

gleichen. Dieses Vergnügen ist ja um so unschuldiger, als meine monistischen Kritiker sonst bereits daran gewöhnt sind, meine Ansichten über Entwicklungstheorie dadurch zu „widerlegen“, dass sie behaupten, dieselben seien mir „durch das Dogma und die katholische Tradition diktiert“. Dennoch kann ich jene Parallele nicht als berechtigt anerkennen; Emery hat nämlich meine Ansicht über das Verhältnis zwischen Dulosis und sozialem Parasitismus unrichtig dargestellt, weil er bei jenem Zitate die Hauptsache übersehen hat.

(Fortsetzung folgt.) \*

## Zur Frage über das Leuchten und die Drüsengebilde der Ophiuren.

Von Iwan Sokolow.

(Aus dem zootomischen Laboratorium der kaiserlichen Universität zu St. Petersburg.)

Während meines Aufenthaltes im Sommer 1908 auf der biologischen Station an der Murmanküste hatte ich Gelegenheit, an einigen Ophiuren die Erscheinung ihres Leuchtens zu untersuchen. Es war der Vorsteher der Station S. W. Awerinzew, der die Beobachtung machte während der Durchsuchung des Inhalts eines Trawls, dass ein Schlangensterne, nämlich *Ophiacantha bidentata* infolge einer zufälligen Berührung zu leuchten begann. Er machte mich auf diese Erscheinung aufmerksam und ich beschloss, mich eingehender damit zu beschäftigen.

Hierbei benutze ich die Gelegenheit, Herrn Awerinzew meinen aufrichtigen Dank auszusprechen für das Material, welches ich in großer Menge bekommen habe.

Die Erscheinung des Leuchtens der Schlangensterne ist in letzter Zeit zum Gegenstand einer Anzahl von Untersuchungen geworden. Jedoch allen diesen Untersuchungen lag ein Material vor, das lediglich aus Neapel stammte. Was aber unsere nördlichen Formen anbetrifft, so ist ihr Leuchtvermögen bisher nicht bekannt gewesen.

Von den vier Repräsentanten der Ordnung *Zygophiurac*<sup>1)</sup> des Kola-Fjords besitzen die Leuchtkraft zwei Arten: *Ophiacantha bidentata* Retzius und *Ophioscolex glacialis* Müller und Troschel. *Ophiura sarsi* Lütke. und *Ophiopholis aculeata* L. leuchten scheinbar nicht, was ich daraus schließe, dass sie, in Süßwasser gelegt, nicht aufleuchteten.

*Ophiacantha bidentata* ist eine kleine Form, die wir aus den Tiefen von 80—200 m erbeuteten. Auf jedem Wirbel der Arme befinden sich 7 ziemlich lange Stacheln auf jeder Seite. Inwendig sind die Stacheln hohl und an der Oberfläche mit kleinen

1) Nach Ludwig und Hamann in: Bronn's Klassen und Ordnungen 1901.

Zähnen besetzt, die in Längsreihen angeordnet sind. Unten an der Basis der Stachel sieht man eine kleine bläschenförmige Erhebung.

Im Meereswasser leuchten sie gewöhnlich nicht; dann und wann nimmt man jedoch ein Aufblitzen wahr, das höchstwahrscheinlich durch Berührung eines fremden Körpers hervorgerufen wird. Schüttelt man das Gefäß, so leuchten einige *Ophiacantha* im Moment intensiv auf.

\* Bei einer sehr zarten Berührung leuchten sie nicht. Ich nahm einen munteren Schlangensterne vorsichtig in die Hand, indem ich ihn an einem Arm hielt, — er leuchtete nicht. Fasst man ihn aber hart an, so leuchtet die berührte Stelle.

Aus dem Wasser herausgenommen und auf den Tisch gelegt, leuchten sie nicht, sobald der Reiz infolge der Berührung vergangen ist. Berührt man jetzt den Arm, so beginnt die affizierte Stelle auf eine kurze Zeit zu leuchten. Ein Exemplar lag während meiner Experimente, offen der Luft ausgesetzt, ohne im Laufe von 4 Minuten zu leuchten; beim Berühren oder Anhauchen aber leuchtete es. An der Luft ist die Lumineszenz intensiver als im Wasser.

An einem Individuum, das aus dem Wasser herausgenommen war, benetzte ich zwei Arme mit einer schwachen Alkohollösung, — sofort nahm man in der Dunkelheit zwei hell leuchtende Stellen wahr. Ebenso wirkt eine schwache Lösung von Schwefelsäure. Es beginnt ein starkes lokales Leuchten: ein Blitzen, ein Aufleuchten und Vergehen von einzelnen Feuerchen.

