

Ueber *Noctiluca miliaris* Sur.

Von

Prof. **L. Cienkowski.**

Hierzu Taf. III, IV und V.

Das Material zu nachstehenden Untersuchungen fand ich in Odessa und der nächsten Umgegend, wo die *Noctiluca* zeitweise, während der Sommer- und Wintermonate in grossen Schaaren vorkommt. Ebenso häufig erscheint sie in der Krimm und zieht sich weiter nördlich bis in das Asow'sche Meer hinein. Nach der entgegengesetzten Richtung traf ich sie massenhaft bei Konstantinopel und Smyrna, von wo südlich sie merklich abnimmt, so dass ich in Neapel und Messina im Winter kein einziges Exemplar auffischen konnte. In Odessa scheint ihr massenhaftes Auftreten durch anhaltenden Südwind und darauf folgende Stille die günstigste Bedingung zu sein. Nach der Aussage der Odessaer Fischer brennt dort die See gewöhnlich im August; ich habe im vorigen Sommer das Maximum des Leuchtens und der *Noctiluca*-Entwicklung im Juni und Juli beobachtet.

1) Da ich bei meinen Untersuchungen hauptsächlich auf die Entwicklungsgeschichte Acht gab, so unterlasse ich eine ausführliche Schilderung der anatomischen Verhältnisse und will nur manche der vorhandenen Thatfachen berichtigen und einige neue hinzufügen.

Wie bekannt, stellt die *Noctiluca* eine nierenförmige Blase dar, die einen Nucleus und von ihm gegen die Peripherie hin in verzweigte Ströme fliessendes Protoplasma einschliesst. Die Wand

der Blase hat eine viel festere Consistenz als der Inhalt, sie scheint von ihm nicht scharf geschieden zu sein; bei schädlichen Einflüssen hebt sich oft von ihrer Oberfläche eine äusserst feine Contur, sonst fällt die Blase in zahllose Runzeln sich faltend mit dem Protoplasma in einen unförmlichen Körper zusammen. Ich fand keine Thatsachen, die auf eine Vielzelligkeit des Noctilucaleibes hinweisen.

Der Ausschnitt der Blase bildet eine trichterförmige Vertiefung, an deren Boden die Mundöffnung liegt, durch welche verhältnissmässig sehr grosse Körper, wie Oscillatorienbündel, verschiedene Crustaceen u. d. g. eingezogen und herausgeworfen werden. Eine besondere Analöffnung, wie sie Huxley¹⁾ angiebt, konnte ich nicht auffinden. Am Grunde und an den Wänden der Vertiefung sind nun die bekannten Theile: der Mund, der Zahn, die Geissel und die Cilie angebracht (Fig. 1, 2, 7). In der Nachbarschaft des Mundes ist die quergestreifte Geissel befestigt. Ihre Basis wächst in 3 ungleich grosse Borsten aus, vermittelt derer sie auf der Oberfläche des Thieres, wie auf einer dreifüssigen Stellage ruht (Fig. 2, b, g; Fig. 6 u. 7, b, f, g). Mit den zwei langen stützt sich die Geissel auf die zwei Lappen, die den Ausschnitt begrenzen, die dritte viel kürzere Borste ist gegen die Basis des Zahnes gerichtet (Fig. 5, 7, f). Von der Anheftungsstelle der Geissel geht nur an die Wand der Vertiefung angelehnt der sogenannte Zahn ab (Fig. 1—3, z). Er ist etwas gebogen und besteht aus einem dünnen Griff und einer Lamelle (Fig. 5, 6, c, z). Die letzte besitzt an einer Seite eine 3zählige Hervorragung, deren mittlerer Zahn wiederum oft ausgeschnitten zweispitzig erscheint (Fig. 6, z). Die Stelle des Noctiluca-Lappens, an welche sich die Lamelle anschmiegt, ist stark verdickt und ragt über diese in Form einer Spitze empor (Fig. 2, z; 5, a). Oberhalb der Lamelle in einer etwas tiefer gelegenen Ebene entspringt die für die systematische Stellung der Noctiluca so wichtige, von Krohn entdeckte Wimper (Fig. 7, w). Es ist nicht besonders schwer, dieselbe zur Anschauung zu bringen, wenn man einmal weis, wo sie zu suchen sei; das erste Auffinden derselben bedurfte gewiss einer scharfen Beobachtungsgabe. An der Austrittsstelle der Wimper habe ich stets eine von anderen Forschern übersehene, hervorragende Warze oder Lippe gesehen (Fig. 6, 7, l). Sie

1) Journal of microscop. Sc. 1854.

2) Archiv f. Naturgeschichte 1852.

liegt nicht im Grunde der Vertiefung an der Basis des Zahnes, sondern in der Nähe seiner Spitze — auch schwingt die Wimper nicht nach dem Ausgange der Mündung, vielmehr in der Richtung gegen den Befestigungsort der Geissel hin.

