Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Herausgabe und Redaktion:

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. C. Correns

Prof. Dr. R. Goldschmidt und Prof. Dr. O. Warburg

in Berlin

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

Anzeigen-Annahme: Hans Pusch, Berlin SW. 48, Wilhelmstr. 28

42. Band. **Januar 1922.** **Nr. 1**

ausgegeben am 2. Januar 1922

Der jährl. Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt innerhalb Deutschlands 50 Mk.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Den Herren Mitarbeitern stehen von ihren Beiträgen 30 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung; weitere Abzüge werden gegen Erstattung der Herstellungskosten geliefert.

Inhalt: F. C. Gerretsen, Einige Notizen über das Leuchten des javanischen Leuchtkäfers (Luciola Vittata Cast.). S. 1.
R. Bauch, Kopulationsbedingungen und sekundäre Geschlechtsmerkmale bei Ustilago violacea. S. 9.
P. Buchner, Rassen- und Bakteroidenbildung bei Hemipterensymbionten. S. 38.
Referate: P. Mayer, Zoomikrotechnik. Ein Wegweiser für Zoologen und Anatomen. S. 47.
W. E. Agar, Cytology with special reference to the Metazoan nucleus. S. 47
V. Franz, Die Vervollkommnung in der lebenden Natur; eine Studie über ein Naturgesetz. S. 48.
Deutsche Gesellschaft für Vererbungswissenschaft. S. 48.

Einige Notizen über das Leuchten des javanischen Leuchtkäfers (Luciola Vittata Cast.).

Von **Dr. F. C. Gerretsen**-Groningen.

Obwohl über den mikroskopischen Bau der Leuchtorgane der Lampyriden eine umfangreiche Literatur besteht, sucht man darin vergebens nach einer zusammenfassenden deutlichen Erklärung des eigentlichen Leuchtprozesses. An der Hand einiger neuer, bei dem javanischen Leuchtkäfer verrichteter Untersuchungen und einer kritischen Verbindung einer Anzahl in der Literatur zerstreuten Daten habe ich im folgenden versucht, von der Natur des Leuchtprozesses eine einigermaßen plausible Vorstellung zu geben.

Bei den weiblichen Exemplaren von *Luciola vittata* findet man die zwei letzten Abdominalsegmente mit einem sehr dünnen, durchsichtigen Chitinhäutchen bedeckt, während bei den männlichen Exemplaren nur ein einziges Leuchtsegment vorhanden ist. Diese Abdominalsegmente leuchten periodisch etwa 60—120mal pro Minute. Auch die

Eier leuchten; die Behauptung Wielowiejsky's[1]), daß die Eier von *Lampyris splendidula* nur leuchten infolge der Anwesenheit eines an der Außenseite haftenden und aus dem Leibe des Muttertieres herrührenden Leuchtstoffes, ist jedenfalls nicht für *Luciola rittata* zutreffend. Eier, welche mit großer Sorgfalt abgewaschen sind, leuchten ebensogut wie die nicht abgewaschenen Exemplare, wie dies auch von Bongardt[2]) bei *Lampyris noctiluca* konstatiert wurde. Die Wahrnehmung Wielowiejsky's ist zweifellos unrichtig, was noch deutlicher hervortrat, wenn die Eier längere Zeit beobachtet wurden. Während dieselben anfänglich ganz gleichmäßig leuchten, sieht man je nachdem sich der Embryo entwickelt, daß dieses Leuchten sich immer mehr an einer bestimmten Stelle konzentriert. Sehr merkwürdig ist auch die Tatsache, daß einige Tage bevor die Larve aus dem Ei hervorkriecht, das Leuchten im Innern des Eies schon periodisch auftritt und bei genauer Beobachtung innerhalb einiger Minuten eine deutliche Verminderung oder Vermehrung der Leuchtkraft zu konstatieren ist. Die Larven leuchten nur ein- oder zweimal per Minute. Am Tage oder bei hellem Mondschein leuchten die Insekten selten, wie dies auch von anderen Untersuchern beobachtet worden ist.

