

# Einige Bemerkungen über gewisse Organisations- verhältnisse der sog. Cilioflagellaten und der Noctiluca.

Von

**O. Bütschli.**

Mit einem Beitrag von E. Askenasy.

---

Mit Taf. XXVI—XXVIII u. 4 Fig. im Text.

---

Veranlassung zur Entstehung der in nachfolgenden Zeilen niedergelegten Beobachtungen gab die mir bevorstehende Bearbeitung der Cilio- und Cystoflagellaten für mein Buch über die Protozoen. Unter diesen Umständen konnte es sich, wie dies auch bei aus ähnlicher Veranlassung früher publicirten Studien der Fall war, nicht um eine erschöpfende Bearbeitung des Gegenstandes handeln, sondern nur um orientirende Studien, bei welchen einige wohl der Mittheilung werthe Erfahrungen gemacht wurden, die den Gegenstand des Nachfolgenden bilden sollen. Das Vorstehende möge als Erläuterung des Charakters dieser Mittheilung dienen.

Mit der Untersuchung der Noctiluca beschäftigte ich mich schon im Frühjahr 1883 und habe denn auch das Wichtigste, was sich dabei ergab, schon auf den mit Lieferung 23—25 meines Protozoenwerkes, Ende des Jahres 1883, erschienenen Tafeln 49 und 50 dargestellt, so wie in der Figurenerklärung kurz erläutert. Das Material, welches mir zu diesen Studien diente, bestand in Noctilucen, welche ich im Jahre 1878 in Helgoland mittels Osmiumsäure konservirt hatte und die sogar noch über feine Verhältnisse, wie die Wimper und dergleichen, sicheren Aufschluss gaben. Wenn ich in diesen Zeilen nochmals etwas ausführlicher auf diese Beobachtungen zu sprechen komme, so geschieht dies desshalb, weil in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten zwi-

schen den Cysto- und Cilioflagellaten Beziehungen festzustellen versucht wurde.

Das Material, welches mir zu den Beobachtungen über Cilioflagellaten dienen konnte, bestand einerseits in einer ziemlich beschränkten Anzahl Individuen von *Glenodinium cinctum* Ehrb. und weiter in vortrefflich konservirtem, fast reinem Cilioflagellaten-auftrieb aus der Kieler Bucht, den ich der großen Güte des Herrn Kollegen MÖBIUS verdanke. Die Konservirungsart bestand in Behandlung mit Pikrinschwefelsäure und Aufbewahrung in Alkohol. Von der Güte der Konservirung zeugt jedenfalls der Umstand, dass bei den meisten Formen die Geißeln ausgezeichnet erhalten waren. Speciell die Geißelverhältnisse der Cilioflagellaten mussten mich ja zu eigenen Untersuchungen veranlassen, weil die im Jahre 1883 erschienene Arbeit von KLEBS<sup>1</sup> hierüber ganz neue und von den seitherigen abweichende Gesichtspunkte eröffnete, wodurch die systematische Stellung der Gruppe, wie sie noch BERGH<sup>2</sup> im Jahre 1882 festhielt, sehr wesentlich verändert wurde. Eigene Überzeugung wurde also hier nothwendig und meine Untersuchungen, die ich schon vor Erscheinen der zweiten Mittheilung von KLEBS<sup>3</sup> vorgenommen habe, führten mich denn, was die wichtigen Geißelverhältnisse angeht, in allen Punkten zu einer erwünschten Bestätigung der KLEBS'schen Angaben, wie ich gleich bemerken will. Außer den Geißeln erregten namentlich noch die eigenthümlichen Kerne meine Aufmerksamkeit. Ich gehe nun zunächst dazu über meine Beobachtungen an den Cilioflagellaten in Kürze darzustellen.