Durch starken mechanischen Reiz im Meereswasser oder an der Luft, z. B. durch Aufdrücken mit dem Finger auf die Arme oder auf die Scheibe, leuchtet *Ophiacantha* fast an allen Armen. Unter solchen Bedingungen geht der Leuchtprozess unregelmäßig vor sich. Am intensivsten leuchten die verletzten Stellen der Arme. An den übrigen Teilen ist das Leuchten unbeständig, bald ab-, bald zunehmend. Zuweilen überläuft den Arm ein wellenartiges Leuchten.

Unter der Lupe bei 10facher Vergrößerung kann man die leuchtenden Stellen wahrnehmen. Auf den ersten Blick bemerkt das ungeübte Auge nur zwei Reihen leuchtender Punkte zu beiden Seiten des Armes. In jedem Wirbel leuchten zwei Punkte. Jedoch bei genauerer Besichtigung kann man derer mehrere aufzählen. Dieses ist dadurch zu erklären, dass nicht alle Punkte zu gleicher Zeit leuchten; außerdem erhält man durch einen mechanischen Reiz, wie erwähnt, ein sehr unregelmäßiges Leuchten. Um eine regelmäßigeren Lumineszenz zu erzielen, brachte ich die Schlangensterne in Süßwasser: dort leuchten sie stärker und verhältnismäßig ruhig und gleichmäßig. Auf diese Weise konnte ich bis 5 leuchtende Punkte auf jeder Seite des Wirbels aufzählen. Es ist anzunehmen, dass ihre Anzahl größer ist, nämlich 7 Paar, — der Anzahl der

Stacheln des Wirbels entsprechend. Infolge der Schwierigkeit der Beobachtung war es nicht ermöglicht, die Anzahl genauer zu bestimmen.

Wie lange das Leuchten anhält, war nicht zu bestimmen. Ich will nur bemerken, dass ein Exemplar ca. 1 Stunde hindurch leuchtete, obgleich seine Scheibe zerdrückt war.

Abgebrochene Enden von Armen leuchten auch lange. Beim Abreißen eines Arnteiles leuchtet das Tier selbst nicht.

Ich brachte einige Schlangensterne in Meereswasser, zur Hälfte mit Süßwasser vermengt und erhielt ein unregelmäßiges, jedoch andauerndes Leuchten.

Die schönste Leuchterscheinung erhält man im reinen Süßwasser. Das Leuchten beginnt momentan und verläuft ziemlich gleichmäßig, begleitet nur von einem sanften Flimmern. In Dunkelheit zeigen sich 5 Arme; das Licht ist an ihren Enden am stärksten, nimmt aber, je näher der Scheibe, an Intensität allmählich ab. Die Scheibe bleibt dunkel. Die Nuance des Lichtes ist gelblichgrün. Das ist die Färbung des Lichtes aller bisher beobachteten Schlangensterne, mit alleiniger Ausnahme von *Ophiacantha spinulosa*, welche nach Angaben von E. Trojan<sup>2)</sup> einen Stich ins Blaue zeigt.

Unter der Lupe ist es möglich, das Leuchtbild in seinen Einzelheiten zu beobachten. Man kann die einzelnen Phasen des Aufleuchtens und des allmählichen Absterbens bis zum Tode des Tieres verfolgen. Sofort nach dem Eintauchen in Süßwasser erhält man ein recht kompliziertes Bild: es leuchten die Stacheln, ihre Basen und die Zwischenräume zwischen den Stacheln zweier benachbarten Wirbeln, also die Lateralplatten (Fig. 1). Mitten durch jeden Stachel zieht sich ein dünner, langer, leuchtender Faden, der am distalen Ende zugespitzt ist und in der Richtung zur Basis hin breiter wird; er reicht etwas über die Mitte der Länge des Stachels. An der Basis endet er mit einem helleuchtenden Punkte. In den Lateralplatten befinden sich einzelne leuchtende Stellen. An jedem Wirbel sieht man sie zu je einem oder zwei oder drei Paaren, — je nachdem, ob man den distalen oder den proximalen Teil des Armes vor sich hat. Diese Stellen haben das Aussehen leuchtender Punkte, umgeben von einem Schimmer.



Fig 1. Leuchtbild. Vergr. 10:1.

2) Emanuel Trojan. Das Leuchten der Schlangensterne. Biol. Centralbl., Bd. XXVIII, 1908.

