

So erheblich die Veränderungen sein werden, welche durch Börner's Forschungen im System der Chermesinen zum Ausdruck gelangen werden, in der Auffassung und in den Ausdrucksformen für die Wirtskorrelation sollte eine Änderung des bisherigen unterbleiben.

## Das Leuchten der Schlangensterne.

Von Dr. Emanuel Trojan,

Assistent am Zoologischen Institute der k. k. Deutschen Universität in Prag.

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

Wenn je ein Gebiet des Tierreiches wenig Bearbeiter gefunden hat, so ist es in erster Reihe das der Ophiuriden. Was wir von dem Bau der Tiere dieser Ordnung kennen, stammt zum großen Teile von Ludwig (78, 79, 80, 01), Haman (89, 99) und Lang (94). In allerletzter Zeit scheint sich aber das Interesse für Schlangensterne und zwar solche, die eigenes Leuchtvermögen besitzen, zu regen. Ich selbst konnte im April 1906, durch die Munifizienz der Gesellschaft zur Förderung Deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen in die Lage versetzt, an der Zoologischen Station in Neapel einige Wochen wissenschaftlich arbeiten zu können, das herrliche Phänomen des Leuchtens an *Ophiopsila aranea*, *Ophiopsila annulosa* und *Ophiocantha spinulosa* studieren. Leider gestatteten mir die Unbilden des damaligen heftigen Vesuvausbruches nicht, mich mit mehr Material zu versorgen; das gesammelte erwies sich nach der Rückkehr in die Heimat für eingehende histologische Untersuchungen als unzulänglich. Liebenswürdigerweise teilte mir Herr Dozent Mangold aus Bonn, der um Weihnachten desselben Jahres zum Studium des Leuchtens bei Schlangensternen an der Neapler Station weilte, mit, dass die von mir untersuchten Arten zurzeit häufig auftreten, worauf ich auf eigenen Wunsch von Dr. Lo Bianco Material in reichlichem Maße bekam und meine Untersuchungen fortsetzen konnte. Mangold's (07, S. 625) indessen erschienenen Publikation seiner physiologischen Untersuchungen entnehme ich, dass er Gelegenheit hatte, außer den Arten *Ophiopsila annulosa* und *O. aranea* auch *Amphiura squamata*, ferner aber auch *Amphiura filiformis*, dessen Leuchten bisher überhaupt nicht bekannt war, eingehenden Studien zu unterziehen.

Vor kurzem endlich erschien im LXXX. Bd. der Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie eine Arbeit „Über das Leuchtvermögen von *Amphiura squamata* Sars“ von Irene Sterzinger aus Innsbruck (07). Diese Publikation nun ist es namentlich, die mich veranlasst, einige Bemerkungen zur Sache hier niederzulegen.

Das Leuchten des Schlangensterne *Amphiura squamata*, mit dem sich Fr. Sterzinger befasste, war mir nach mündlichen Mitteilungen des Herrn Prof. Dr. Hans Molisch von früher her be-

kannt. Ich selbst hatte während meines dreiwöchentlichen Aufenthaltes in Neapel keine Gelegenheit, den genannten Ophiuriden näher kennen zu lernen. Als ich aber die beiden *Ophiopsila*-Arten und *Ophiocantha spinulosa* in der Dunkelkammer der Station zum ersten Male in ihrem Glanze erstrahlen sah, freute es mich, reichlichen Ersatz in diesen viel schöneren Leuchtsternen gefunden zu haben. Handelte es sich doch um Exemplare, die *Amphiura squamata* um das 3—5fache übertrafen. Die Lichtmenge war dementsprechend eine viel größere. *Ophiopsila aranea* und *Ophiocantha spinulosa* hielten sich das Gleichgewicht, *Ophiopsila annulosa* aber übertraf die beiden bedeutend.