### 1. Beobachtungen an *Glenodinium cinctum* Ehrb.

Da diese Form die einzige ist, welche ich lebend untersuchen konnte, so will ich ihr hier einen besonderen kleinen Abschnitt widmen. Der kleine Cilioflagellat, welcher in einem Bassin des botanischen Gartens zu Karlsruhe gefunden wurde, scheint mir ohne Zweifel mit dem EHRENBERG'schen *Glenodinium cinctum* identisch, was sowohl aus den allgemeinen Gestaltsverhältnissen, wie nament-

<sup>1</sup> G. KLEBS, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen- und Infusoriengruppen. Unters. aus dem botanischen Institut. zu Tübingen. Bd. I. pag. 233—262 Taf. II u. III. 1883.

<sup>2</sup> G. KLEBS, Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Peridineen. Botanische Zeitung. Jahrg. 42, 1884. pag. 722—733 u. pag. 737—745. Taf. X.

<sup>3</sup> R. S. BERGH, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrbuch Bd. VII. pag. 177—288. 1882. Taf. XII—XVI.

lich aus der Anwesenheit des großen und sehr charakteristisch gestalteten Stigmas (Augenfleck) hervorgeht. Ob die von STEIN<sup>1</sup> als *Glenodinium cinctum* aufgeführte Form gleichfalls hierher gehört, könnte etwas zweifelhaft erscheinen, da sie ohne Augenfleck abgebildet wird. Doch bildet er auch einige Formen mit einem blutrothen Öltropfen, von der für *Gl. cinctum* charakteristischen hufeisenförmigen Gestalt ab, giebt aber die Vorderhälfte des Körpers als Sitz dieses Tropfens an, während er sich bei dem eigentlichen *Glenodinium* stets in der hinteren Hälfte findet, wie auch EHRENBERG<sup>2</sup> deutlichst angab. Da nun aber CLAPARÈDE und LACHMANN versichern, häufig stigmalose Exemplare dieser Form gesehen zu haben, so möchte ich dennoch glauben, dass auch das STEIN'sche *Gl. cinctum* hierher gehört. Andererseits kann ich aber auch nicht zweifeln, dass das von STEIN als *Gl. oculatum* beschriebene Wesen mit der von mir untersuchten Form identisch ist und vereinige dasselbe daher auch mit *Gl. cinctum* Ehrb.

Die studirten Wesen variiren in ihren Gestaltsverhältnissen nicht unbeträchtlich. Die kleineren erscheinen in der Bauch- oder Rückenansicht meist nahezu kreisrund (Fig. 1), die größeren sind dagegen gewöhnlich länger gestreckt bis ziemlich oval im Umriss. Die Färbung schwankt zwischen gelb- und grünbraun und ist gewöhnlich ziemlich intensiv. Ungefärbte Exemplare fand ich nicht.

Dorsoventral ist stets eine gewisse Abplattung vorhanden, welche in Verbindung mit der Längsfurche, die die ventrale hintere Körperhälfte durchzieht, in der Ansicht von vorn oder hinten eine etwanierenförmige Gestalt bewirkt (Fig. 2). Diese Abplattung ist bei den größeren eiförmigen Thieren stärker entwickelt als bei den kleineren und kugligen. Die Bewegungen sind ziemlich lebhaft und anhaltend und geschehen stets in der Weise, dass die den Augenfleck tragende hintere Körperhälfte nach hinten gerichtet ist, wobei der Körper fortdauernd um seine Längsachse rotirt. Während nun bei den Flagellaten die Rotation gewöhnlich wenigstens längere Zeit in derselben Richtung erfolgt, wechselt bei unserem *Glenodinium* die Rotationsrichtung fortdauernd und rasch. Alle gesehenen Individuen waren ausgesprochen photophil, wenn auch nicht in dem Maß, wie die in dem Wasser gleichzeitig vorhandenen *Pandorinen* und *Ulothrixschwärmer*. Sie sammelten sich in dem Unter-

<sup>1</sup> FR. v. STEIN, Der Organismus der Infusionsthier. III. Abth. 2. Hälfte. Leipzig 1883.