Im Laufe der ersten Minute werden die leuchtenden Fäden in den Stacheln immer kürzer, bis sie zu einem Punkte im basalen Teile der Stachel zusammenschrumpfen. Man erhält den Eindruck, als ob der leuchtende Stoff aus der Stachelachse zu der Basis fließt. Beobachtet man weiter, so merkt man, dass die Leuchtintensität der Punkte sich allmählich verringert und dass das Flimmern ruhiger wird. Darauf wird das Bild nach und nach undeutlicher. Der leuchtende Stoff scheint sich diffus in dem Wirbel zu verlaufen; zunächst auf den Seiten desselben, so dass sich zwei mattleuchtende Flecken bilden. Auch diese beiden Flecken fließen bald ineinander und man erhält dann einen querliegenden blassen Streifen. Kurz vor dem Tode, der ungefähr nach 10 Minuten nach dem Eintauchen ins Süßwasser erfolgt, hört das Leuchten fast vollständig auf: man sieht nur einen schwachen Abglanz der Strahlen; aber auch dieser verschwindet sehr bald.

Wenn man eine *Ophiacantha*, die ungefähr 5 Minuten in Süßwasser gelehrt hat, zurück in Seewasser bringt, so erlischt allmählich ihr Leuchten. Bringt man sie nun nach ein paar Minuten wieder in Süßwasser, so beginnt sie nicht sofort zu leuchten, und man erhält ein unregelmäßiges Bild: an den Seiten der Wirbeln sieht man schwachleuchtende Nebelflecke; hier und da tauchen leuchtende Punkte auf und verschwinden wieder. Offenbar wird der Schlangensterne nach dem langen Leuchten müde.

Bei einer *Ophiacantha* habe ich die Stacheln an einem Arme etwa bis zur Hälfte abgeschnitten; — der operierte Arm leuchtete ebenso intensiv, wie die unversehrt gebliebenen. Trennt man den Stachel vollständig ab, so vermag er auch selbständig weiter zu leuchten, wenn auch nicht lange.

Die Füßchen besitzen kein Leuchtvermögen. Ich konnte mich davon überzeugen, indem ich die Schlangensterne beim Halblicht beobachtete, wo man die Kontouren der Stacheln, der Füßchen etc. deutlich sehen konnte.

Das Leuchten scheint intrazellulär zu sein, da es mir nicht gelungen ist, irgendwelchen leuchtenden Schleim vom Körper abzusondern.

Ich möchte noch einen interessanten Versuch erwähnen. Wenn man nämlich bei einer, aus dem Wasser herausgenommenen, *Ophiacantha* mit der Pinzette den Arm sehr stark drückt, so leuchtet er nur von der Reizstelle bis zur Spitze des Armes. Der andere Teil des Armes, sowie die übrigen vier leuchten nicht. Das Leuchten erfolgt momentan; doch kann man wahrnehmen, dass es an der Spitze beginnt.

Bei diesen letzten Versuchen erzielte ich das Maximum der Lichtintensität. Es sind das schon nicht einzelne Leuchtstellen, sondern der ganze Arm erscheint durchsichtig und erglüht von innen in

hellgrünlichem Lichte. An dieser Stelle möchte ich der Versuche Kutschera's über *Achloe astericola*<sup>3)</sup> Erwähnung tun. Er schreibt Folgendes: „beim raschen Durchschneiden des Tieres ist es interessant zu beobachten, dass nur der kaudalwärts gelegene Abschnitt — man kann mit demselben Effekt wiederholt Stücke abschneiden —, an allen seinen Elythren das Lichtphänomen zeigt, die Vorderhälfte des Tieres hingegen völlig ungereizt bleibt und an ihr keinerlei Lichterscheinung auftritt. Die Reizleitung kann also nur vom Kopf gegen den Schwanz zu erfolgen . . .“ Ähnlich diesen Erscheinungen wird auch bei den Ophiuren der Reiz offenbar nur von der Basis zur Spitze des Armes geleitet.

Die biologische Bedeutung des Leuchtens ist uns nicht ganz klar. Man könnte wohl annehmen, dass dasselbe zum Abschrecken der Feinde dient, vielleicht als eine gewisse Schutzeinrichtung wirkt. Aus dem Umstande nämlich, dass die Schlangensterne leicht ihre Arme abwerfen, wobei dieselben intensiv leuchten, das Tier selbst aber nicht leuchtet, könnte man folgern, dass der Schlangensterne während des Angriffs den tangierten Arm abwirft und unbemerkt vor der Gefahr flüchtet, während der Feind mit demselben beschäftigt ist<sup>4)</sup>.