Die Ursache des periodischen Leuchtens sucht Verworn[3]) in dem Vorhandensein eines völlig automatischen Nervenzentrums, welche Hypothese er soweit durchführt, daß er annimmt, daß die Insekten, wenn sie nicht leuchten, schlafen! Eine derart gezwungene Erklärung steht in keiner Hinsicht mit den Tatsachen im Einklange; wiederholt habe ich die Insekten am Tage oder abends herumlaufen sehen, ohne zu leuchten, und auch folgendes Experiment beweist, daß hier von einem völligen automatischen Nervenzentrum keine Rede ist, sondern man jedenfalls mit einem Nervenzentrum zu tun hat, das ganz nach Willkür des Insektes entweder in Antwort auf äußere Reize oder ohne solche Veranlassung, in und außer Tätigkeit gesetzt wird.

Der Versuch gestaltete sich folgendermaßen: In einem großen Stück Pappe wurde in der Mitte ein kleines Loch gemacht. In dieses Loch wurde ein gut leuchtender Käfer derart befestigt, daß der Kopf an der einen Seite des Kartons kam und das leuchtende Segment an der anderen Seite. In einer Entfernung von etwa 75—100 cm vom Kopf wurde eine elektrische Lampe angebracht, welche mit einem Druckknopf momentan entzündet werden konnte. Der Versuch wurde im Dunkeln vorgenommen und das Stück Pappe diente dazu, die Augen gegen das helle Licht zu schützen und zugleich um jede direkte Einwirkung des Lampenlichtes auf dem Leuchtorgan zu verhindern. Sobald das Insekt regelmäßig leuchtete, entzündete ich einen Augenblick die Lampe. Fast unmittelbar danach löschte der Käfer das Leuchtorgan und nach einigen Sekunden Ruhe fing es wieder zu leuchten

1) Zeitschr. Wiss. Zool. Bd. 37, S. 424.
2) Zeitschr. Wiss. Zool. Bd. 75, S. 17.
3) Zentr. f. Physiologie, Bd. 6, S. 74.

an. Den Versuch konnte ich mit mathematischer Genauigkeit, immer mit demselben Erfolg wiederholen.

Es ist verständlich, daß hier die Erklärung Verworn's, laut der man annehmen sollte, der Käfer schläfe beim Entzünden der Lampe unmittelbar ein und nach Verlauf einiger Sekunden erwache er wieder, absurd sein würde.

Es liegt auf der Hand, daß das Insekt das Leuchten einstellt, sobald es das Licht der Lampe sieht; läßt man die Lampe länger brennen, so unterbleibt das Leuchten ebensolange. Das sporadische Leuchten am Tage oder bei hellem Mondschein steht damit im Einklang. Man würde dies sogar als eine rein ökonomische Maßnahme betrachten können, wovon sich in der Natur mehrere Beispiele auffinden lassen.

Der anatomische Bau des Leuchtapparates von *Luciola vittata* ist demjenigen der anderen Lampyriden analog. Die leuchtenden Segmente sind mittels einer vollständig durchsichtigen Chitinplatte von der Außenluft abgeschlossen. Gerade an dieser Chitinplatte angelagert findet man eine Reihe Zellen, die von einer großen Anzahl, nach allen Seiten verzweigten Tracheen durchkreuzt werden, während auch zahlreiche Nerven zu finden sind. Hinter dieser ersten Reihe gibt es eine zweite Reihe von Zellen, die sogen. dorsale Uratzellschicht, deren Zellen in den von mir untersuchten Exemplaren mit amorphem urinsaurem Ammon gefüllt waren, während in der Literatur immer von mikroskopischen Kristallen die Rede ist. Dieses urinsaure Ammon ist wahrscheinlich ein Sekretionsprodukt, welches schließlich bei der Oxydation des, in der ventralen Zellschicht entstandenen, Leuchtstoffes gebildet wurde. Damit in Übereinstimmung ist die Wahrnehmung Weitlaner's[4]), daß die Larven und jungen Käfer nur wenig von diesem Stoff enthalten und daß mit zunehmendem Alter der Insekten die Menge des urinsauren Ammons zunimmt. Wielowiejski[5]) nimmt denn auch an, daß man nicht mit zwei, sondern nur mit einer Zellschicht zu tun hat, welche Annahme aber von Bongardt[6]) auf Grund seiner anatomischen Untersuchungen bestritten wird. Für die Frage, wie das Leuchten zustande kommt, ist der anatomische Bau des Leuchtapparates und besonders derjenige der Tracheen, von großer Bedeutung. Schulze[7]) hatte schon 1865 auf eine eigentümliche sternförmige Verzweigung der Tracheen aufmerksam gemacht; am äußersten Ende der mit Chitinringen versehenen Tracheen entspringen bei *Luciola noctiluca* 3—7 Kapillaren, welche keine Chitinringe aufweisen und mit einander in eine Zelle eingebettet sind, welche von ihm Tracheenendzelle genannt wurde. Schulze vermutete einen Zusammenhang der Nervenenden mit den Tracheenendzellen, welcher Zusammen-