Zuletzt bleibt noch das sogenannte Staborgan zu erwähnen. Aus dem Boden des Ausschnittes der Noctiluca-Blase ziehen sich an ihrer Oberfläche zu dem gegenüberliegenden Rand zwei spitz zulaufende Kanten (Fig. 2, 8, 9, 11 s). Sie bestehen aus einer viel dichteren Substanz als der übrige Körper, so dass sie zerbrechen können (Fig. 10) und bleiben bei Beschädigungen des Thieres längere Zeit unverändert sichtbar. Da die Grösse des Ausschnittes der Noctiluca-Blase bei verschiedenen Exemplaren sehr wechselt, selbst bei einem und demselben Individuum veränderlich ist, so findet man auch die gegenseitige Entfernung und Lage oben genannter Theile sehr verschieden. So z. B. sehen wir ein Mal die kurze Borste der Geissel continuirlich in den Griff des Zahnes übergehen (Fig. 4, f), das andere Mal, bei derselben Lage des Objectes, vom Griffe entfernt und von ihm in einen rechten Winkel gestellt (Fig. 6, c, f).

Wenn wir von diesen äusseren Theilen in's Innere der Noctiluca übergehen, so verdient ausser dem in Ströme und Netze vertheilten protoplasmatischen Inhalt noch ein grosser heller Nucleus unsere Aufmerksamkeit. Er ist unter der Vertiefung in einen dicken Protoplasmaklumpen eingebettet und stellt eine glashelle Kugel dar, deren Inhalt oft Körperchen von verschiedener Grösse einzuschliessen scheint. Beobachtet man indessen anhaltend diesen protoplasmatischen Inhalt, so wird man bald gewahr, dass er mitunter Formänderungen zeigt: Oft zieht er sich von der Nucleuswand zurück, bildet Stränge und verzweigte Strahlen, die nach einer Weile wieder eingezogen werden (Fig. 12). Diese protoplasmatischen Fortsätze erscheinen nun, wenn sie senkrecht zum Beobachter zu stehen kommen, wie Körperchen von verschiedenen Umrissen und Grössen und waren von einigen Forschern als individualisirte Inhaltstheile, als Nucleoli gedeutet.

Zwischen normal gebauten Noctiluken begegnet man zu allen Jahreszeiten kugelförmigen Blasen, die der Vertiefung, der Geissel des Zahnes entbehren und dennoch durch die Anwesenheit des Nucleus, durch die Protoplasma-Stränge unzweifelhaft beweisen, dass sie zu Noctiluca gehören. Solche Blasen waren schon von J. Müller in

Nizza, wo sie in grossen Schaaren auftraten, beobachtet und für Cysten der Noctiluca angesehen¹⁾. Da ich nur an solchen Blasen die Zoosporen fand, so suchte ich genau den Uebergang der normalen Noctiluken in diesen Blasen-Zustand zu verfolgen. Es ist hier vor allem hervorzuheben, dass die Geissel sehr oft allmählig eingezogen wird und wiederum an einer eingekugelten Noctiluca von Neuem entstehen kann (Fig. 13, g). Das Einziehen giebt sich dadurch kund, dass an irgend einer Stelle der Geissel eine Auftreibung entsteht, in welcher die Querstreifung völlig schwindet (Fig. 16, g). Darauf verkürzt sich die Geissel immer mehr, wird unregelmässig, allmählig in eine Warze umgeändert, bis sie zuletzt vollständig verschwindet. Noch auf eine andere Art entledigt sich die Noctiluca ihrer Geissel. Bei copulirenden Exemplaren habe ich zu wiederholten Malen ganz deutlich das Abstreifen oder Abbrechen des ganzen Organs beobachtet (Fig. 50). Gleichzeitig mit dem Einziehen der Geissel oder auch viel früher sehen wir die trichterförmige Vertiefung seichter werden, was durch Annäherung und Verschmelzen der hervorragenden Wölbungen zu Stande zu kommen scheint. Wenigstens spricht dafür das immer schmaler werdende Staborgan, welches bei fernerer Einkuglung des Thieres ganz unmerklich wird (Fig. 8, 15, 52).

2) Die längst bekannte Vermehrungsart der Noctiluca ist die durch Theilung. Sie wurde am vollständigsten von Brightwell verfolgt²⁾, dessen Beobachtungen ich so wohl an normal gebauten wie auch an eingekugelten Individuen bestätigen konnte. Die Vorbereitung zur Theilung scheint vom Nucleus auszugehen. Derselbe wird grösser und eingeschnürt. In darauf folgendem Stadium zeigt die sich theilende Noctiluca eine Bisquitform und besitzt zwei von einander entfernte Nuclei; die Einschnürung schreitet dann nach und nach bis zur Sonderung in zwei Individuen. Dabei entstehen bei den eingekugelten Exemplaren die Geisseln noch vor dem Schlusse der Theilung, dagegen bei normalgebauten fand ich gleich am Beginne der Einschnürung eine doppelte Zahl erwähnter Organe. Im Laufe meiner ersten im Frühling und diesmaligen im Sommer vorgenommenen Untersuchungen kamen die sich theilenden Exemplare sehr selten vor. Die Mehrzahl der bisquitförmigen Blasen sind, wie

1) Citirt bei Pritchard: A history of Infusoria 1861 p. 385.

