinander bewegt werden. In diesen Muskeln sah er den Sitz des Lichtes, denn die leuchtenden Pünktchen sollten in Reihen wie die Muskelfibrillen angeordnet sein und nur bei Kontraktion der letzteren auftreten. Panceri (1875) stellte die Lichterscheinung lediglich an der Basis der Füßchen fest. Mangold (1907 S. 627) schreibt hierüber: »Nach meinen Lupenbeobachtungen sind es allein die proximalen Teile der Basalplatten der Stacheln, in welchen die Luminiscenz auftritt, so daß man also in jedem Wirbel zwei leuchtende Felder beobachten kann...« Die Stacheln sollen nach den Angaben desselben Autors am Leuchten gar nicht beteiligt sein. Sterzinger (1907) behauptete, wie oben bereits erwähnt, daß die Spitze der Füßchen der Sitz des Lichtes sei. Reichensperger (1908) war Augenzeuge der Beobachtungen Mangolds und teilt deshalb die oben angeführte Ansicht jenes Autors vollends.

Es ist klar, daß bei solch widersprechenden Angaben ich mich zunächst überzeugen wollte, welche die eigentlich richtige ist. Trotz der Schwierigkeiten bei der mikroskopischen Beobachtung lebenden, leuchtenden Ophiuridenmaterials, auf die ich in meinen früheren Arbeiten bereits hingewiesen habe und die sich bei *Amphiura squamata* wegen der Kleinheit der Objekte bedeutend steigern, kann ich Mangold zum größten Teil nur recht geben. Es ist allerdings ausgeschlossen, die Grenzen der leuchtenden Stellen scharf zu ziehen, denn solche existieren überhaupt nicht; immerhin aber kann man mit Bestimmtheit sagen, daß die Scheibe, ferner die Dorsalseiten der Arme und die distalen Teile der Stacheln nicht leuchten. Das Licht, in dem die Füßchen erscheinen,

ist nicht ihr eignes. Es bleibt somit an den Armgliedern nichts andres übrig, was da leuchten kann, als die Basalplatten der Stacheln und allerdings nach meiner Beobachtung auch die proximalen Teile der Stacheln, auf die das Licht hinübergreift.

Die Deutung der Lichtproduktion bei *Amphiura squamata* ist zu verschiedenen Zeiten verschieden ausgefallen. Viviani (1805) schrieb die Luminiscenz einem elektrischen Fluidum zu. Quatrefages (1843) drückt seine diesbezügliche Meinung nicht präzise aus; doch daß sie kaum von der Vivianis verschieden war, geht aus dem oben Gesagten deutlich hervor, zumal da ich noch hinzufügen kann, daß Quatrefages das Leuchten für unabhängig von jeglicher Secretion erklärte. Den ersten Versuch, die Luminiscenz von *Amphiura squamata* durch histologische Untersuchung näher zu ergründen, unternahm Panceri (1875); es gelang ihm jedoch nicht, irgendwelche Spuren von Leuchtorganen zu finden. In letzter Zeit endlich hat Sterzinger (l. c.) und Reichensperger (l. c.) nach den Lichterregern bei *Amphiura squamata* gesucht. Die Resultate der Forschungen des letzteren Autors sind besonders bemerkenswert, da sie nahezu zur endgültigen Lösung der Frage zu führen schienen; ich muß daher auf dieselben näher eingehen und lasse am besten den Bericht des Autors wörtlich folgen (1908a, S. 315): »Bereits in meiner vorläufigen Mitteilung 1908b, S. 167, gab ich kurze Nachricht darüber, daß es mir gelungen sei, bei *Amphiura squamata* höchst eigenartige Zell- bzw. Kernformen festzustellen, welche an verschiedenen Teilen des Tieres, hauptsächlich der Radien, vorkommen. Hier trifft man sie am regelmäßigsten in der Nähe der Füßchenbasis und der Basis der Stacheln.

Es handelt sich um feine, lange Zellen, deren Zelleib im Maschenwerk der verkalkten Grundsubstanz der Skeletplatten gelegen ist, bald nahe am Epithel, bald in der Tiefe der Grundsubstanz. Färbt man mit Thionin-Säurefuchsin, so treten die Zellen scharf hervor. Während ihr Kern ein satteres oder helleres Blau annimmt, färbt sich der übrige Teil in der für drüsige Bildungen typischen rötlichvioletten Tönung. Im allgemeinen ist die Gestalt unregelmäßig birnförmig. Von dem der Peripherie zugewandten Ende geht ein meist sehr langer, überaus feiner Schlauch aus, der bis an die Cuticula hinzieht. Ehe er sie erreicht, erfährt er eine sehr geringe Verdickung. Der Inhalt besteht aus kleinen Körnchen und etwas Schleim. Die Fig. 13—16 geben ein Bild der geschilderten Verhältnisse. So leicht es ist, dem Verlauf des Schlauches bis an die Cuticula zu folgen, so schwer war es festzustellen, ob diese durchbrochen werde. Schien es an einer Stelle, als ob die Frage zu bejahen sei, so sprach eine andre dagegen; mit voller Klarheit konnte ich eine Öffnung nicht feststellen.« Was nun das Vorkommen dieser