Im allgemeinen konnte man bemerken, dass die genannten drei Arten in Ruhe gar keine Neigung zum Leuchten zeigten, immer mussten sie durch mechanische oder chemische Reize dazu gebracht werden. Das bloße Berühren der Arme der Tiere brachte bereits ein Leuchten hervor. Natürlich wirkte das Stechen mit einer Nadel, das Zwickeln mit einer Pinzette ebenso. Bei Anwendung der für tierische Luminiszenz alten, bewährten chemischen Reizmittel wie Brunnenwasser, aqua destillata, Alkohol, Ammoniak und Säuren ließ der Effekt nicht auf sich warten. Unter dem Einflusse schärferer Medien, wie hochgradigen Alkohols und mehrprozentiger Säuren war das Leuchten zwar intensiver, dafür aber auch kürzer.

Wenn gereizt, erstrahlten die Arme von *Ophiopsila annulosa* total bis auf einen schmalen, dorsalen Streifen im magischen grünlichen Lichte, sehr intensiv dann, wenn sie gewaltsam abgebrochen wurden. Gleich Würmern sich krümmend, glühten sie weiter, immer schwächer und schwächer. Mit ihren Bewegungen war auch ihr Leuchten zu Ende; sie waren tot. Immerhin dauerte dieser Vorgang mitunter bis zu einer halben Stunde.

Niemals trat die Luminiszenz an allen Armen zugleich auf; in der Regel blitzte es unmittelbar an der mit einer Nadel oder Pinzette berührten Stelle auf und von da aus flimmerte es in sanften Lichtwellen weiter. Fast gleichzeitig erschien auch das Licht am Grunde der nicht gereizten Arme und verbreitete sich in zentripetaler Richtung. Die ganze Erscheinung lässt sich trefflich mit dem Anzünden und Leuchten von vielfach angebohrten dünnen Gasröhren, wie sie bei Illuminationen verwendet werden, vergleichen. Gerade so, wie dort ein Flämmchen von dem anderen Feuer fängt und das Licht unter dem Einflusse eines leisen Windes in Wellen sich wiegt, so geschah es auch hier. Ganz dasselbe gilt von dem Leuchten der *Ophiopsila aranea*, nur mit dem Unterschiede, dass, da die Glieder der Arme dieses Schlangensterne durch Einschnitte deutlich voneinander abgesetzt sind, das Licht an diesen Stellen unterbrochen war; überdies zeigte es einen Stich ins Blaue. Bei *Ophiocantha spinulosa* beschränkte sich die Luminiszenz auf die

Ventralseite der Arme und schien in den Ambulakralfüßchen ihren Sitz zu haben. Die Nuance des Lichtes glich der der vorigen Art.

Nicht uninteressant verliefen meine Versuche mit leuchtenden Ophiuriden, die das Leuchten unter dem Einflusse der Wärme und das Leuchten außerhalb des nassen Mediums betrafen.

Kleine Exemplare von *Ophiopsila aranea* wurden in der Dunkelkammer auf Uhrgläser gelegt. Ungereizt leuchteten sie nicht. So oft aber ein Uhrglas mit einem solchen Schlangensterne vorsichtig auf die flache Hand gelegt wurde, begann es seine Arme behende zu regen; es dauerte keine 5 Sekunden und *Ophiopsila aranea* erschien in ihrem vollen Glanze. Der Schimmer hielt sich unter dem Einflusse der Körperwärme länger als bei Anwendung sonstiger Reizmittel, hörte aber alsbald auf, sowie das Tier mit dem Uhrglase auf seinen früheren Platz auf dem Tische zurückgebracht wurde. So konnte ich die kleinen Exemplare nach kurzen Intervallen dreimal, größere bis sechsmal zum Leuchten zwingen. Um ja sicher zu sein, dass es lediglich die Wärme meiner Hand ist, die das Tier zum Leuchten veranlasst, ließ ich alle Vorsicht walten, um ja nicht im Finstern mit dem Schlangensterne in unmittelbare Berührung zu kommen. Da ich ferner bemerkt hatte, dass auch Anblasen seine Luminiszenz hervorrufft, vollführte ich die Bewegung des Uhrglases ganz langsam, um ja jeden Luftzug zu vermeiden. Auf Grund wiederholter Versuche mit diesem Ophiuriden bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass die Wärme sein Leuchtvermögen fördert.