2) Quarterly Journ. of microscop. sc. 1857 p. 189.

ich zuerst fand, als Stadien zweier sich copulirender Individuen zu deuten.

Die zweite Vermehrungsart geschieht nach Busch's ¹⁾ Angaben durch innere Knospung. Junge Noctiluken, die von solchen inneren Keimen herkommen sollen, haben unregelmässige gelappte Gestalt, sie schliessen einen grossen Nucleus ein, von dem die charakteristische Geissel und in ihrer Nähe das Staborgan entspringt. Das letzte ist indessen nicht wie bei dem erwachsenen Thiere dem Körper angedrückt, sondern ragt in einen der Lappen eingehüllt weit nach Aussen hervor. Dieselben Bildungen wurden ausser Busch vor einigen Jahren von Prof. Metschnikoff in Odessa wieder gefunden. Wie wir aus den Abbildungen, die mir von ihm zur Benutzung gefälligst mitgetheilt wurden, sehen (Fig. 17—19), unterscheiden sie sich von den von Busch entdeckten nur durch geringe Entwicklung oder gänzlichen Mangel der Lappen und durch den Umstand, dass das Staborgan dem Körper angelehnt war und weniger hervorragte. Die jüngsten hierher gehörenden Stadien stellten kugelförmige Körper, die einen Nucleus in Protoplasma eingebettet enthielten, dar. Einmal gelang es Prof. Metschnikoff, so eine Kugel selbst im Inneren einer gefalteten Nocticuca-Blase zu sehen (Fig. 17). Durch diese Thatsache erhielt Busch's Vermuthung, dass genannte Bildungen von inneren Keimen abstammen können, eine bedeutende Stütze.

Ich habe lange Zeit vergebens nach diesen vermeintlichen Entwicklungsstadien gesucht, bis ich unerwarteter Weise Mittel fand, dieselben künstlich nach Belieben in grosser Zahl mir zu verschaffen. Es war den meisten Forschern, die sich mit Nocticuca beschäftigten, bekannt, dass bei Verletzungen das Thier zusammenfällt und dass der lebensfähige Theil des Inhaltes sich wieder zu einer Nocticuca gestaltet. Verfolgt man nun genau diese mannigfaltigen Nocticuca-Krüppel, wie sie nach und nach ihre mangelnden Theile ergänzen, bis sie den normalen Bau erreichen und vergleicht man diese Regenerationsprodukte mit den von Busch entdeckten Bildungen, so gewinnt man die feste Ueberzeugung, dass beide identisch sind. Da die erwähnten Ergänzungsvorgänge von anderen Forschern, besonders Dönitz ²⁾ ziemlich vollständig geschildert worden sind,

1) Untersuch. über wirbellose Thiere p. 104.

2) Reichert u. du Bois-Reymond Archiv 1868 p. 147.

so wird es genügen, wenn ich hier nur die Hauptmomente angebe.

Die auf die Regeneration zu untersuchenden Noctiluken habe ich meistens in hängenden Tropfen in feuchter Kammer auf dem Objectträger beobachtet. Das blosse Heraufziehen des Materials mit einer Pipette, besonders wenn ihr Rand nicht glatt genug ist, giebt schon beschädigte Exemplare, deren Zahl durch leises Herumrühren mit einer Nadel oder Papierstreifen man beliebig vermehren kann. Bei solchen Verstümmelungen bleibt in den meisten Fällen eine grosse mit dem Staborgan fest vereinigte Partie des Protoplasma lebensfähig. Sie scheidet sich sogleich von der gefalteten, abgestorbenen, einen unförmlichen Klumpen bildend. Sie trägt gewöhnlich die Geissel und schliesst den Kern ein (Fig. 20). Die Regeneration beginnt damit, dass die Peripherie des Klumpens ein schaumiges Aussehen bekommt; somit wird ein dichter centraler Theil von dem schaumigen peripherischen, der später in Protoplasma-Ströme sich umändert, geschieden; zuletzt erhärtet die Oberfläche in einer neuen Blasenwand. Hat der lebensfähige Theil der verletzten Noctiluca einen grossen Umfang, dann erhält man Formen mit angeschmiegttem stabförmigen Organ (Fig. 18); ist dagegen der unverletzte Theil unbedeutend, dann ragt in der sich ergänzenden Noctiluca das stabförmige Organ mehr oder weniger hervor (Fig. 19). Solche Beispiele sind von Dönitz in der citirten Arbeit in Fig. 5, Tab. IV dargestellt — und hierher gehören ohne Zweifel die von Busch entdeckten Bildungen. In den oben beschriebenen Fällen war die Geissel, der Kern und das Staborgan des alten Thieres in die Neubildung aufgenommen. Dieser Umstand ist jedoch für den Ergänzungsprocess nicht unumgänglich. Der Regenerationsklumpen entbehrt oft aller genannter Theile, die an dem abgestorbenen Leibe haften bleiben. An jeder selbst sehr kleinen lebensfähigen Partie des Protoplasma können die wesentlichen Organe der Noctiluca von neuem entstehen. Dabei wiederholt sich zuerst die Sonderung der schaumigen Peripherie vom dichteren Centrum, die Bildung der neuen äusseren Wand, nachträglich kommt die Geissel, das Staborgan und im Protoplasma der Nucleus zum Vorschein (Fig 2) ¹⁾ In allen von mir beobachteten Fällen, wo der sich ergänzende Theil blos aus Protoplasma bestand, trat das Staborgan in Form zweier