Zur histologischen Untersuchung fixierte ich die von frischen Exemplaren abgeschnittenen Arme mit heißem Sublimatalkohol, sodann mit einem Gemisch aus 2 Teilen Sublimat, 1 Teil Alkohol 70° und 1 Teil Essigsäure. Zur Färbung bediente ich mich vorzugsweise des Hämatoxylin und des Thionins. Letzterer gab besonders scharfe Bilder.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Armschnitte wird man sofort auf eigenartige Gebilde aufmerksam, welche in den Stacheln und in den Platten der Wirbeln verteilt sind.

Die Stacheln sind außen von einer Kutikula bedeckt; dann folgt das Kalkskelett in Form eines hohlen Zylinders, dessen Innenraum mit Bindegewebszellen erfüllt ist, zwischen welchen der Stachelnerv mit seinen Verzweigungen verläuft. Hier liegen auch die obengenannten Gebilde.

Dieselben haben das Aussehen von ziemlich dicken Strängen und stellen eigentlich Bündel von langen und verhältnismäßig dicken Fasern dar, die alle einander parallel sich ziehen. Sie befinden sich gewöhnlich in der basalen Hälfte des Stachels, nahe bei der Längsachse; ihre Richtung ist: von unten nach oben. Diese faserigen Stränge verlaufen nur selten gerade, gewöhnlich sind sie wellen-

3) Fritz Kutschera. Die Leuchtorgane von *Achloe astericola* Clprd. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 92, 1909.

4) Vgl. E. Mangold. Leuchtende Schlangensterne und die Flimmerbewegung bei *Ophiopsila*. Pflüger's Arch. ges. Physiol., Bd. 118, 1907.

förmig gewunden oder knieartig gebogen. Sie haben fast der ganzen Länge nach dieselbe Dicke und nur gegen das obere, äußere Ende werden sie dünner, indem die Zahl der Fasern sich vermindert und dieselben vielleicht etwas dünner werden. An seinem äußeren Ende macht der Strang eine plötzliche Biegung und trifft die Kutikula fast senkrecht, ohne dieselbe zu durchbohren (Fig. 4 u. 5). Die Länge dieser faserigen Stränge variiert ziemlich stark und erreicht 60—80—100  $\mu$ . In einem Stachel kann man 1—2, sogar bis 5 Stränge aufzählen. In anderen fehlen sie.

Fig. 2.



Fig. 3.



Faserige Stränge aus den Lateralplatten.  
c Kutikula. Vergr. 140: 1 u. 2340: 1.

Außer den Stacheln liegen ebensolche faserigen Stränge in den Lateralplatten der Arme-wirbeln, zuweilen auch in den Dorsal- und Ventralplatten, wo sie aber kleiner sind. Sie sind ebenso lang, vielleicht etwas dicker als in den Stacheln (bis 12  $\mu$ ). Die vorherrschende Richtung ist: von unten und innen nach oben und außen. Zuweilen verlaufen sie z. T. parallel der Oberfläche des Wirbels und machen nur am Ende eine Biegung nach außen (Fig. 2 u. 3).

Sowohl in den Stacheln, als auch in den Wirbelplatten sind die Bindegewebszellen, welche die Räume zwischen

den Kalkablagerungen erfüllen, mit ihren plasmatischen Körpern verschmolzen. Die faserigen Stränge durchziehen diese Plasmamassen, was besonders gut an Querschnitten durch die Stacheln zu sehen ist. An solchen Präparaten sieht man die querdurchschnittenen Fasern, welche den Strang bilden. Ihre Kontouren sind nicht immer regelmäßig rund, sondern oft eckig (Fig. 6). Die Fasern lassen sogar mit Hilfe der Zeiß'schen Ölimmersion keine Struktur unterscheiden und erscheinen vollkommen homogen. Auch zeigen sie keine Anisotropie. Die Anzahl der einzelnen Fasern beläuft sich in einem dicken Strang auf einige Zehner.

Die histologische Natur dieser sonderbaren Gebilde ist mir nicht klar. Aus der Tatsache, dass bei der Behandlung mit Thionin

allein die Fasern der Stränge eine bräunlich-violette Farbe annehmen — eine Farbe, welche charakteristisch für den Schleim ist —, die Kerne der umgebenden Bindegewebszellen sich aber blau färben, könnten wir vielleicht schließen, dass diese Stränge — besondere Drüsengebilde sind, mit einer eigenartigen Struktur ihres Inhaltes.

Es ist hervorzuheben, dass die Disposition dieser faserigen Stränge in den Armen der *Ophiurantha bidentata* eine derartige ist, dass Stellen, wo dieselben vorkommen, genau den leuchtenden Stellen entsprechen. Und ich bin geneigt anzunehmen, dass in diesen faserigen Strängen der Sitz der Leuchtkraft sich befindet.