Die anderen Versuche, die sich auf das Leuchten außerhalb des nassen Mediums bezogen, wurden mit *Ophiopsila annulosa* ausgeführt. Wenn ich diesen Schlangensterne in eine trockene Schale legte und im Finstern beobachtete, leuchtete er ungereizt, wie zu erwarten war, nicht. Bei der ersten Berührung der Arme mit dem Finger zeigte sich das Licht sofort, verschwand aber auch sehr bald. Jede Wiederholung eines solchen Reizes hatte ein Aufleuchten zur Folge; doch eines versetzte mich mehr ins Staunen als das andere. Statt dass die Intensität des Lichtes abgenommen hätte, wuchs sie merklich. Auch die Bewegungen der *Ophiopsila* wurden lebhafter. Als mir die Luminiszenz am herrlichsten schien, öffnete ich das Fenster der Dunkelkammer und sah, dass der Schlangensterne im Begriffe war, seine Arme abzuwerfen. Das dies ziemlich rasch vor sich ging, schloss ich gleich das Fenster, um allenfalls den schönen Eindruck noch zu genießen. Doch währte es nicht lange, die abgeworfenen Arme zerfielen in Stücke und erloschen.

Der ganze Vorgang lässt sich etwa in folgender Weise erklären: Der Aufenthalt des Ophiuriden außerhalb des Wassers ist nicht natürlich und versetzt das Tier an und für sich in einen gereizten Zustand. Anfangs gibt sich derselbe nicht so lebhaft zu erkennen,

da doch Spuren von Wasser dem Körper anhaften. Im Laufe des Versuches trocknet die Oberfläche des Tieres allmählich, was jedenfalls eine stetige Erhöhung des Reizes bedeutet, die im Augenblicke des Todes ihren Gipfel erreicht. Dies deckt sich auch vollkommen mit der Wahrnehmung, dass Schlangensterne am schönsten leuchten, wenn man sie durch scharfe Konservierungsmittel plötzlich tötet.

Der Unterschied zwischen dem Verhalten anderer leuchtender Tiere und dem der Schlangensterne bei diesen Versuchen ließ bereits damals in mir die Vermutung aufkommen, dass wir es bei Ophiuriden kaum mit sekretorischer Luminiszenz zu tun haben, wenn aber doch eine solche auf Grund histologischer Untersuchungen nachgewiesen werden sollte, sie ein spezielles Kapitel tierischen Leuchtens für sich in Anspruch nehmen wird. Überdies aber war es noch ein Umstand, auf den ich später zu sprechen kommen werde, der gegen ein extrazelluläres Leuchten sprach.

Für den Schlangestern *Amphiura squamata* will nun Fr. Sterzinger dennoch ein solches mit Sicherheit nachgewiesen haben; es soll seinen Sitz ausschließlich an den apikalen Enden der Ambulakralfüßchen haben. Der histologische Bau dieser Stellen wird also geschildert (07, S. 369): „Das verdickte Epithel am Ende des Füßchens stellt ein Konglomerat von Zellen mit großen Kernen und wenig Protoplasma dar, welche alle Schleim zu sezernieren vermögen. Dieser sammelt sich dann in den Interzellularräumen und vereinigt sich zu einzelnen dickeren Strängen, die sich Gänge zwischen den Zellen bahnen und zu den Papillen ziehen, wo der Schleim durch eine Öffnung in der Kutikula entleert wird.“ Das sollen die Leuchtorgane des Tieres sein. Daran kann ich meine Befunde an *Ophiocantha spinulosa* anschließen. Für diesen Schlangestern gelten die oben geschilderten histologischen Verhältnisse in vollem Umfange, bloß mit dem Unterschiede, dass sie nicht nur auf die apikalen Enden beschränkt sind, sondern allseits auf dem ausstreckbaren Teile der Ambulakralfüßchen angetroffen werden. Sie gelten aber auch für die Ambulakralfüßchen der Scheibe und einigermaßen für die Mundwinkel (die ausführliche Publikation hierüber behalte ich mir für ein anderesmal vor).