1) Dieses Archiv Bd. 7. 1871.

spitzzulaufender Kanten auf und ragte nie weit über die regenerirte *Noctiluca*. Wir sehen also, dass die Ergänzungserscheinungen sehr mannigfach ausfallen können, je nach dem Umfange der lebensfähig gebliebenen Theile der *Noctiluca* und nach den Organen, die sie durch Verletzung eingebüsst hat. Auf diese Weise erklären sich die verschiedensten Regenerationsprodukte von mannigfaltigster Grösse, die entweder frei im Wasser schwimmen, oder in der gefalteten, zurückgebliebenen alten Hülle eingeschlossen sich finden. Im letzten Falle, besonders wenn man kleine glatte Kugeln im Innern des Mutterthieres fand, wie in dem vom Prof. Metschnikoff beobachteten, konnte natürlich der Gedanke an eine innere Knospung als der wahrscheinlichste erscheinen. Allein erwähnte Bildungen kommen nie in gesunden Thieren vor, sie sind entschieden Verletzungsprodukte. Dass sich die Sache wirklich so verhält, davon überzeugt man sich am leichtesten, wenn man die Noctiluken unter Deckgläschen untersucht und durch gelinden Druck einen Theil des Protoplasma durch die Mundöffnung austreten lässt. Die befreite Masse nimmt dann allmählig Kugelgestalt an und bei günstigen Verhältnissen ist es möglich, in wenigen Stunden die Ergänzung bis zu einem gewissen Grade sich vollziehen zu sehen.

3) Die *Noctiluca*, wie aus meinem früheren Aufsatze bekannt, bildet in eine Scheibe vereinigte Zoosporen (Fig. 22–24). Sie entstehen nie an Exemplaren, die die Geissel, das Staborgan und die Mundöffnung besitzen, sondern an den fast inhaltleeren eingehüllten Individuen. Dieser Umstand konnte den Zweifel erwecken, dass die schildtragenden Blasen ungeachtet ihrer Aehnlichkeit mit Noctiluken dennoch zu ihr nicht gehören. Dieser Verdacht lässt sich jedoch vollständig beseitigen, wenn man das allmähliche Umbilden der normalen Noctiluken in glatte Kugeln verfolgt, und dann zu den frühesten Stadien der Scheibenbildung zurückgeht. Man überzeugt sich leicht, dass, je weiter die Scheibenbildung vorschreitet, desto inhaltsärmer wird die sie tragende Blase, wodurch sie ein fremdartiges Aussehen erhält. Allein auch jetzt noch beweist ihr Inhalt, ihr Leuchtvermögen und die Eigenschaft durch leiseste schädliche Eingriffe sogleich unter zahlreicher Faltenbildung zu schrumpfen, dass wir mit demselben Wesen zu thun haben.

Was die Thatfachen über die Entwicklung der Zoosporen selbst betrifft, so kann ich zu den früher berichteten einige neue hinzufügen.

Wir wissen schon, dass eine reifende Scheibe Zoosporen in verschiedenen Altersstufen enthält. Man findet hier einen Haufen warzenartiger Ausstülpungen von verschiedensten Grössen, die mit dem Inneren der Noctiluca in offener Communication stehen (Fig. 35—36). Fixirt man nun während einiger Zeit einen grösseren sich über die Peripherie des Thieres erhebenden Fortsatz, z. B. a, Fig. 35 und beobachtet denselben bei einer seitlichen Lage, so bemerkt man gleich, dass er der Länge nach durch eine immer tiefer greifende Furche in zwei an der Basis zusammenhängende Theile gespalten wird, a Fig. 35. Die Einkerbung erscheint an dem freien Ende der Warze und schreitet rasch gegen die Basis hin; gleichzeitig oder bald darauf bemerkt man, dass auch der benachbarte Hügel eine Herz-Form annimmt, zweilappig wird und zuletzt sich verdoppelt Fig. 35, o, o. Diese Theilung grösserer Hügel in kleinere Warzen wiederholt sich an verschiedenen Stellen der Scheibe vom Centrum gegen die Peripherie vorschreitend. Zuletzt werden die zahlreichen Warzen von der sie tragenden Blase abgeschnürt, bekommen eine lange Wimper und verlassen ihre Bildungsstätte.