<sup>2</sup> Die Infusionsthier als vollk. Organismen. Leipzig 1838.

suchungstropfen stets an der Lichtseite an, kehrten von dieser wieder eine Strecke weit nach der Schattenseite zurück, um sich dann nach der Lichtseite zurückzugeben, wobei sie jedoch auch häufig längere Strecken senkrecht zu dem Lichteinfall schwammen. Im Allgemeinen macht ihre Bewegung denselben Eindruck wie die vieler ciliaten Infusorien. Auszeichnend für unsere Wesen ist ihre große Empfindlichkeit gegen die Wirkung des Abschlusses unter dem Deckglas. Häufig hatten schon alle in dem Untersuchungstropfen befindlichen Individuen nach wenigen Minuten ihre Geißeln abgeworfen und waren zur Ruhe gelangt und dieser Umstand war recht störend für die Beobachtung der Geißeln im lebenden Zustand. Nicht immer trat aber der Ruhezustand so schnell ein und dies hängt vielleicht damit zusammen, dass dieser Übergang in den ruhenden Zustand überhaupt mit einer gewissen Regelmäßigkeit erfolgt und der Geißelverlust dann leichter eintritt, wenn die Zeit der Ruhe nahe ist.

Sowohl mir wie Herrn Prof. ASKENASY, welcher das *Glenodium* zuerst gefunden und gleichfalls vielfach beobachtet hat, ist es nämlich aufgefallen, dass in den nach Hause gebrachten Wässern, welche eine mäßige Zahl dieser Protozoen beherbergten, gegen Mittag gewöhnlich die Zahl der beweglichen Individuen sich verminderte und am Nachmittag meist kaum noch eines zu finden war. Am nächsten Morgen waren dann wieder bewegliche Individuen vorhanden und im Laufe des Tages stellte sich die gleiche Abnahme wiederum ein. Es scheint nun, wie gesagt, nicht unmöglich, dass diese allmähliche Abnahme auf dem Übergang in den geißellosen Zustand beruht und das Wiederauftreten beweglicher Formen auf Neubildung der Geißeln zurückzuführen ist<sup>1</sup>. Über den Process der Geißelabwerfung werde ich unten noch einige Bemerkungen mitzutheilen haben.

<sup>1</sup> Die oben versuchte Erklärung der eigenthümlichen Periodicität in dem Auftreten des *Glenodium cinctum* stützt sich auf die Thatsache, dass dasselbe seine Geißeln so sehr leicht abwirft. Es darf jedoch nicht unbeachtet gelassen werden, dass sich auch vielleicht noch eine einfachere Erklärung dieser Erscheinung darbietet, auf welche mich Prof. ASKENASY hinwies und deren Möglichkeit ich auch zuvor schon gelegentlich selbst erwog. Es könnte nämlich der Fall sein, dass sich die *Glenodinen* nur bei relativ beträchtlicher Intensität des einfallenden Lichtes an der belichteten Seite des Wasserrandes ansammeln und sich des Nachmittags, namentlich im Spätherbst, wo die Beobachtungen angestellt wurden, bei Abnahme der Lichtintensität zerstreuten. Da sich nun in den untersuchten Wässern nur eine mäßige Zahl der *Glenodinen* fanden, so dass nur am Lichtrande auf den Fang derselben zu rechnen war, so würde es sich zur Genüge erklären, dass bei deren Zerstreung durch die gesammte Wassermasse, keine oder doch nur noch sehr wenige zu finden waren. Obgleich nun

Zunächst sind es die Geißelverhältnisse, die eine kurze Betrachtung erfordern. Es war bei diesen kleinen Formen recht schwierig darüber zu einer gesicherten Vorstellung zu kommen. Die hintere, lange bekannte Geißel ist im lebenden Zustande schon leicht sichtbar und scheint auch während den Bewegungen ziemlich gestreckt nach hinten gerichtet getragen zu werden (Fig. 1—3 *g*). In der Quersfurche, welche den Körper in ganz niedrig schraubigem Verlauf umgürtet, gelang es mir, wegen der rastlosen Bewegungen im Leben nur selten, eine Wellenbewegung wahrzunehmen.