Das bisher Gesagte würde allein genügen, um meine Zweifel an der Richtigkeit einer Bezeichnung, die Fr. Sterzinger in die Literatur über das Leuchten der Schlangensterne einführt und die auch leicht Anklang finden könnte, gerechtfertigt erscheinen zu lassen; es ist das Wort „Leuchtorgane“. Welche Stelle der Füßchen bei *Ophiocantha spinulosa* sollte ich mit dieser Benennung belegen? Gilt derselbe histologische Bau nicht auch für Teile desselben Tieres, die niemals leuchten? (ich meine die Scheibe). Die Verfasserin gibt überdies selbst zu, dass sie die oben geschilderte Schleimsekretion auch bei einigen nichtleuchtenden Echino-

dermen gefunden hat. Kurz, ich vermisse ein Charakteristikum, das eine bestimmte Stelle des Körpers von *Amphiura squamata* oder *Ophiocantha spinulosa* spezifisch zu Leuchtorganen stempeln würde. Das Leuchten bietet keine Gewähr, weil es ungemein schwer ist, in dem Gewirr von Stacheln und Füßchen, dazumal bei lebhafter Bewegung, mit Sicherheit anzugeben, was leuchtet. Der beste Beweis hierfür sind die gleichzeitigen Untersuchungen Mangold's und des Frl. Sterzinger; während die letztere, wie oben erwähnt, die apikalen Enden der Füßchen leuchten sah, nimmt der erstere die proximalen Teile der Basalplatten der Stacheln als leuchtend an.

Indessen bringt uns ein Vergleich den Anschauungen des Frl. Sterzinger näher. Was würden wir sagen, wenn es gelänge, zweier Tiefseefische habhaft zu werden, mit typischen, morphologisch gleich gebauten Leuchtorganen, die jedoch nur beim Individuum A Licht ausstrahlen, nicht aber beim Individuum B? Ich lasse hier Pütter (05, S. 18) sprechen, der in seinem Referate die modernen Anschauungen über die Luminiszenz interpretiert: „Die chemischen Vorgänge, die in den lebenden Objekten und ihren Produkten in so gewaltigem Umfange ablaufen, sind auch die Ursache des Organismenlichtes. Dass chemische Prozesse mit der Produktion der verschiedenartigsten Strahlengattungen einhergehen, ist dem Physiker nichts Auffälliges, im Gegenteil, wir müssen annehmen, dass bei jeder chemischen Reaktion Strahlen entstehen. Was das Phänomen der organismischen Luminiszenz erstaunlich macht, ist nur der Umstand, dass in diesem Falle die produzierten Strahlen innerhalb des sichtbaren Teiles des Spektrums liegen und die nötige Intensität haben, um durch unser Auge wahrgenommen zu werden. Es ist also die Luminiszenz nur ein Spezialfall vieler ähnlicher Vorgänge und theoretisch nicht interessanter wie diese, nur auffälliger für unsere Naturbetrachtung mit Hilfe des Auges.“

Auf unseren Fall übertragen hieße das: Auch von den Leuchtorganen des Individuums B gehen Strahlen aus, die aber nicht jene Wellenlänge besitzen, um von unserem Auge als Licht wahrgenommen zu werden. Wer weiß aber, ob sie nicht von anderen Lebewesen als solche, oder überhaupt als irgendwelche empfunden werden, wo unsere Sinne eine Wahrnehmung versagen? Einen ähnlichen Gedankenang schließt die Verfasserin in ihrer Publikation ein. Die Schleimsekretion ist ein chemischer Prozess und als solcher von strahlender Energie begleitet; in einem Falle — *Amphiura squamata* — nimmt sie unser Auge als Licht wahr, in anderen Fällen — *Ophiotrix fragilis*, *Astropecten aurantiacus*, *Antedon rosacea* — aber nicht. Wäre es bei dieser Auffassung nicht besser, wenn überhaupt, dann eher von „Strahlenden Organen“ als „Leuchtorganen“ zu sprechen? Es wäre dies nicht das erstemal. Tauschte doch schon von Lenden-