Wenn wir jetzt von fast reifen Scheiben zu den früheren Stadien zurückgehen, so ergiebt sich, dass die Zahl der Ausstülpungen oder der Hügel immer geringer wird, dagegen ihr Umfang besonders an der Basis bedeutend zunimmt Fig. 33, 32. Es gelang mir, eingekugelte Noctiluken aufzufinden, die bloss 4 grosse Hügel zeigten (Fig. 31). Es ist fast gewiss, dass die erste Anlage der Scheibe nur aus zweien Ausstülpungen besteht, denn man findet nicht selten 8 Hügel in zwei Gruppen vereinigt, was auf zwei ursprüngliche Bildungscentra hindeutet. Geht man noch einen Schritt zurück, so stösst man auf den Ausgangspunkt der ganzen Entwicklungsreihe. Dieser liegt im Protoplasma. Das erste Kennzeichen der nahenden Zoosporenbildung ist das Verschwinden des Nucleus und das Zerfallen des Inhalts in 2—4 nicht weit entfernte und nicht scharf von einander gesonderte Klumpen (Fig. 25, 26, 30). Den 4 Inhaltstheilen entsprechend erhebt sich nun weiter die Wand der Blase in eben so viele Flügel, die, wie ich oben angab, durch wiederholte Theilungen sich vervielfachen und zu der Scheibenbildung führen (Fig. 27—29; 32, 33).

Auf die soeben geschilderte Weise entsteht eine Scheibe, die wenige Schwärmer enthält: In diesem Falle kann man also alle Zoosporen von 2—4 ursprünglichen Wölbungen ableiten. Der Vor-

gang erleidet eine Aenderung, wenn die Scheibe einen grösseren Umfang hat und aus zahlreichen Schwärmern besteht. Dann zerfällt das Protoplasma nicht gleichzeitig in so viele Klumpen wie viel nachträglich Hügel gebildet werden, sondern es scheiden sich von ihm succedan in Kreisen geordnete Partien, die weiter ebenso-viele Ausstülpungen veranlassen (Fig. 37). Zuerst entsteht ein Hügelkranz, unter ihm ein zweiter, dann ein dritter u. s. w. Wenn die erste Hügelgruppe schon hervorragt, behält das übrige Protoplasma noch eine Zeitlang seine normale Anordnung, wo es sich dann, in der Nähe der ersten Hügel, in Klumpen scheidet, die den zweiten Ring der Ausstülpungen bilden werden; weiter abwärts sind noch die gewöhnlichen Stränge und Anastomosen des Plasma vorhanden. Erwähnte Hügelbildung wiederholt sich bis zur Erschöpfung des ganzen *Noctiluca*-Inhalts. Während dieses Processes sammelt sich das Protoplasma vorzugsweise in der Hügelregion, die entgegengesetzte Hälfte freilassend. Bei häufig vorkommendem abnormen Laufe der Entwicklung entstehen entweder wurmartige Wucherungen, welche durch Abschnürung und Theilung normal gebaute Zoosporen geben, oder die Hügel werden in einen gedrängten Haufen angesetzt.

Der ausgebildete Schwärmer besteht aus einem gewölbten Kopftheile und einer flachen ovalen Stielblase, in deren Wand man einen mit dem Kopfe continuirlich verbundenen Stachel wahrnimmt (Fig. 38, 40, k, s). An der Ecke, welche der Stachel mit dem Kopfe bildet oder etwas höher am Kopfe selbst entspringt eine lange Cilie (Fig 38—41, w); in der Stielblase ist ferner ein Nucleus stets vorhanden (Fig. 40, n). Ausser diesen Theilen habe ich nachträglich in vielen Fällen noch ein cylindrisches am Kopfe angeheftetes Anhängsel gefunden (Fig. 41, 43, a). Dieses war starr unbeweglich, sein freies gegen die Basis des Stieles gerichtetes Ende zeigte oft eine knopfartige Anschwellung. Welche Bedeutung man erwähnten Organen des Schwärmers zuzuschreiben hat, konnte ich nicht ermitteln, da es mir jetzt wie auch bei meinen ersten Unternehmungen nicht glücken wollte aus den Zoosporen junge Noctiluken zu ziehen. Im hängenden Tropfen, wie auch unter Deckglas kultivirt, bewegten sie sich 24—28 Stunden, glitten an der Oberfläche der Noctiluken oder schwammen, die Wimpern nachschleppend, frei in allen Richtungen umher; zur ferneren Entwicklung vermochte ich sie nicht zu bewegen; nach dieser Zeitfrist starben sie dann immer ab.