4) Naturw. Wochenschrift 1911, S. 679.
5) Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 37, S. 366.
6) Zeitschr. f. wissensch. Zool. Ad. 75, S. 17.
7) Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. I.

hang von Wielowiesjki[8]) bestritten wurde, aber von Bongardt[9]) zweifellos festgestellt wurde, indem er nachwies, daß die Verzweigungen der Nerven sich den Tracheenstämmchen oft so eng anschließen, daß die Nervenkerne den Kernen der Matrix der Tracheen oft unmittelbar anliegen.

Diese sternförmigen Verzweigungen lassen sich aber nicht bei allen Leuchtkäfern auffinden. Bei *Luciola vittata* konnte ich dieselben nicht nachweisen, während Bongardt sie bei *Lampyris splendidula* auch nicht fand[10]).

Er unterscheidet daher eine zweite Verzweigungsart, bei welcher von den mit Spiralfäden versehenen Tracheenästchen an den verschiedensten Stellen Kapillaren ausgehen. Er sagt darüber: „Ein prinzipieller Unterschied zwischen beiden Verzweigungstypen existiert also nicht, auch hier findet man Zellen (protoplasmatische Fortsetzungen der Nerven. Verf.) die in vielen Punkten mit den Endzellen übereinstimmen, während diese Zellen auch da liegen, wo mehrere Kapillaren von einem Tracheenstamm sich abzweigen.“ Auch bei *Luciola vittata* waren dieselben nach Maszerierung mit Osmiumsäure leicht aufzufinden.

Es ist jetzt die Frage: Wie kommt das intermittierende Leuchten zustande?

An erster Stelle war es erwünscht zu untersuchen, inwiefern das Nervensystem daran beteiligt sein könnte. Einige Exemplare des javanischen Leuchtkäfers wurden getötet, indem Kopf mit Kopfbrust vom Hinterleib getrennt wurden. An die frisch geöffnete Verbindungsstelle legt man einen der Pole eines elektrischen Stromkreises an, während man eine feine Nadel, die mit dem anderen Pol verbunden ist, in den an der Bauchseite gelegenen Nerven steckt. Man kann jetzt mittels Öffnen und Schließen des Stromes das periodische Leuchten vollständig und wiederholt nachahmen[11]). Es genügt sogar die Außenseite der Leuchtsegmente mit der Nadel zu berühren, um rings um die Berührungsstelle ein Aufleuchten hervorzurufen, falls man mit höherer Spannung arbeitet.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß das periodische Leuchten unter Einfluß von Nervenreizen stattfindet und man kann jetzt annehmen, daß infolgedessen entweder die Produktion des Leuchtstoffes intermittierend aufgehoben wird oder daß die Sauerstoffzufuhr jedesmal eingestellt wird.

Die erste Annahme ist nicht mit den Tatsachen in Übereinstimmung; es würde in diesem Falle immer nur eine sehr geringe Menge Leuchtstoff in den Zellen vorhanden sein können, gerade soviel wie während eines einmaligen Aufleuchtens verbraucht wird. Dies ist nicht

8) l. c. S. 415.
9) l. c. S. 26.
10) l. c.
11) Später erfuhr ich, daß ein derartiger Versuch auch schon von A. Dubois u. a. vorgenommen war. (Les Elaterides Lumineux. Bull. Soc. Zool. 11e Année.)

der Fall, denn wenn man den Leuchtapparat öffnet, kann man demselben eine ziemlich große Menge Leuchtstoff sofort entnehmen und derselbe bleibt stundenlang nachleuchten. Es kommt noch hinzu, daß, wenn man bei einem frisch getöteten Insekt, dessen Leuchtapparat dunkel ist, letzteren mit einer scharfen Nadel verwundet, damit Sauerstoff von außen hineindringen kann, das Leuchten in den geöffneten Zellen sofort wieder anfängt.