feld (05) in seiner letzten Arbeit auf diesem Spezialgebiete den Ausdruck „luminous“ mit „radiating“ aus. Die Gründe, die ihn hierzu bewogen, habe ich (06, S. 283) bereits an einer anderen Stelle hervorgehoben und kann sie hier nur wiederholen: „Es wäre möglich,“ meint er, „dass die innern Teile der Organe eine Strahlung erzeugen, die entweder selbst eine Ätherbewegung ist und direkt in das umgebende Wasser ausgesandt wird, oder aber eine Strahlung im engeren Sinne, welche erst durch ihren Anstoß an andere Teile des Organes die Erzeugung von Lichtätherschwingungen veranlasst. Die Länge der Ätherwellen, die auf diese Weise direkt oder indirekt erzeugt werden, sei bei ein und demselben Organ stets die gleiche, bei verschiedenen Organen verschieden; manchmal seien diese Wellen vielleicht auch außerhalb des sichtbaren Teiles des Spektrums gelegen. Die unsichtbaren Ätherwellen dürften wahrscheinlich von größerer Länge sein als die, welche das rote Ende des Spektrums hervorbringen, weil solche wahrscheinlich das Wasser auf größere Entfernung durchdringen und weil die weit-sichtigen Augen einiger Tiefseefische besonders zu ihrer Perzeption angepasst zu sein scheinen. Die langen Ätherwellen dürften ultrarotes Licht, noch längere vielleicht elektrischer Natur sein.“

Aber noch etwas anderes ist es, was mich veranlasst, im vorliegenden Falle Einwand gegen den Ausdruck „Leuchtorgane“ zu erheben. Wer sich längere Zeit eingehend mit dem Leuchten der Tiere beschäftigt, pflegt unter der Bezeichnung „Leuchtorgan“ etwas anderes als das oben (S. 346) Geschilderte zu verstehen, weil der Ausdruck „Organ“ überhaupt etwas Komplizierteres in sich birgt; so sprechen wir mit Recht von Leuchtorganen bei Fischen, Cephalopoden, Leuchtkäfern u. a. m.

Die Annahme, dass es Schleim sei, der da bei den Schlangensterne leuchtet, hätte nichts Ungewöhnliches an sich, dazumal leuchtender Schleim bei niederen Tieren keine Seltenheit ist. Anfangs macht es allerdings einen stutzig, wenn man die gleichen histologischen Verhältnisse auf den Ambulakralfüßchen der Arme und der Scheibe findet, Schleimfladen auch in den Mundwinkeln nachweist, obzwar die Tiere nie dazu gebracht werden können, mit der Scheibe zu leuchten. Doch dieser Umstand würde wenig besagen und ließe sich nur dahin erklären, dass die uns zu Gebote stehenden mikrochemischen Reagentien derzeit zu grob sind, um die feinen Nuancen „leuchtendes Sekret“ und „nichtleuchtendes“ zu verraten. Hier wären die Worte Krause's (95, S. 94) am Platze: „Die mikrochemischen Reaktionen genügen nicht, wenn es sich um die Frage nach der Natur eines von Drüsenzellen gelieferten Sekretes handelt, sie können höchstens die Diagnose stützen . . .“ Wir kämen wie die Verfasserin zu dem Schlusse, dass ein Ophiuride zweifachen Schleim, einen leuchtenden und nichtleuchtenden produzieren kann.

Diese Ansicht des Frl. Sterzinger teile ich auf Grund meiner zahlreichen physiologischen Untersuchungen durchaus nicht, wenngleich sich meine histologischen Befunde bisher mit den ihren decken und muss daher meinen Standpunkt zum Leuchtphänomen der Ophiuriden hier präzisieren und dies aus zwei Gründen:

1. Verschafft uns die Verfasserin bei aller Sorgfalt, mit der sie sich ihrer Aufgabe unterzog, über das Leuchten als solches nicht die volle Klarheit; das Resumé ihrer diesbezüglichen Befunde drückt sie folgendermaßen aus (07, S. 380): „Das Leuchten wird durch Schleim erzeugt, der von den Zellen des äußeren Epithels an der Spitze der Füßchen sezerniert wird, sich in den Interzellularräumen sammelt und durch Öffnungen in kleinen Papillen am vordersten Ende des Füßchens ausgestoßen wird (extrazelluläre Luminiszenz).“

2. Könnte ihre Publikation den Eindruck hervorrufen — in einigen Fällen hat sie dies meines Wissens bereits getan — dass das Leuchten von den Schleimfladen stamme, ja dass vielleicht auch das Ausstoßen von Schleimpfropfen am Leuchtvorgange beteiligt sei.