Es sei hier noch erwähnt, dass neben normalgebildeten auch verschiedene missgestaltete Schwärmer vorkommen. Sie stellen verhältnissmässig sehr grosse birnförmige Blasen dar, die mit schmalen kurzem Stiele an der Noctiluca aufsitzen (Fig. 44, 45). Diese Blasen sind sehr oft mit einer Cilie, einem hervorragenden kurzen Anhängsel, einem Stachel und Nucleus, von dem in der Peripherie einige Protoplasmastrahlen abgehen, ausgerüstet (Fig. 44, 45, a, s, n, w). Sie vermögen wie die normalen Zoosporen die Scheibe zu verlassen und im Wasser sich herumzutummeln, sie sind viel mehr dem erwachsenen Thier ähnlich als die gewöhnlichen Schwärmer. Welche Metamorphose diese abnormen Blasen durchzumachen haben, bis sie in eine Noctiluca sich verwandeln, ob sie verzögerte Entwicklungsstadien, oder vielleicht weiter vorgerückte Umbildungen darstellen, musste ich unermittelt lassen.

Die Schwärmerbildung scheint von der vorangehenden Copulation im hohen Grade abhängig zu sein. Die Fähigkeit zweier Noctiluken, in einen Körper zu verschmelzen, verdient daher einer besonderen Berücksichtigung.

4) Die Copulation findet statt nicht nur zwischen normal gebauten, sondern auch zwischen eingekugelten Individuen. Im letzten Falle legen sich die in Vereinigung tretenden Noctiluken mit den dem Nucleus am nächsten liegenden Theilen fest aneinander (Fig. 46). Nach Verlauf von 1—2 Stunden sieht man schon in der Berührungsstelle eine oder mehrere kleine Oeffnungen, durch welche Protoplasmastränge sich hinziehen, die Inhalte der sich copulirenden Thiere vereinigend (Fig. 23). Allmählig schreitet nun das Auflösen der Berührungswände vom Centrum zu der Peripherie fort — wir erhalten die bekannte Bisquitform (Fig. 47). Nimmt die Auflösung an einer Seite überhand, dann bekommt man eine gelappte Form, die zuletzt wie auch die erste ausgeglichen wird, so dass schliesslich das Produkt der Copulation bloß durch grösseren Umfang von den gewöhnlichen Individuen sich unterscheidet. Unregelmässige Formen der Copulationsprodukte kamen zum Vorschein, besonders dann wenn der Versuchstropfen sehr viele, durch gegenseitigen Druck polygonale Exemplare enthielt (Fig. 49, 50, 51). Auch der Inhalt der verschmolzenen Individuen zeigt nichts auffallendes: die Nuclei bleiben gesondert oder vereinigen sich in einen Körper. Der Vorgang der Copulation bleibt wesentlich derselbe bei nicht eingekugelten Individuen. — Diese legen sich behuf des Zusammen-

fließens mit ihren Ausschnitten aneinander. Während der Vereinigung werden die Vertiefungen immer seichter, die Geisseln fallen ab, oder werden nach und nach eingezogen — und die protoplasmatische Verbindungsbrücke von einem Inhalte zum andern hergestellt — darauf folgt die allmähliche Auflösung der Berührungswände.

Bei Betrachtung dieser Verschmelzungs-Erscheinungen zweier Individuen drängt sich die Frage unwillkürlich auf, welche Bedeutung hat die Copulation für das Leben der *Noctiluca*: bedingt sie die Zoosporen-Bildung, soll man sie als einen Befruchtungsakt auffassen? Folgende Thatsachen und Erörterungen scheinen mir die Lösung dieser Fragen in nahe Aussicht zu stellen.

Durch ein sehr reiches Untersuchungsmaterial, welches ich in der Nähe meiner Wohnung (Sredni Fontan, bei Odessa) fand, begünstigt, habe ich sehr oft Gelegenheit gehabt, die Copulation lückenlos zu verfolgen und die Vereinigungsproducte ein paar Tage in hängendem Tropfen in feuchter Kammer zu beobachten, was bei meinen ersten Untersuchungen nicht gelingen wollte. Trotzdem habe ich bis jetzt an den aus zwei Noctiluken entstandenen Individuen keine Veränderung wahrgenommen, die als Beginn der Zoosporen-Entwicklung zu deuten wären; die Copulationsprodukte, so wie die gewöhnlichen Individuen blieben während 3 Tagen unverändert, wurden blass, inhaltarm und gingen schliesslich zu Grunde. Nichtsdestoweniger sprechen die gelappten Formen der meisten scheibentragenden Blasen, ihre bedeutende Grösse beweisend für ihren Zusammenhang mit Copulationsprodukten — geeignetere Kulturversuche werden hoffentlich günstigere Erfolge geben.