Außer diesen Strängen fand ich noch Gebilde, welche mit denen identisch zu sein scheinen, welche Reichensperger<sup>5)</sup> als „Leuchtzellen“ beschrieben hat. Man kann an ihnen nämlich einen dickeren Teil, den Zellkörper mit einem Kern, der sich mit Thionin nicht färbt, und einen dünneren, den Ausläufer, der zur Kutikula verläuft, unterscheiden. Ihre Größe ist viel geringer als die der Stränge. Die Struktur dieser Zellen ist überall grobkörnig. Die Ausläufer sind zuweilen so dünn, dass sie nur aus einer einzigen Reihe von Körnchen bestehen. Mit Thionin werden sie, ebenso wie die faserigen Stränge, bräunlich-violett gefärbt.

Solche Zellen fand ich in der ganzen Scheibe zerstreut, ebenso in den Stacheln, sodann auch in den Platten der Arm wirbeln, jedoch nicht an allen Exemplaren. Sie waren vorwiegend dort ziemlich zahlreich, wo die faserigen Stränge fehlten (bei jungen Exemplaren?). Wo die Stränge aber vorhanden waren, konnte man die „Leuchtzellen“ nur vereinzelt finden; sie waren dann auf die Teile der Wirbeln be-

Fig. 4.

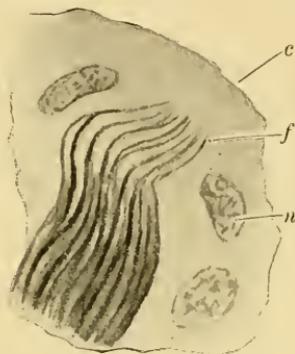
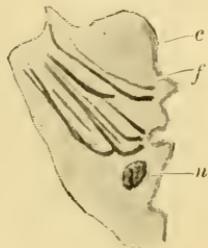


Fig. 5.



Das äußere Ende zweier faserigen Stränge: *f* einzelne Fasern; *c* Kutikula; *n* Kerne der Bindegewebszellen.

Vergr. 2340 : 1.



Fig. 6. Querschnitt durch einen faserigen Strang und 2 Bindegewebszellen, die er durchzieht.

Vergr. 390 : 1.

5) Aug. Reichensperger. Die Drüsengebilde der Ophiuren. Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 91, 1908.

schränkt, welche unmittelbar den Stacheln anliegen. In den Stacheln selbst fand man sie in solchen Fällen höchst selten.

Daher bleibt uns die Funktion dieser Zellen, als Leuchtzellen, nach Reichensperger's Angabe, höchst rätselhaft, denn 1. fehlten sie in den meisten Fällen in den leuchtenden Teilen der *Ophiocantha bidentata* und 2. waren sie in der Scheibe, welche selbst nicht leuchtet, vorhanden.

*Ophiocolex glacialis* Müller et Troschel. Bei dieser Form muss ich mit meinen Folgerungen sehr vorsichtig sein, da ich im ganzen nur ein Exemplar hatte, welches zudem noch ziemlich erschöpft war nach den Experimenten im Süßwasser.

Diese Art bevorzugt große Tiefen, und wir bekamen sie ziemlich selten, da unser Trawl nur bis 200 m reichte. Sie hat eine hübsche grelle ziegelrote Farbe und ist mit einer dicken Haut bedeckt, welche sich auch auf die Arme erstreckt. Auf jedem Wirbel sitzen 6 Stacheln, zu 3 auf jeder Seite. Sie haben inwendig eine ziemlich dünne Kalkachse, die mit einer sehr dicken Haut überzogen ist.

In Süßwasser getaucht, fängt sie an zu leuchten, und zwar nicht momentan, sondern nach einigen Sekunden. Zunächst sieht man, dass die Stacheln leuchten, dann gewahrt man die leuchtenden Punkte — 3 (?) an jeder Seite der Wirbeln. In Meereswasser zurückgebracht, erlischt allmählich ihr Leuchten.

Die Ophiure lebte 3 Tage im Aquarium, und während dieser Zeit warf sie die Enden ihrer Arme ab (Autotomie). Als ich sie von neuem in Süßwasser brachte, so reagierte sie darauf mit dem Leuchten erst nach 1—2 Minuten. Das Leuchten war sehr unregelmäßig. Die Feuerchen flackerten ununterbrochen. Es war klar, dass das Tier erschöpft war durch das ungewöhnte Leben im Aquarium und durch den Verlust der Armenden.