Zunächst das letzte. Es erinnert mich lebhaft an das Ausstoßen leuchtenden Schleimes bei gereizten Saepiolinen, der in Form von leuchtenden Kügelchen aus dem Trichter herausgespritzt wird. Doch etwas Ähnliches habe weder ich noch jemand anders an leuchtenden Ophiuriden wahrgenommen. Ich gebe zu, dass die ausgestoßenen Propfen zu jenen Schleimfladen gehören, sie sind aber eher ein unbrauchbares Exkret und leuchten entschieden nicht.

Ja, ich gehe noch weiter und spreche selbst jenen Schleimfladen jegliche Luminiszenz ab. Dass dies mit Recht geschieht, beweist zunächst der Umstand, dass ich jene Schleimbildungen in reichlichem Maße selbst an solchem Material nachweisen konnte, das ich durch meine physiologischen Versuche derart erschöpft hatte, dass nicht einmal die schärfsten Reizmittel ein Leuchten des Tieres herbeiführen konnten. Die Tötung des Objektes nahm ich plötzlich vor, um ja nicht Zeit zur Bildung neuen Schleimes verstreichen zu lassen. Sollte die Luminiszenz auf ein Sekret zurückzuführen sein, wäre sie nur für dessen status nascendi zulässig, wie ihn in herrlicher Weise jene Präparate zeigen, einem Schleier gleich zwischen den Kernen dahinziehend, so sanft wie das Leuchten selbst, nicht aber dort, wo das Sekret im Begriffe ist, Fladen zu bilden und die Ambulakralfüßchen zu verlassen. Noch ein anderer Umstand spricht für die Richtigkeit meiner Auffassung, dass das Licht von jenen Schleimfladen nicht stammen kann; er ist mit der Wiederlegung extrazellulären Leuchtens für Ophiuriden auf Grund vergleichender Studien eng verknüpft und soll daher später angeführt werden.

Wenn es sich bei den Schlangensteinern tatsächlich um extrazelluläre Luminiszenz handelt, so wollen wir in kurzem Umschau halten, was über diese im Tierreiche überhaupt bekannt ist.

Will (88) hat bei dem Polychaeten *Chaetopterus pergamentaceus* Drüsen gefunden, die leuchtenden Schleim absondern. Vom Körper des Wurmes abgewischt, leuchtet der Schleim weiter. Von *Nereis cirrigera* (Ehrenberg 36, S. 547) lässt sich leuchtender Schleim abwischen, ohne dass er seine Leuchtkraft damit einbüßen würde. „Unter den Mollusken,“ schreibt Pütter (05, S. 26), „ist *Pholas dactylus* ein gutes Beispiel für die Entwicklung von Leuchtdrüsen und die Absonderung leuchtenden Sekretes . . . : durch Reizung kann man das leuchtende Sekret dieser Drüsen in ziemlicher Menge erhalten und Molisch (04) erbrachte den Nachweis, dass das Leuchtsekret frei von Leuchtbakterien ist, deren vermutete Anwesenheit einmal als Grund für das Leuchten der Bohrmuschel angesehen worden ist.“ Der Tausendfuß *Geophilus electricus* scheidet Schleim ab, der auch fern vom Tier weiter leuchtet. Andere solche Beispiele liefern die Centropagiden *Pleuromma*, *Leuckartia*, *Haeterochaeta*, die Oncaeiden und viele andere Tiere mehr (Giesbrecht 95). Leuchtende Tiefseecephalopoden und Tiefseefische sind nach dieser Richtung aus naheliegenden Gründen nicht untersucht worden, wenn auch nach Brauer's (04) vorläufigen Mitteilungen ein extrazelluläres Leuchten für einige der letzteren mit Sicherheit angenommen werden kann. Auch aus dem, was Dr. Steche (07) der Deutschen Zoologischen Gesellschaft über das Leuchten der Oberflächenfische *Photoblepharon palpebratus* und *Heterophthalmus katoptron* mitteilte, dass nämlich die Leuchtorgane dieser Tiere herausgeschnitten ihre Leuchtkraft stundenlang behalten, spricht für extrazelluläre Luminiszenz. Allerdings leuchtet ein abgebrochener Ophiuridenarm auch bis  $\frac{1}{2}$  Stunde lang, doch glaube ich, dass die Korrelation, die zwischen einem Leuchtorgan und seinem Träger, dem Fische, besteht, und jene zwischen dem Ophiuriden und einem seiner Arme grundsätzlich verschieden ist. Im allgemeinen lässt sich sagen, dass bei Fällen extrazellulärer Luminiszenz das Sekret auch fern vom Lichterzeuger weiterleuchtet. Warum gelingt es nun bei den Schlangensteinern niemals, nur eine Spur des Leuchtstoffes zu isolieren? Als ich, wie erwähnt, in Neapel weilte, hatte ich Gelegenheit, gleichzeitig mit dem Leuchten der Schlangensterne auch die Luminiszenz anderer Tiere, bei denen erwiesenermaßen der Leuchtprozess extrazellulär vor sich geht, zu untersuchen und nie versagte das Experiment, wenigstens irgendein Pünktchen leuchtete fern von seinem Urheber auf. Bei Schlangensteinern mit 1 dm langen Armen, die dazu noch so erstrahlten, dass nur ein dünner Rückenstreifen dunkel blieb, war jegliche Mühe umsonst; Streichen des Armes mit dem Finger, Schaben mit dem Fingernagel oder Skalpell, Zerreiben leuchtender Armteile zwischen den Fingern hatten keine Isolation des Lichtes zur Folge, sondern seinen Untergang.