Zunächst wurde die Wirkung der Osmiumsäuredämpfe versucht, welche auch untadelhaft, ja wohl nur zu gut konserviren. Die hintere Geißel beobachtet man an solchen Präparaten gewöhnlich ganz ausgezeichnet als einen in ganzer Länge gleich dicken, ziemlich gerade gestreckten oder doch nur in wenigen weiten Windungen geschlängelten Faden, der, wie ich aus der Vergleichung vieler Individuen schließen muss, ziemlich in der Mitte der Längsfurche über dem Stigma entspringt (Fig. 1—3 *g*).

Ob sich in der Quersfurche eine Geißel findet, lässt sich an den Osmiumpräparaten nicht mit voller Sicherheit entscheiden, jedenfalls kommt man aber mittels derselben zu der sicheren Überzeugung, dass von einem Cilienkranz keine Rede sein kann. Was man bemerkt, ist, dass in der Quersfurche ein wellig geschlängelter feiner Faden verläuft, der unter günstigen Umständen, jedoch schwierig, in Bauch- oder Rückenansicht zu erblicken ist (Fig. 1 *fg*), besser dagegen bei günstigen Präparaten in der Ansicht von vorn oder hinten (Fig. 2). Man sieht den Faden dann wenigstens auf eine Strecke weit über den Rand der Quersfurche geschlängelt hervorragen. Es könnte dieses Bild nun recht wohl der freie Rand einer kontraktilen Membran sein, wie sie BERGH den meisten Cilioflagellaten in der Quersfurche zuschreibt, doch deuten schon gewisse Modalitäten der Osmiumpräparate darauf hin, dass dies nicht der Fall sein dürfte. Wie es in Fig. 2 dargestellt ist findet man nicht selten, dass der geschlängelte Faden ziemlich verschieden weit abstehende Wellen in der Quersfurche bildet und ferner ist häufig zu beobachten, dass

---

diese Erklärung durch ihre Einfachheit viel Bestechendes besitzt, halte ich sie doch nicht für sehr wahrscheinlich, da nämlich die schwärmenden Individuen sich schon zu einer Zeit (zwischen 12 und 1 Uhr Mittags) verloren, wo die Intensität der Belichtung noch nicht wesentlich nachgelassen hatte, auch wenn wir berücksichtigen, dass die Lage unserer beiderseitigen Untersuchungsfenster eine üstliche war.

der Faden an einer oder der anderen Stelle der Quersfurche bruch-sackartig, in mehrfachen Schlingen aufgeknäuel, hervorhängt, wie es in Fig. 1 bei *fg*, jedoch nur in geringer Ausbildung, angedeutet ist. Dieses Verhalten harmonirt nun weit mehr mit der von KLEBS vertretenen Ansicht, dass in der Quersfurche eine zweite geschlängelte Geißel verlaufe. Eine Bestätigung dieser Anschauung erhielt ich durch Herstellung von Präparaten mit schwacher Chromsäure (1 %), welcher  $\frac{1}{10}$  % Osmiumsäure zugesetzt war. Jetzt treten zwei Geißeln deutlich hervor (Fig. 3), die uns schon bekannte hintere *g*, welche nach dieser Behandlung etwas mehr gewunden ist und eine zweite längere (*fg*), welche vor dieser, in der Höhe des Beginns der Quersfurche entspringt und sehr vielfach eng geschlängelt ist. Ich muss nun mit KLEBS diese zweite geschlängelte Geißel als die in der Quersfurche gelegene betrachten und finde auch keine Anhaltspunkte dafür, dieselbe nur als einen losgerissenen kontraktilen Saum zu betrachten. Behandelte ich nur mit 1 %iger Chromsäure, so fand sich seltsamerweise nur diese geschlängelte lange Geißel vor, welche immer irgend wo aus der Quersfurche hervorragte und mit ihrem freien Ende am Deckglas oder Objektträger angeklebt war. Ich kann mir dies Verhalten nur dadurch erklären, dass unter diesen Umständen die hintere Geißel abgestoßen wird.