Die Färbung mit Thionin an Schnitten ließ besondere Gebilde an den Stacheln und an der Peripherie der Wirbeln unterscheiden. Dieselbe sahen wie unregelmäßige Knäuel aus, welche dicht aneinander gereiht waren und einen Ausläufer zur Kutikula aufwiesen. Der Inhalt dieser Knäuel war stark vakuolarisiert. Man bekam den Eindruck, als ob der ganze Inhalt dieser, offenbar drüsigen, Gebilde zu zerfließen begonnen hatte und auf diesem Stadium fixiert wurde. Weitere Beschreibung dieser Drüsen möchte ich mir vorbehalten, 1. weil sie an einem erschöpften Exemplare beobachtet wurden, 2. weil eine derartige Struktur der Wirkung des Süßwassers zugeschrieben werden könnte.

Auf den letzten Umstand möchte ich besonders aufmerksam machen. Schon aus der Beobachtung des Leuchtens der *Ophiocantha* kann man erschen, dass die leuchtende Substanz zunächst

aus den Stacheln zu der Basis derselben zusammenfließt, sodann sich allmählich diffus durch den ganzen Körper des Armes verbreitet, an Lichtintensität immer abnehmend und nach und nach gänzlich verschwindend. Die Armstücke von *Ophioscolex* wurden von mir nach der Wirkung von Süßwasser, jedoch vor dem Tode fixiert. Sollte sich jedoch herausstellen, dass die eben erwähnten drüsigen Gebilde — Leuchtorgane sind, so könnte man die Erscheinung des Zerfließens der leuchtenden Substanz und das erhaltene histologische Bild in einen unmittelbaren Zusammenhang bringen und als eine Wirkung des Süßwassers erklären. (Es tut mir sehr leid, dass ich von Anfang an nicht auf den Gedanken kam, Ophiuren in verschiedenen Stadien des Zerfließens der leuchtenden Substanz zu fixieren, — was ich natürlich bei der nächsten Gelegenheit nicht versäumen werde).

*Ophiopholis aculeata* L. Zum Vergleich untersuchte ich die Arme von dieser Art. Sie scheint kein Leuchtvermögen zu besitzen; wenigstens leuchtete sie nicht im Süßwasser auf. Außerdem ist sie eine zu gewöhnliche Form, dass ihr Leuchtvermögen bis jetzt unbemerkt hätte bleiben können. Jedenfalls wäre es von Interesse, diese Tatsache besser zu begründen.

Wie das auch sein mag, ich fand in den Stacheln Drüsenzellen, welche vollkommen homolog mit den von Reichensperger gefundenen „Leuchtzellen“ waren. Sie bestehen aus einem Körper, wo sich ein Kern, der sich nicht mit Thionin färbt, befindet, und aus einem langen Ausläufer, der sich allmählich der Kutikula nähert und schließlich auf sie senkrecht trifft; an seinem äußersten Ende sieht man eine Verdickung. Der Inhalt der Zellen und der Ausläufer ist überall körnig. Diese Zellen treten in manchen Stacheln massenhaft auf und haben immer eine solche Anordnung, dass ihre Körper näher zur Längsachse des Stachels liegen.

In der Scheibe findet man sie ebenfalls.

Zu meiner Enttäuschung aber fand ich in einigen Stacheln auch Gebilde, welche mit den faserigen Strängen der *Ophiacantha bidentata* identisch zu sein scheinen. Sie liegen längs den Streifen der Bindegewebszellen und sind dünner, resp. sie bestehen aus einer geringeren Anzahl von einzelnen Fäden. Wie gesagt, befinden sie sich nur in wenigen Stacheln.

Von den Untersuchungen<sup>6)</sup>, welche in der letzten Zeit der Frage über das Leuchten der Schlangensterne gewidmet sind, ist in erster

---

6) E. Mangold. Über das Leuchten und Klettern der Schlangensterne. Biol. Centralbl., Bd. XXVIII, Nr. 5, 1908. — Aug. Reichensperger. Über Leuchten von Schlangensternen. Biol. Centralbl., Bd. XXVIII, Nr. 5, 1908 — Emanuel Trojan. loc. c.

Stelle die Arbeit von Reichensperger<sup>7)</sup> zu nennen. Er war der erste, der genau histologisch den Bau der Schlangensterne untersuchte und besondere Drüsenzellen beschrieben hat, denen er die Leuchtkraft zuschreibt. Dass diesen Drüsenzellen das Leuchtvermögen zukommt, schließt er aus Folgendem:

1. sind sie nur an den Stellen vorhanden, welche leuchten,
2. sind sie drüsige Gebilde, was die Wahrscheinlichkeit vermehrt, dass sie mit dem Leuchtprozess im Zusammenhang stehen.