Frl. Sterzinger scheint solche Versuche mit *Amphaura squamata* nicht gemacht zu haben. Auch aus der Publikation Mangold's (07, S. 619) entnehme ich, dass er bei seinen Versuchen in dieser Richtung nicht so weit ging wie ich, sondern sich mit der Tatsache abfand, dass ein Abwischen leuchtenden Substrates von der Oberfläche ruhender oder gereizter Ophiopsilenarme niemals gelang. Er schließt die Möglichkeit sekretiver Prozesse dennoch nicht aus, da es sich seiner Ansicht nach um einen Stoff handeln könnte, der im Momente des Austrittes aus dem tierischen Körper aufleuchtet. Diese Auffassung scheint durch meine Versuche genügend widerlegt, denn durch das gewaltsame Zerdrücken leuchtender Armstücke würden gewiss viele Teilchen des hypothetischen Schleimes, dem Zellverbände entrissen, plötzlich mit dem umgebenden Medium, sei es Luft oder Wasser — auf beides untersuchte ich die Tiere — in Berührung kommen und müssten isoliert leuchten. Doch dem war nicht so.

Wenn ich nun meine Beobachtungen am lebenden Material und meine bisherigen histologischen Befunde kurz zusammenfasse, dass 1. das Leuchten der Schlangensterne sich mit erregter Lebens-tätigkeit steigert, 2. von den leuchtenden Tieren nicht isolierbar und 3. eng an das Leben der Tiere, bezw. ihrer Teile gebunden, 4. dass endlich die Histologie leuchtender und nichtleuchtender Stellen ein und desselben Tieres die gleiche ist, dann wird es begreiflich erscheinen, dass ich mich von extrazellulärer Luminiszenz abwende und behaupte: Die Luminiszenz der Schlangensterne ist rein intrazellulär. Warum sollten nicht gewisse Zellen des epidermalen Verbandes die Fähigkeit des Leuchtens besitzen? Die Schleimsekretion kann dessenungeachtet vor sich gehen. Vor kurzem habe ich (07) die Frage geteilter Funktion in den epithelialen Zellen der Euphausien gelöst. Der Fall ist ganz analog dem vorliegenden, nur mit dem geringen Unterschiede, dass der sezernierte Schleim nicht nach außen, sondern nach innen befördert wird, erhärtet und zum Aufbau des sog. Reflektors und Refraktors dient. Nun wird sich auch, ohne dass wir Zuflucht zu der geringen Empfindlichkeit unserer Reagentien nehmen, der Umstand erklären lassen, warum wir denselben Schleim an leuchtenden und nichtleuchtenden Stellen des Tieres in unseren Präparaten nachweisen können.