Dass nun die Deutung der Geißelverhältnisse, wie ich sie in Bestätigung der KLEBS'schen Resultate vorgetragen habe, die richtige sein dürfte, wird sich bei der Besprechung der an den marinen Formen gemachten Beobachtungen ferner ergeben. Zunächst will ich kurz mittheilen, was ich über die so häufige Abstoßung der Geißeln beobachten konnte. Die Glenodinen stellen zunächst allmählich ihre Bewegungen ein und liegen ruhig da, wobei von der hinteren Geißel nichts mehr zu sehen ist. Dann bemerkt man plötzlich, wie sich in der Gegend der Quersfurche eine Geißel zu einem dichten korkzieherartigen Gewinde aufrollt und deshalb, über den Rand des Wesens vorspringend, sichtbar wird. Ganz kurz darauf löst sich diese zu einem kleinen Packet aufgerollte Geißel mit einem Ruck von dem Körper ab und bewegt sich ein Stück weit fort. Dieses kleine Geißelpacket kann nun zunächst einige Sekunden ruhig liegen bleiben und dann plötzlich in heftige umherflatternde Bewegungen übergehen oder es schwimmt gleich nach der Abstoßung in dieser Weise weiter. Diese Bewegung der abgelösten Geißel dauert etwa eine Minute oder wenig länger lebhaft fort, so dass es mit stärkeren Vergrößerungen recht schwierig ist, ihr zu folgen. Dabei

bleibt die Geißel stets eng aufgerollt. Endlich gelangt sie zur Ruhe, indem sie ohne Zweifel völlig abstirbt.

Ich glaube nun nicht fehl zu gehen, wenn ich den eben beschriebenen Process, den ich vielleicht ein dutzend Mal und mehr in gleicher Weise beobachtet habe, für die Ablösung der Quersfurchegeißel halte. Auch glaube ich mich ein- oder zweimal überzeugt zu haben, dass die hintere Geißel, schon bevor das Glenodium seine Bewegungen völlig einstellt, abgestoßen wird und zwar ohne sich dabei aufzurollen, doch kann ich dies nicht mit aller Bestimmtheit behaupten, wenn ich auch fest überzeugt bin, dass die sich ablösende Geißel wirklich die der Quersfurche ist.

Es bedarf wohl kaum eines besonderen Hinweises, dass die im Obigen geschilderte Beobachtung einer sich noch nach der Ablösung eine Zeit lang lebhaft bewegenden Geißel, eine besondere Wichtigkeit für die Beurtheilung der Kontraktionsbewegungen dieser Organe besitzt. Obgleich nämlich die Ansicht, dass der Sitz der Bewegung der Geißeln in ihrer eigenen Substanz zu suchen sei, sich wohl ziemlich allseitige Zustimmung erworben hat, fehlte es doch bis jetzt an direkt überzeugenden Nachweisen hierfür. Durch die Thatsache, dass eine Geißel sich unter Umständen auch nach Ablösung von ihrer Befestigungsstätte noch lebhaft bewegen kann, scheint dieser Nachweis jedoch in bestimmtester Weise erbracht. So viel ich weiß, wurde eine ähnliche Beobachtung bis jetzt noch nicht gemacht, wenigstens konnten unzweifelhaft aktive Bewegungen abgelöster Geißeln bis jetzt noch nicht festgestellt werden.