Zu der Frage übergehend, inwiefern das Verschmelzen zweier Noctiluken als ein Befruchtungsakt anzusehen sei, ist besonders darauf Gewicht zu legen, dass die copulirenden Individuen weder in Form und Grösse, noch in histologischer Hinsicht die geringsten Differenzen aufweisen. Wenn wir nun, um analoge Fälle aufzusuchen, uns an die niederen Classen des Pflanzenreiches wenden, so begegnen wir hier identischen Erscheinungen im ausgedehntesten Massstabe. Die Copulation der Desmidiaceen, Diatomaceen, Mucorineen, die Paarung der Zoosporen bei Volvocineen, Ulotricheen u. d. g. sind von den meisten Botanikern als ein in der einfachsten Form auftretender Befruchtungsakt aufgefasst. Obwohl es auch feststeht, dass die Föcundation, wo sie direkt der Beobachtung zu-

gänglich war, in dem Verschmelzen der Geschlechtselemente besteht, so folgt daraus freilich noch nicht, dass die Copulation zweier protoplasmatischer Wesen, oder einzelliger Organismen schon einen Geschlechtsakt vorstellt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass im einfachsten Falle der Befruchtungsprocess in der Verschmelzung zweier, histologisch nicht zu unterscheidender Geschlechtselemente besteht, indessen ist die Existenz einer solchen vereinfachten Föcundation zur Zeit nicht streng bewiesen. Bei Beurtheilung dieser Frage kann man von zwei Gesichtspunkten sich leiten lassen. Erstens ist nicht zu leugnen, dass eine jede Function in der Organismen-Reihe immer einfacher wird, zu einem Minimum sinkt und zuletzt ganz erlischt. Von dieser Seite betrachtet wäre die Copulation zweier morphologisch und histologisch gleichwerthigen nackten oder eingehüllten Zellen als einfacher Geschlechtsakt zu deuten. Zweitens aber giebt es eine Reihe von Verschmelzungserscheinungen bei niedrigen Organismen, die den Gedanken an eine Befruchtung ganz beseitigen. So z. B. kann man auf künstlichem Wege zwei und mehrere Actinospaerien in einen Körper zusammenfliessen lassen; tausende von Myxomyceten-Zoosporen verschmelzen bei normalem Gange der Entwicklung in eine bewegliche Protoplasmanasse, in das Plasmodium, welches dann einen oder mehrere Sporangien hervorbringt. Dieses Verschmelzen ist indessen für die Fructification nicht unbedingt nothwendig, sie beschleunigt sie nur im hohen Grade. Eine Zoospore kann, wie Häckel ¹⁾ zuerst für die Protomyxa (aus der mit Myxomyceten verwandten Moneren-Gruppe) zeigte, bei günstiger Ernährung ein Plasmodium bilden — was einzelne Zoosporen mühsam und lang erreichen, wird von vielen auf kürzerem Wege viel schneller erworben. Das Verschmelzen zweier und mehrerer Individuen bei niederen Lebensformen, wenn sie auch zu Fructifikation oder zu Ruhezuständen führt, dürfte demnach als eine beschleunigte Ernährung aufzufassen sein. Fälle, wo zwei gleichwerthige histologische Elemente verschmelzen, können nur dann als Befruchtungsakt gelten, wenn man durch Experiment im Stande ist, zu beweisen, dass beim Ausschluss eines der copulirenden Glieder die Bildung der Frucht oder Spore ausbleibt. So ein Beweis ist für Diatomaceen, Desmidiaceen, Volvocineen (bei neulich beobachteter Paarung der Zoosporen) Ciliaten, Flagellaten, wo man eine einfache Be-

1) Monographie der Moneren.

fruchtung annimmt, noch nicht geführt worden. Um auf die Noctiluca zurückzukommen, ist nach dem Gesagten selbstverständlich, dass ihre Copulation in die Reihe solcher Verschmelzungserscheinungen gehört, die eine beschleunigte Assimilation bezwecken und mit dem Geschlechtsakte in keiner Beziehung stehen.

5. Die systematische Stellung der Noctiluca war lange Zeit unbestimmt. Man suchte sie den Rhizopoden, den Medusen, zuletzt den Infusorien einzureihen. Die von Quatrefages zuerst erkannte sarcodische Natur des Noctiluca-Inhaltes, die darauf von Krohn entdeckte Cilie- und zuletzt von mir aufgefundenen bewimperten Zoosporen sichern der Noctiluca einen Platz in der Klasse der Flagellaten, wo sie, ihrer quergestreiften Geissel wegen, eine besondere Gruppe bilden dürfte.