Unerlässlich für die Lösung des Leuchtproblems bei Tieren bleibt aber die Forderung, dass die histologischen Untersuchungen Hand in Hand mit möglichst zahlreichen physiologischen gehen müssen.

Prag am 7. Januar 1908.

#### Literaturverzeichnis.

1904. Brauer, A., Über die Leuchtorgane der Knochenfische. Verh. deutsch. zool. Ges. S. 16—34.

1836. Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Abhandl. kgl. Akad. Wiss. Berlin, S. 389—571.
1895. Giesbrecht, W., Mitteilungen über Copepoden. 8. Über das Leuchten der pelagischen Copepoden und das tierische Leuchten im allgemeinen. Mittell. Zool. Stat. Neapel. Bd. XI, S. 648—689.
1889. Hamann, Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden. Jen. Zeitschr. Naturw. Bd. XXIII, S. 233—388. Heft 4 der Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Jena.
1895. Krause, R., Zur Histologie der Speicheldrüsen. Die Speicheldrüsen des Igels. Arch. mikr. Anat. Bd. XLV, S. 94—133.
1894. Lang, A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Echinodermen und Enterozoen. IV. Teil. Jena.
1905. v. Lendenfeld, R., The Radiating Organs of the Deep Sea Fishes. In: Mem. Mus. Harvard. Coll. Vol. XXX, S. 165—207. Mit 11 Taf.
1878. Ludwig, H., Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. XXXI. 4 Taf., 1 Holzschn., S. 346—394.
1879. — Die Echinodermen des Mittelmeeres; Prodromus einer monographischen Bearbeitung derselben. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. I, Leipzig, S. 523—580.
1880. — Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. XXXIV, 3 Taf., S. 333—365.
1899. — und Hamann, O., Echinodermen (Seesterne). Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Buch II.
1901. — Dasselbe (Schlangensterne). Ebenda Bd. II, Abt. 3, Buch III.
1907. Mangold, E., Leuchtende Schlangensterne und die Flimmerbewegung bei *Ophiopsila*. Arch. ges. Physiol. Pflüger. Bd. CXVIII, S. 613—640.
1905. Pütter, A., Leuchtende Organismen. Sammelreferat. Zeitschr. allgem. Physiol. Bd. V, Sammelreferate, S. 17—53.
1907. Stéche, C., Leuchtende Oberflächenfische aus dem malayischen Archipel. Verh. deutsch. zool. Ges., S. 85—93.
1907. Sterzinger, J., Über das Leuchtvermögen von *Amphiura squamata* Sars. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. LXXXVIII, S. 357—382, 2 Taf.
1906. Trojan, E., Neuere Arbeiten über die Leuchtorgane der Fische. Zusammenfassende Übersicht. Zool. Zentralbl. Bd. XIII, S. 273—284.
1907. — Zur Lichtentwicklung in den Photosphären der Euphausien. Arch. mikr. Anat. Entwicklungsgesch. Bd. LXX, S. 177—189 mit 2 Textfig.

Während die vorliegende Arbeit im Drucke war, fand ich in dem am 1. März d. J. erschienenen 5. Hefte dieser Zeitschrift zwei Aufsätze, die mit der Publikation des Frh. Sterzinger in Beziehung stehen; die eine „Über das Leuchten und Klettern der Schlangensterne“ rührt von Ernst Mangold (Greifswald), die andere „Über Leuchten von Schlangensteinern“ von Dr. Reichensperger (Bonn). Der ersteren entnahm ich, dass sich Mangold heute für eine intrazelluläre Lumineszenz der Schlangensterne viel entschiedener ausspricht als früher. Dr. Reichensperger veröffentlicht in Kürze seine histologischen Befunde an leuchtenden Ophiuriden, die ihn glauben machen, dass das Leuchten dieser Tiere intrazellulär, bezw. intraglandulär sei. Nachdem ich nun ganz unabhängig von diesen beiden Autoren und von anderen Gesichtspunkten ausgehend zu dem gleichen Resultate wie jene betreffs der Art der Lumineszenz bei Ophiuriden gelangt bin, glaube ich, dass die Richtigkeit desselben hinlänglich verbürgt ist.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [28](#)

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

Artikel/Article: [Das Leuchten der Schlangensterne. 343-352](#)