Dieses Verhalten weist fraglos darauf hin, daß nicht die Produktion des Leuchtstoffes, sondern dessen Oxydation, d. h. die Sauerstoffzufuhr, intermittierend und unter Einfluß vom Willen des Insektes, eingestellt werden kann. Es ist jetzt die Frage, inwiefern dies aus dem anatomischen Bau zu erklären sein wird. Ich muß jedenfalls darauf hinweisen, daß es in den Tracheen nirgends eine Vorrichtung gibt, die Sauerstoffzufuhr abzuschließen; die einzigen Stellen, die in dieser Hinsicht möglicherweise eine Rolle spielen könnten, sind die Tracheenend- oder -verzweigungszellen. Es wäre nämlich denkbar, daß durch einfache Kontraktion dieser Protoplasten die äußerst dünnen Kapillaren zugedrückt würden und damit die Sauerstoffzufuhr aufgehoben würde. Es wäre damit sogleich der Zusammenhang zwischen dem Nervensystem und dem periodischen Leuchten erklärt worden, wie auch das Fehlen von Spiralfäden um die Tracheenkapillaren. Die Möglichkeit einer derartigen Kontraktion unter Einfluß von Nervenreizen resp. elektrischen Strömen ist u. a. bei den Amöben und Paramecium bewiesen worden; man hat beim Schließen des Stromes an der Anode eine kontrakterische Erregung und an der Kathode ein stärkeres Hervortreten der Expansionsphase beobachtet[12]).

In auffälliger Übereinstimmung mit diesem Verhalten und mit der oben geäußerten Hypothese ist die Wahrnehmung Heineman's[13]), daß bei der Berührung des Leuchtapparates eines Leuchtkäfers die Erregung, d. h. das Aufleuchten, beim Schließen des Stromes stets von der Kathode ausging, während sich an der Anode manchmal eine Abschwächung des Phänomens zeigte, infolge der Expansion resp. Kontraktion der Tracheenendzellen.

Aber auch das recht eigentümliche Verhalten dieser Insekten bei der Chloroformnarkose ist eine wichtige Stütze für die angeführte Erklärung des intermittierenden Leuchtens. Bringt man nämlich ein gut leuchtendes Insekt in einen mit Chloroformdämpfen gesättigten Raum, dann sieht man, daß einen Augenblick nachdem es sich zu regen aufhört, der Leuchtapparat fast auf einmal dunkel wird. Schnell wieder in die frische Luft gebracht, erholt der Käfer sich jetzt noch innerhalb kürzerer Zeit. Wenn man aber die Narkose ununterbrochen fortsetzt, dann sieht man, nachdem also das Leuchten erst aufgehalten hatte, den Leuchtapparat anfangs stellenweise, später ganz gleichmäßig wieder aufleuchten. Wird der Käfer

12) Verworn, Allgem. Physiol. 1915. S. 515.

13) In Winterstein, Handb. d. Vergl. Physiol. Bd. III_2, S. 347.

jetzt in die frische Luft gebracht, dann erholt er sich nicht mehr, er ist getötet, das Leuchten kann aber noch stundenlang fortdauern. Bei noch länger fortgesetzter Narkose erlöscht das Licht allmählich und kommt es unter keinen Umständen wieder zurück. Wie läßt sich dieses Verhalten erklären[14])?

Demoore[15]) konstatierte, daß unter Einfluß von Chloroform die protoplasmatischen Ausläufer der Ganglienzellen sich kontrahieren. Eine derartige Kontraktion der Tracheenendzellen ist also sehr wahrscheinlich und da die äußerst dünnwandigen Kapillaren in die Tracheenendzellen eingebettet sind, werden dieselben bei der Kontraktion dieser Zellen zusammengedrückt, wird folglich der Sauerstoff abgesperrt und infolgedessen das Leuchten eingestellt. Es läßt sich schwer eine effektivere Vorrichtung denken, diesen Zweck zu erreichen: da hier der Abschluß an tausenden Stellen zugleich stattfindet und dies außerdem in den sehr dünnen Kapillaren geschieht, ist der Käfer imstande, das ganze Leuchtorgan auf einmal erlöschen zu lassen. Bei einer eventuellen Absperrung der großen Tracheen würde ein derartiges plötzliches Einstellen der Sauerstoffzufuhr unmöglich sein, da immer der, in den abgesperrten Teil der Tracheen vorhandene, Sauerstoff verbraucht sein muß, ehe das Leuchten aufhört. Wie lange dies dauert, kann man beobachten, wenn man einen gut leuchtenden Käfer unter ausgekochtes Wasser oder Öl bringt.