Die Schilderung der übrigen Organisationsverhältnisse, so weit ich dieselben beobachtet habe, kann ich kurz fassen. Eine dünne, dem Körper direkt aufliegende Hülle ist bei allen von mir beobachteten Individuen vorhanden gewesen, womit ich jedoch nicht in Abrede stellen will, dass zuweilen auch ganz nackte auftreten mögen. Die Hülle wird erst deutlich sichtbar, wenn sich der Körper unter dem Einfluss tödtender Reagentien kontrahirt und von der Hülle etwas entfernt. Auch bei den nach Verlust der Geißeln ruhend gewordenen Individuen tritt die Hülle nach einiger Zeit deutlich hervor, da sich der Weichkörper etwas zusammenzieht. Bei solchen ruhenden Formen tritt, so weit ich die Sache verfolgen konnte, eine besondere Cystenhülle nicht auf, sondern es ist die umhüllende Haut direkt aus der Hülle der beweglichen Wesen hervorgegangen, obgleich an der Hülle eine Andeutung der Quersfurche gewöhnlich nicht mehr zu sehen ist. Dies beruht wohl darauf, dass dieselbe allmäh-

lich verstreicht. Die Cellulosereaktion der Hülle ist leicht und deutlich zu erhalten.

Die Färbung des Körpers wird von einer dichten, einschichtigen Lage von Chromatophoren (*ch*) bewirkt, welche sich in der peripherischen Plasmaregion finden. Es sind etwas stäbchenartig gestaltete Gebilde (Fig. 1), die senkrecht zu der Oberfläche des Körpers angeordnet sind, sich in ihrer Gesamtheit also radiär gruppieren. Werden dieselben durch Zerdrücken der Glenodinen isolirt, so erscheinen sie als rundliche oder ovale Körperchen (Fig. 6 *a*—6 *b*), welche nicht vollständig von gefärbter Substanz gebildet werden; die letztere erscheint vielmehr dem ganz hellen und blassen Umriss in Gestalt einer oder auch zweier unregelmäßiger Massen eingelagert. Jedenfalls beruht dieses Aussehen auf einer Quellung der isolirten Chromatophoren, scheint mir aber dennoch auf besondere Verhältnisse hinzuweisen. In physiologischer Verbindung mit den Chromatophoren stehen die stets in ziemlich reichlicher Zahl vorhandenen Stärkekörnchen; morphologisch erscheinen sie jedoch von den Chromatophoren gesondert, liegen nicht etwa in denselben, sondern mehr central, um den Nucleus angehäuft (Fig. 1 *a*). Sie bläuen sich mit Jod lebhaft und zeigen nach der Isolation ovale, oder etwas eckige bis unregelmäßige doppeltkonturirte Umrisse, wie sie überhaupt kleinste Stärkekörnchen häufig darbieten.

Das Stigma (*oc*) war, wie bemerkt, als ansehnliches Gebilde bei allen von mir gesehenen Individuen vorhanden und fand sich stets an der für dasselbe bei den Cilioflagellaten charakteristischen Stelle, nämlich in der Längsfurche (Fig. 1—3 *oe*). Es ist eine ziemlich breite, lebhaft rubinroth gefärbte Platte, welche die ganze Breite der Längsfurche erfüllt und wie bei den meisten Flagellaten ganz peripherisch, dicht unter der Oberfläche der Furche liegt, wie die Betrachtung im optischen Schnitt (Fig. 2—3) deutlich verräth. Sein vorderer Rand ist etwas konkav ausgeschnitten, der hintere konvex vorspringend, so dass die Gesamtgestalt eine annähernd hufeisenförmige wird, was auch EHRENBERG schon deutlich abbildete. Natürlich ist die Stigmaplatte, da sie sich der Furche innig anschmiegt, ausgehöhlt wie diese. Bei genauerem Zusehen erscheint sie wie bei zahlreichen Flagellaten, speciell den Euglenen, aus kleineren Körnchen zusammengesetzt (Fig. 7) und zerfällt auch bei dem Zerdrücken der Glenodinen leicht in kleine Körnchen oder Kügelchen.