Zellen anbelangt, erklärt der Autor, daß sie auf den als leuchtend bezeichneten, allerdings aber auch auf niemals leuchtenden Stellen des Tieres vorkommen. War es also auf der einen Seite, wie Reichensperger meint, große Ähnlichkeit mit Leuchtzellen anderer Schlangensterne, die für die Homologie jener Gebilde sprach, hielt der letztere Umstand den Autor von einem endgültigen Urteil ab; und daher drückt er sich in seiner Zusammenfassung vorsichtigerweise folgendermaßen aus (l. c. S. 346): »Mit voller Sicherheit lassen sich diese Zellen nicht mit dem Leuchten in Verbindung bringen, da sie hin und wieder auch an nicht leuchtenden Stellen zur Beobachtung kamen.«

Die obigen Befunde Reichenspergers kann ich in vollem Umfange auf Grund eigener Untersuchungen bestätigen, muß aber folgendes hierzu bemerken. Ich sehe durchaus nicht so viel Ähnlichkeit an den fraglichen Zellen hier und den Leuchtzellen anderer Schlangensterne wie jener Autor; eine Durchsicht der sowohl meiner (1908 a) als auch Reichenspergers (1908 a) Arbeit beigelegten Tafeln lehrt, daß eher Unterschiede obwalten. Die Konturen jener vermeintlichen Leuchtelemente sind stets undeutlich, der Inhalt immer feinkörnig; die typischen Leuchtzellen mit homogenem oder verquollenem Inhalt, wie sie anderorts angetroffen werden, sucht man hier vergebens. Abgesehen also von dem Umstand, daß, wie Reichensperger bereits richtig bemerkt, diese Zellen auch auf nicht leuchtenden Stellen, namentlich der Scheibe, angetroffen werden, macht ihr Bau die Diagnose auf Leuchtzellen sehr fraglich.

Mir gelang es nun aber, bei *Amphiura squamata* außer diesen Zellen andre zu finden, die, was Form und Inhalt anbelangt, in der Tat typischen Leuchtzellen ähnlich sind, ja ihnen geradezu gleichen; überdies konnte ich solche im Bereich der Scheibe und auf der Dorsalseite der Arme niemals nachweisen.

Das klarste Bild der Verhältnisse lieferte mir ein Exemplar, das meine Aufmerksamkeit wegen seiner Größe und Lichtintensität besonders auf sich gelenkt hatte; ich betäubte es unter allmählichem Zusatz von Magnesiumsulfat eine Nacht hindurch, fixierte es in Sublimat und bettete es unentkalkt in Paraffin ein. Das Tier lag ganz flach ausgestreckt und wurde so in toto horizontal von der Ventralseite her in möglichst dünne Schnitte zerlegt. Die ganze Schnittserie zeigte nun, daß außerhalb des Bereiches der Scheibe zunächst in den Ventralplatten der Arme von Segment zu Segment Zellen vorkommen, die durch ihre Größe, Gestalt und Tinktionsfähigkeit gegenüber dem Thionin auffallen. Fig. 1 zeigt einen Flächenschnitt von der Ventralseite eines Segmentes mit zwei solchen Zellen. Sie liegen seitlich, sind etwa 35—40 μ lang, haben einen birnförmigen Zelleib und einen Ausführungskanal,

der sich in einem Schnitt gar nicht weit verfolgen läßt; doch so viel ist zu erkennen, daß er nach außen umbiegt. Wo seine Ausmündungsstelle liegt, kann ich mit Bestimmtheit nicht sagen; eine Vermutung liegt allerdings nahe. In den basalen Teilen der Stacheln fehlt es durchaus nicht an Gebilden, die zum Thionin dieselbe Affinität zeigen, doch nicht als Zellkörper, sondern als Endschläuche erkannt werden. Die in Fig. 2 dargestellten erinnern lebhaft an die von mir entdeckten Gruppen von Ausführungskanälen in den Stacheln von *Ophiopsila aranea*. Es sind hier drei Schläuche deutlich zu unterscheiden, die eine kurze Strecke im untersten Teile des Stachels apicalwärts verlaufen, sich aber alsbald unter nahezu rechten Winkeln gegen die Oberfläche wenden. Dabei

Fig. 1.

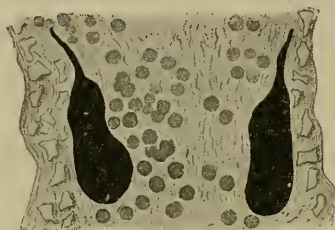


Fig. 2.

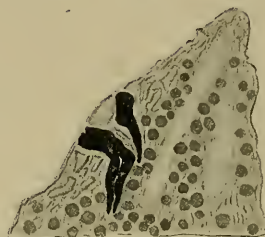


Fig. 4.