Zerstört man mit einer Nadel das Zellgewebe des Leuchtorgans im ersten dunkeln Stadium der Narkose, so tritt an dieser Stelle auch jetzt das Leuchten sofort wieder ein; von einer dauernden Schädigung des Leuchtapparates ist noch gar keine Rede, denn das Insekt erholt sich völlig. Wir haben also mit einer vorübergehenden Kontraktion der Tracheenendzellen zu tun infolge der Wirkung eines chemischen Agens.

Weil das Leuchten bei fortgesetzter Narkose wieder anfängt, wird die anfängliche Kontraktion der Endzellen offenbar wieder aufgehoben. Von Hammarsten[16]) wurde ein ganz analoges Verhalten bei der Narkose von Muskeln wahrgenommen. Zuerst trat schnell eine Kontraktion der Zellen ein, welche sich in einer sogenannten Muskelstarre äußerte, welche Kontraktion aber bei fortgesetzter Narkose wieder völlig verschwand, gerade dasselbe was wir beim Leuchtorgan wahrnehmen.

---

14) Als ich bei meiner Zurückkehr aus den Tropen wieder in der Lage war, mehrere Literaturangaben nachzuschlagen, erfuhr ich, daß das eigentümliche Verhalten der Leuchtkäfer bei der Narkose auch von Verworn (Zentr. f. Physiol. Bd. 6, S. 72—74) bei *Luciola italica* beobachtet worden war. Die von ihm gegebene Erklärung aber, laut welcher das ganze Phänomen einem „Zerfall der Leuchtsubstanz bei direkter Einwirkung des Chloroforms" zugeschrieben wird, ist m. E. in keiner Hinsicht imstande die verschiedenen Stadien, welche bei der Narkose auftreten, zu erläutern.

15) Arch. de Biologie, T. 14, 1896.

16) Physiol. Chemie, S. 486.

Scheinbar befindet sich der Leuchtapparat in diesem zweiten leuchtenden Stadium der Narkose in einer Lage, die sich nicht von derjenigen unterscheidet, welche auftritt, wenn man das Insekt einfach tötet, in welchem Fall es ebenso stundenlang leuchtend bleiben kann. In der Tat besteht aber ein bedeutender Unterschied, denn es gelingt jetzt nicht mehr das intermittierende Leuchten mittels des elektrischen Stromes hervorzurufen.

Es scheint mir, daß die Hypothese, nach welcher das normale periodische Einstellen des Leuchtens an einer Absperrung der Sauerstoffzufuhr in den Tracheenkapillaren mittels einer Kontraktion der Tracheenend- oder -verzweigungszellen, unter Einfluß von Nervenreizen, zugeschrieben wird, eine derart einheitliche Erklärung einer Anzahl ganz verschiedener Tatsachen gibt, daß man schwer der Annahme derselben entkommen kann.

Das dritte und letzte Stadium der Narkose, bei welchem das Leuchten dauernd verschwindet, findet sein Analogon bei den Leuchtbakterien. Wie von Beyerinck[17]) zuerst gezeigt wurde, kehrt auch hier das Leuchten nicht wieder, sobald die Narkose zu lange gedauert hat; es ist wahrscheinlich, daß die Enzyme, welche in beiden Fällen an dem Leuchtprozeß beteiligt sind, bei längerer Einwirkung von dem Chloroform irreversibel geschädigt werden. Eine derartige schädliche Wirkung des Chloroforms auf Enzyme ist von verschiedenen Autoren konstatiert worden[18]). Daß in der Tat Enzyme beim Zustandekommen des Leuchtens eine hervorragende Rolle spielen, habe ich in der von Dubois[19]) bei der leuchtenden Bohrmuschel, *Pholas dactylus*, angegebenen Weise nachzuweisen versucht.