Man darf aber nicht vergessen, dass derselbe Forscher an der leuchtenden *Ophiopsila arauca* derartige „Leuchtzellen“ nicht finden konnte. „Vergeblich,“ sagt er, „suchte ich bisher bei *Ophiopsila arauca* nach solchen drüsenartigen Gebilden überhaupt.“ Reiche Ansammlung von dunklem Pigment hätte das wahre Bild maskiert. Er lässt hier die Frage offen.

Nebenbei fand er seine „Leuchtzellen“ bei *Amphiura squamata*, in der Scheibe, welche nicht leuchtet.

Ich, meinerseits, fand derartige Zellen: 1. bei *Ophiacantha bidentata*, zerstreut in der ganzen Scheibe (die nicht leuchtet) und 2. bei *Ophiopholis aculeata*, welche überhaupt kein Leuchtvermögen zu besitzen scheint.

Dieses alles veranlasst uns, die den „Leuchtzellen“ zugeschriebene Leuchtfähigkeit stark zu bezweifeln.

Andererseits finden wir bei Reichensperger vielleicht gewisse Andeutungen auf die faserigen Stränge. 1. In seiner Zeichnung 3 rechts oben in der farbigen Tafel sieht man über den „Leuchtzellen“ ein gleichsam abgerissenes Stück von einem Bündel von Fasern abgebildet; es ist im Gegensatz zu den Kernen violett gefärbt. Es hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Stück faseriger Stränge der *Ophiacantha bidentata*. Aber weder in der Tafel, noch im Text finden wir irgendeine Erklärung dieser Abbildung. 2. Gibt er dem Schleim, welcher die „Leuchtzellen“ erfüllt, folgende Charakteristik: „An geeigneten Stellen ist man imstande, kleinere und größere Körnchen oder Bröckchen, sowie feineren, und ich möchte sagen, fadigen, gröberen Schleim zu unterscheiden. Der Kern ist undeutlich.“ Was könnte er unter dem Worte „fadig“ verstehen? Vielleicht hatte Reichensperger in den Zellen mit „fadiger“ Struktur Gebilde vor sich, welche meinen faserigen Strängen verwandt sind. Wäre es so, so könnte uns dieser Umstand über die histologische Natur der faserigen Stränge nähere Aufklärung geben, und wir könnten sie für besonders deformierte Drüsenzellen mit eigenartiger Schleimstruktur ansehen.

Was nun ihren Zusammenhang mit der Lumineszenz anbetrifft, so ist in erster Linie der Umstand hervorzuheben, dass sie nur an

7) loc. c.

solchen Stellen gefunden wurden, welche streng den leuchtenden Stellen entsprechen. Aber man muss hinzufügen, dass sie nicht in allen Präparaten aufzufinden waren. Außerdem fand ich scheinbar homologe Gebilde in wenigen Stacheln der *Ophiopholis aculeata*.

Also auch hier kommen wir zu keiner bestimmten Folgerung.

Nach dem Gesagten nun könnte man zum Schlusse gelangen, die Leuchtfähigkeit sowohl der „Leuchtzellen“, als auch der faserigen Stränge überhaupt zu verneinen. Dann wären wir genötigt, was auch Reichensperger meint, „in den Zellen insgesamt, bezw. in den sekretiven Vorgängen des Plasmas überhaupt, Leuchtkraft zu vermuten, und dann wäre wohl nicht einzusehen, warum die Lumineszenz auf so wenige Stellen beschränkt ist und dass sie mit solcher Regelmäßigkeit auftritt.“ Dagegen würde auch die Übereinstimmung der Lage der „Leuchtzellen“ und der Stränge mit den leuchtenden Stellen sprechen.

Außerdem können wir doch nicht mit Sicherheit behaupten, dass das, was wir Leuchtorgane, Leuchtzellen etc. nennen, in allen Fällen nur spezielle Organe zur Produktion des Lichtes sind. Es ist wahrscheinlich, dass ihnen oft noch eine andere physiologische Funktion zukommt, und dass diese ihre Tätigkeit in einem Falle von Leuchterscheinungen begleitet wird, in anderen Fällen dagegen diese Erscheinung für unser Auge unbemerkt bleibt. Insofern können wir uns der Meinung A. Pütter's anschließen, die er in seinem Referat über „Leuchtende Organismen“ äußert<sup>8)</sup>. An einer Stelle spricht er von den mannigfachen chemischen Prozessen, die im tierischen Körper vor sich gehen; und er fügt hinzu: „Die Lumineszenz ist ein Spezialfall vieler ähnlicher Vorgänge, . . . nur auffälliger für unser Auge.“