6) Ich werde zuletzt die in meiner ersten Arbeit und in vorliegendem Aufsätze gewonnenen Resultate übersichtlich zusammenstellen:

1) Die Cilie der Noctiluca ist an eine flügelartige Lippe nicht an der Basis des Zahnes, sondern in der Gegend seiner Spitze angeheftet. 2) Der Inhalt der Kerne ist zeitweise in Formänderung begriffen; die Zweige und Strahlen dieses Inhaltes wurden als Nucleoli gedeutet. 3) Durch Einziehen oder Abstreifen der Geissel, durch Verschwinden des Staborgans und Verschmelzen der Lappen verwandelt sich die Noctiluca in eine glatte Kugel. 4) Die von Busch entdeckten, als junge Noctiluken gedeutete Formen, entstehen bei Verletzungen dieser Thiere und sind nichts anderes als in Regeneration begriffene Theile des lebensfähigen Protoplasma. 5) An den eingekugelten Noctiluken bilden sich zahlreiche in einen Schild vereinigte Zoosporen. Sie entstehen durch Ausstülpungen und Abschnürungen der Mutterblase, von der sie sich schliesslich trennen und vermittelst einer langen Cilie munter im Wasser herum schwimmen. 6) Bei der Noctiluca ist eine Copulation vorhanden. Durch die so bewirkte Anhäufung des Protoplasma scheint sich die Zoosporenbildung zu beschleunigen. Ein Geschlechtsakt ist hier ebenso wenig, wie bei dem Zusammenfliessen vieler Mytomycetenzosporen vorhanden. 7) Die Noctiluca ist in die Klasse der Flagellaten, wo sie eine besondere Gruppe repräsentirt, zu stellen.

16. Juni 1872.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. III, IV, V.

In allen Figuren bedeutet: g die Geissel; b ihre langen Stützborsten; f ihre kürzere Borste; z den Zahn; s das Staborgan.

Tafel III.

- Fig. 1. Seitenansicht der Stelle der Noctiluca-Bucht, in welcher der Zahn und die Geissel befestigt sind (140).
- Fig. 2. Gegenseitige Lage der Organe der Noctiluca (140).
- Fig. 3. Seitenansicht der Bucht, an deren Wand der Zahn sich anschmiegt, der Griff des letzten c geht ununterbrochen in die kürzere Borste f über (480).
- Fig. 4. Der Zahn und die Geissel mit ihren Stützborsten (180).
- Fig. 5. Die Wand, an welche der Zahn sich anlehnt, ist in a stark verdickt und scheinbar mit seiner Lamelle in einen Körper vereinigt (480).
- Fig. 6. Durch Verschiebung der Noctiluca-Oberfläche veränderte gegenseitige Lage der Organe; l die Lippe (180).
- Fig. 7. l die oberhalb der Zahnlamelle gelegene Lippe, von welcher die Wimper w entspringt; n nucleus (480).
- Fig. 8—11. Die Lage der Kanten (Staborgan) (140).
- Fig. 12. Die Formänderungen des Nucleus-Inhalts (760).
- Fig. 13. Das allmähliche Verschwinden der Geissel (140).
- Fig. 15. Die eingekugelte Noctiluca (180).
- Fig. 16. Die Anschwellung der Geissel während ihres Einziehens (180).
- Fig. 17. Kugelförmige Körper mit einem Nucleus in einer gefalteten Noctiluca-Blase, von Metschnikoff beobachtet.

Tafel IV.

- Fig. 18—19. Vom Prof. Metschnikoff gefundene mit den von Busch entdeckten gleichwerthige Bildungen (140).
- Fig. 20—21. Nach Verletzung stattfindende Regenerations-Erscheinungen der Noctiluca (50).
- Fig. 25—28. Die ersten Stadien der Schwärmerentwicklung: der Inhalt theilt sich in 2, 4, 8 und mehrere Theile (50).
- Fig. 29. Eine junge Scheibe mit wenigen Fortsätzen (50).
- Fig. 30. Eingekugelte Noctiluca mit 2 Inhaltspartien (180).
- Fig. 31. Eine sehr frühe aus 4 Hügeln bestehende Entwicklungsstufe der Scheibe (180).
- Fig. 32—33. Junge Scheiben aus 8 und 16 Hügeln.
- Fig. 34. Die Hügel, so wie die Fortsätze sind Ausstülpungen der Noctiluca-Blase (180).

- Fig. 35. Die Fortsätze: o, a in einer jungen Scheibe haben sich nach einer halben Stunde in o', a' verwandelt (180).
 Fig. 36. A eine Hügelgruppe aus einer jungen Scheibe, B dieselbe nach Verlauf einer Stunde (180).

Tafel V.

- Fig. 37. Der erste Hügelkranz bei der Entwicklung einer aus zahlreichen Zoosporen bestehenden Scheibe (180).
 Fig. 38—43. Die Zoospore: k der Kopftheil; s der Stachel; w die Wimper; a das Anhängsel; n der Nucleus (480).
 Fig. 44—45. Abnorme Schwärmer (480).
 Fig. 46. Zwei zur Copulation sich anschickende Individuen (50).
 Fig. 47. Beginn der Copulation (140).
 Fig. 48—49. Durch Copulation entstandene Formen (50).
 Fig. 50. Beginn der Verschmelzung (50).
 Fig. 51. Vollendete Copulation (50).
 Fig. 52. Ein kleines Exemplar der eingekugelten Noctiluca.
-