Von etwa sechs Leuchtkäfern wurden die Leuchtorgane herauspräpariert und in einem kleinen Mörser zerrieben. Man bekommt eine gut leuchtende Masse, welche ziemlich lange leuchten bleibt, falls man das verdünstete Wasser ab und zu wieder nachfüllt. Nach Verlauf von etwa zwei Stunden ist die Flüssigkeit allmählich soweit verdunkelt, daß sie zum Versuch gebraucht werden kann.

Jetzt werden sechs andere Käfer schnell bei 65° C. getötet und während zwei Minuten auf dieser Temperatur gehalten. Die Leuchtorgane sind völlig dunkel und bleiben ebenfalls so, wenn man dieselben herauspräpariert.

Bringt man nun ein wenig von dieser auf 65° erhitzten dunkeln Masse in den ebenfalls dunklen Organbrei, dann sieht man das Leuchten augenblicklich zurückkehren.

Die auf der Hand liegende Erklärung ist auch hier, daß das Leuchten im Organbrei schließlich aufhörte, weil der vorhandene Leuchtstoff völlig verbraucht war, obwohl die Enzyme noch intakt waren.

17) Arch. Neerlandaises, T. XXIII.
18) Oppenheimer, Die Fermente, Bd. I, S. 72.
19) Comp. Rend. Paris, T. CLIII, S. 690.

In den bei 65° C. getöteten Zellen war hingegen noch aller Leuchtstoff vorhanden, während die Enzyme getötet waren. Bringt man beide Substanzen zusammen, dann sind die Bedingungen für das Leuchten wieder erfüllt, d. h. die Anwesenheit eines Enzyms und von Leuchtstoff, und tritt das Leuchten sogleich ein. Dies ist ganz analog dem Verhalten von *Pholas*, Ich konnte aber das Leuchten des Leuchtstoffes nicht mittels oxydierender Reagenzen, wie $KMnO_4$ oder H_2O_2 bewerkstelligen, wie dies Dubois bei *Pholas* gelang. Der Leuchtstoff aus den erhitzten Zellen leuchtete ebenfalls schwach auf, als dieselbe in einer Suspension von mit Quarzschlamm zerriebenen Leuchtbakterien (Photobact. javanense) gebracht wurde[20]).

An dieser Stelle möchte ich die interessanten Untersuchungen Harvey's erwähnen[21]); er fand nämlich, daß das Oxydationsprodukt des Leuchtstoffes durch enzymatische, bakteriologische oder rein chemische Reduktion wieder in den ursprünglichen Leuchtstoff zurückverwandelt werden kann. In Verband mit der äußerst starken reduzierenden Wirkung der Tracheenendzellen ist es sehr wahrscheinlich, daß, wie Harvey es auch selbst annimmt, in den Leuchtzellen der Leuchtkäfer unmittelbar nach dem Aufleuchten, in der finstern Periode, der Oxy-Leuchtstoff wieder zum Leuchtstoff reduziert wird und damit ist der Leuchtapparat wieder für ein folgendes Aufflackern fertig.

Die von Harvey gegebene Vorstellung[22]) kann aber zu dem irrtümlichen Schluß führen, daß bei dem Leuchtprozeß kein Stoff verbraucht wird, wenn aber der Leuchstoff reduziert wird, muß jedenfalls zugleich ein anderer Stoff in einer höheren Oxydationsstufe übergeführt werden. Es konnte z. B. sein, daß das Insekt in dieser Weise wertvolles Material, i. c. den Leuchtstoff erspart, und daß es gewisse andere, in der Blutbahn zirkulierende Stoffe sind, welche schließlich oxydiert werden. Nicht völlig im Einklang mit dieser Vorstellung ist die Beobachtung, daß das urinsaure Ammon, das Endprodukt der Leuchtproduktion, in der dorsalen Zellschicht mit dem Alter der Insekten zunimmt.