Fig. 3.

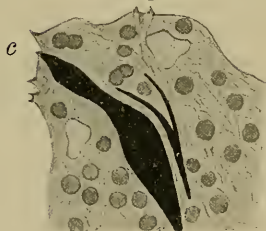


Fig. 1. Längsschnitt durch eine Ventralplatte. Vergr. 450.

Fig. 2. Paratangentialschnitt durch einen Stachel. Vergr. 400.

Fig. 3. Paratangentialschnitt durch einen Stachel; c, Cuticularstäbchen. Vergr. 600.

Fig. 4. Paratangentialschnitt durch einen Stachel. Vergr. 700.

schwellen sie keulenförmig an, treten ein wenig auseinander, weil sie das verkalkte Grundgewebe dazu zwingt. Derartige Bilder sind bei andern leuchtenden Ophiuriden, die ich untersucht habe, nichts seltenes. Ausführungsporen konnte ich an dieser Stelle nicht konstatieren.

Doch nicht überall ist die Zusammenstellung der Drüsen und Schläuche dieselbe, wie sie eben beschrieben wurde. In den basalen

Teilen der Stacheln finden sich auch vereinzelte Drüsenzellen und dementsprechend einzelne Endschläuche vor. Ein solch letzterer ist in den Figuren 3 u. 4 dargestellt. Das Präparat, nach dem die erste dieser beiden Figuren gezeichnet ist, war mir besonders wertvoll, da ich außer einem deutlichen Ausführungsporus auch einige cuticulare, kleinste Dornen (Fig 3c), die Reichenspergers »Cuticularstäbchen« von *Amphiura filiformis* gleichkommen, antraf. Es sind dies in ein oder zwei Spitzen auslaufende Stiftchen; zu jedem zieht eine feinste Nervenfaser hin; sie dürften demzufolge als Tastorgane aufzufassen sein. Interessant ist es, daß ein Zusammenhang zwischen diesen Bildungen und den Drüsenzellen, bzw. ihren Schläuchen besteht; man sieht in Fig. 3 ein solches Cuticularstäbchen unmittelbar an der Ausmündungsstelle des Kanales angewachsen.

In meinen früheren Arbeiten über leuchtende Ophiuriden habe ich die Behauptung ausgesprochen, daß das Leuchten der Schlangensterne ein intracelluläres sei. Diese Behauptung halte ich auch für *Amphiura squamata* aufrecht; denn wenn auch Ausführungs-poren hier und da mit Bestimmtheit nachgewiesen werden konnten, dienen sie dem Austritt des verbrauchten Leuchtsecretes, eines Excretes, niemals aber eines noch leuchtenden Stoffes; ein solcher müßte sich vom lebenden, leuchtenden Tiere isolieren lassen, eventuell wäre auch seine Ausscheidung bei mikroskopischer Beobachtung wahrnehmbar. Doch für *Amphiura squamata* trifft weder das eine noch das andre zu.

Ich spreche die von mir oben beschriebenen Drüsenzellen als die eigentlichen Leuchtzellen von *Amphiura squamata* an und lasse mich von den zwei Motiven leiten, daß diese Gebilde tatsächlich total gleichartig sind mit den bisher bekannten Leuchtzellen anderer Ophiuriden und daß sie an nicht leuchtenden Stellen des Tieres nicht vorkommen.

Literatur.

1907. Mangold, E., Leuchtende Schlangensterne und die Flimmerbewegung bei *Ophiopsila*. Arch. ges. Physiol. Pflüger, Bd. CXVIII, S. 613–640.
 1875. Panceri, P., La luce e gli organi luminosi di alcuni annelidi. Atti. Acc. Napoli, Vol. VII.
 1843. de Quatrefages, Note sur un nouveau de phosphorescence etc. Ann. Sci. nat. Paris. Sér. II. T. XIX.
 1908. Reichensperger, A., Über Leuchten von Schlangensteinern. (Vorl. Mitt.) Biolog. Zentralbl. XCIII. Nr. 5.
 1908a. — Die Drüsengebilde der Ophiuren. Zeitschr. wiss. Zoologie, Bd. XCI. H. 2. Mit 2 Taf. u. 5 Textfig. S. 304–350
 1907. Sterzinger, J., Über das Leuchten von *Amphiura squamata* Sars. Zeitschr. wiss. Zoologie, Bd. LXXXVII. S. 357–382. 2 Taf.
 1903. Trojan, E., Das Leuchten der Schlangensterne. Biolog. Zentralbl. Bd. XXVIII. S. 343–353.
 1908a. — Leuchtende Ophiopsilen. Arch. mikr. Anat. Bd. 73. S. 883–912. Taf. XXXIV.
 1805. Viviani, D., *Phosphorescentia maris*. Genova.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Trojan Emanuel

Artikel/Article: [Die Lichtentwicklung bei *Amphiura squamata* Sars. 776-781](#)