Die Ergebnisse dieser Arbeit könnte man in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Das Leuchten ist nicht spontan, sondern erfolgt auf verschiedene (mechanische, chemische, thermische etc.) Reize.
2. Das Leuchten ist intrazellulär, denn es gelingt niemals, leuchtende Sekrete vom Körper abzusondern.
3. Es leuchten: die Stacheln und die Platten der Armwirbeln, hauptsächlich die Lateralplatten.
4. Das Leuchten scheint vom zentralen Nervensystem nicht abhängig zu sein, denn es leuchten sowohl abgeschnittene Arme als auch abgebrochene Stacheln.
5. Das Leuchten scheint an eine flüssige Substanz gebunden zu sein, welche bei Behandlung mit Süßwasser sich aus bestimmten leuchtenden Stellen diffus über den ganzen Arm verbreitet.

8) Ang. Pütter. Leuchtende Organismen. Verworn's Zeitschr. allgem. Physiol. Bd. V, 1905.

6. Mit dem Tode des Tieres schwindet die Leuchtkraft.

7. Unter dem Mikroskop gelang es mir, besondere faserige Stränge, und an anderen Präparaten -- Drüsenzellen mit gekörnntem Inhalte, welche identisch mit den „Leuchtzellen“ Reichensperger's sind, zu entdecken. Beide Arten der Gebilde zeigen eine für den Schleim charakteristische bräunlich-violette Färbung bei Behandlung mit Thionin.

8. Welchem von diesen Gebilden die Leuchtfähigkeit zugeschrieben werden kann, — diese Frage bleibt zurzeit offen.

St. Petersburg, März 1909.

## Tentakelartige Fortsätze an *Opalina dimidiata*.

Von Dr. M. v. Linden.

(Abteilungsvorsteher am Hygienischen Institut Bonn).

Am 4. Mai 1905 fand ich im Enddarm einer *Rana fusca* eine größere Anzahl Opalinen, *Opalina dimidiata*, die sich dadurch von den normal gestalteten Formen auszeichneten, dass sie mit langen tentakelartigen Fortsätzen versehen waren (Fig. 1—9). Die Fortsätze, die bisweilen der Länge des Opalinenkörpers gleichkamen, waren nach hinten gerichtet und wurden in der Ruhe und wenn sich das Tier schnell in gerader Richtung vorwärts bewegte, glatt an den Körper angelegt, so dass nur die über den Körper hinausstehenden Enden sichtbar waren. Bewegten sich die Opalinen nach rückwärts oder im Kreise, so standen die Fortsätze vom Körper ab, und es machte den Eindruck, dass sie jetzt als Tastorgane funktionierten, denn sobald die Opalinen mit ihrem Tentakel irgendwo anstießen oder hängen blieben, so reagierte das ganze Tier durch eine ausweichende Bewegung. Man konnte auch beobachten, dass bei langsamerem Schwimmen die Fortsätze ruderartig bewegt wurden und zwar stets gleichförmig. Hatte sich einer derselben an einem Algenfaden verfangen, so war die *Opalina* imstande, durch hebende Bewegung des Organes dasselbe wieder loszuhacken. Diese Fortsätze kamen bei den meisten Opalinen in der Mehrzahl vor, ich habe solche mit 2, 4, 5 und 6 Tentakeln beobachtet, doch waren am häufigsten 5 vorhanden (vgl. Fig. 1—9). Von diesen pflegten 2 an der Oberseite, 2 an der Unterseite im vorderen Körperdrittel und 1 am hinteren Körperende zu liegen (Fig. 1 u. 3). Bisweilen waren die Opalinen so gelagert, dass die Austrittsstelle des Tentakels in die Kontur des Körpers fiel, so dass der Übergang des Opalinenleibes in den Fortsatz ganz deutlich zu erkennen war (Fig. 1). Die Fortsätze bestehen wie der Opalinenkörper selbst aus einer inneren körnigen und einer äußeren hyalinen Plasmaschicht, an ihrer Peripherie tragen sie feine Wimperhärchen (Fig. 1 a). An einzelnen Exemplaren fand ich die Tentakel dichotomisch verzweigt (Fig. 2 a).

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Sokolow Iwan

Artikel/Article: [Zur Frage u<sup>u</sup>ber das Leuchten und die Dru<sup>u</sup>sengebilde der Ophiuren. 637-648](#)