Im Verband mit meinen Untersuchungen an den Leuchtbakterien verrichtet, kommt es mir wahrscheinlich vor, daß im allgemeinen die Biophosphoreszension ein enzymatischer Vorgang ist und daß daran wenigstens zwei Enzyme beteiligt sind. Das erstere bewirkt die Umwandlung der Nährstoffe in Leuchtstoff und wurde von mir damals Photogenase[23]) genannt, das zweite bringt die Oxydation des Leucht-

20) F. C. Gerretsen, Über die Ursachen des Leuchtens der Leuchtbakterien. Zentr. f. Bakt. Abt. II, Bd. 52, S. 353. Die Bemühungen Piereantoni's (Scientia Vol. XXIII. Suppl. S 50) das ganze Problem der Biophosphoreszention auf eine Symbiose mit Leuchtbakterien zurückzuführen, kann ich leider nicht unterstützen In den Leuchtkäfer sind jedenfalls keine Leuchtbakterien aufzufinden, während der Fakt, daß aus den Leuchtdrüsen der Cephalopoden Leuchtbakterien zu züchten sind, für eine derart weitgehende Hypothese kein Beweis ist, denn die Leuchtbakterien sind ausnahmslos von allen Sectieren zu isolieren.

21) The Nature of animal Light (Princeton University) 1919.

22) Ebenda S. 144.

23) l. c. S. 370.

stoffes zustand und ist die von Dubois gefundene Luciferase. Der Prozeß läßt sich also folgendermaßen darstellen:

$$\text{Nährstoff} \rightarrow \text{Leuchtstoff} \underset{\text{Photogenase}}{\overset{\text{Luciferase}}{\rightleftarrows}} \text{Oxyleuchtstoff} + \text{Licht}$$

Man achte darauf, daß die Überführung von Leuchtstoff in Oxyleuchtstoff ein reversibler Prozeß ist, daß aber der Leuchtstoff nicht wieder in Nährstoff übergeführt wird. Inwieweit die Luciferase sich von anderen Oxydasen unterscheidet, ist nicht ohne weiteres zu sagen. Dubois fand aber in zahlreichen, nicht leuchtenden Organismen, u. a. bei vielen Mollusken und Krustazeen, Enzyme, die gleichfalls den Leuchtstoff unter Lichterscheinung oxydieren.

Fassen wir die obenstehenden Untersuchungen zusammen, dann geht daraus hervor:

1. Die Eier der Lampyriden leuchten anfänglich gleichmäßig und das Licht konzentriert sich, je nachdem der Embryo sich entwickelt, an einer bestimmten Stelle. In diesem Stadium leuchten die Eier von *Luciola vittata* periodisch, mit einer Periode aber von mehreren Minuten.

2. Das periodische Leuchten wird durch das Insekt beherrscht und ist bei den getöteten Exemplaren mittels des elektrischen Stromes nachzuahmen. (Von einem völlig automatischen Nervenzentrum (Verworn) ist gar keine Rede.)

3. Das periodische Leuchten beruht auf einer intermittierenden Absperrung der Sauerstoffzufuhr in den Kapillartracheen, mittels einer Kontraktion der sogen. Tracheenend- res. -verzweigungsstellen, unter Einfluß von Nervenreizen.

3. Die Narkose der Lampyriden findet in drei, deutlich unterschiedenen Stadien statt, kenntlich an einem reversiblen Erlöschen, Wiederaufleuchten und schließlich irreversiblen Erlöschen des Leuchtorgans.

5. Man kann in der von Dubois angegebenen Weise das Vorhandensein eines spezifischen Leuchtstoffes und wenigstens eines Enzyms bei *Luciola vittata* nachweisen.

Kopulationsbedingungen und sekundäre Geschlechtsmerkmale bei Ustilago violacea.

Von **Robert Bauch**, Würzburg.

In seinen „Untersuchungen über den Antherenbrand" hatte Kniep (1919) den für das Sexualitätsproblem wichtigen Nachweis erbracht, daß die Sporidien der *Ustilago violacea*, die morphologisch vollkommen gleichwertig erscheinen, ihrem physiologischen Verhalten nach geschlechtlich differenziert sind. Nur Sporidien mit entgegengesetztem Geschlechtscharakter treten in den Sexualakt, die Kopulation ein. Die morphologischen „Isogameten" sind in Wirklichkeit physiologische Heterogameten. Zillig (1921) bestätigte in ausgedehnten Infektionsversuchen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s): Gerretsch F. C.

Artikel/Article: Einige Notizen uÌˆber das Leuchten des javanischen Leuchtkäfers (Luciola Vittata Cast). 1-9