Dass es sich hier um ein Gebilde handelt, welches in jeder Hinsicht den Augenflecken der Flagellaten entspricht, ergibt sich

auch aus seinem Verhalten gegen Jod, durch welches es schwarzblau wird und gegen konzentrierte Schwefelsäure, die gleichfalls eine schwarzblau Färbung bewirkt. Es lässt sich also das Vorkommen echter Stigmen bei den Cilioflagellaten nicht bezweifeln.

Nicht selten treten jedoch bei unseren Glenodinien auch im centralen Plasma mehr oder minder unregelmäßig gestaltete bräunliche bis bräunlichrothe Körper auf, von jedenfalls fettartiger Natur. Speciell bei den ruhenden Formen bildet sich dieses Fett wie bei zahlreichen Flagellaten allmählich in größerer Menge aus, was hier wie bei den Flagellaten wohl damit zusammenhängen könnte, dass im ruhenden Zustand ein geringerer Verbrauch dieses Assimilationsproduktes stattfindet. Schon die abweichende Färbung genügt jedoch, diese Einschlüsse von dem Stigma zu unterscheiden, womit ich jedoch nicht behaupten will, dass beiderlei Gebilde auch chemisch wesentlich verschieden seien.

Nahezu im Centrum des Körpers liegt der relativ ansehnliche kuglige Nucleus (*n*), welcher im lebenden Zustand als hellerer Fleck erscheint. An präparierten und gefärbten Exemplaren, besser jedoch an durch Zerdrücken isolierten Kernen (Fig. 9), ergibt sich die Nucleusstruktur als eine sehr fein-netzige mit dunkleren und etwas dickeren Knotenpunkten der Maschen. Von einer besonderen Kernmembran ließ sich auch am isolierten Nucleus nichts wahrnehmen. Die Deutung der Kernstruktur wird uns erst später bei den marinen Cilioflagellaten besonders beschäftigen.

Eine kontraktile Vacuole konnte auch ich nicht auffinden, dagegen finden sich nicht selten eine bis mehrere gewöhnliche Vacuolen auf der Ventralseite der vorderen Körperhälfte oder auch auf der Grenze der beiden Körperhälften.

Zum Schluss der Betrachtung des *Glenodium einctum* habe ich noch der eigenthümlichen ruhenden Zustände, die in Fig. 4 und 5 dargestellt sind, und welche sich recht häufig vorfanden, kurz zu gedenken. Dieselben sind stets oval, größer wie die gewöhnlichen Individuen und immer durch Vorhandensein zweier Stigmata und zweier Kerne ausgezeichnet. Die ersteren liegen entweder in gerader Linie hinter einander oder sind wie in Fig. 5 zu der Längsrichtung des Ganzen etwas schief gestellt. Die Kerne besitzen dieselbe Struktur wie die der gewöhnlichen Individuen, wovon ich mich durch Präparation und Färbung überzeugte, dagegen gewöhnlich eine abweichende Gestalt. Im Gegensatz zu der kugligen Form der gewöhnlichen Kerne sind nämlich die der fraglichen Zustände ellipsoidisch

und zwar so gestellt, dass ihre unter einander parallelen Längsachsen ziemlich senkrecht zu der Längsrichtung der betreffenden Ruhezustände gerichtet sind. Man beobachtet weiter deutlich die Quersfurche, welche in sehr steiler Schraubenlinie den Körper umkreist, so dass ihre beiden ventralen Enden weit von einander gerückt erscheinen (Fig. 4). Die beschriebenen Zustände sind nun ganz ähnlich den von KLEBS bei verschiedenen Formen geschilderten schiefen Theilungszuständen ruhender Formen und auch den von STEIN Taf. XII Fig. 24 abgebildeten schiefen Theilungszuständen in Cysten, welche wahrscheinlich zu *Peridinium cinctum* gehörten. Ihre Entstehung kann man sich in der Weise vorstellen, dass sich das Glenodinium in die Länge streckte, wobei die Quersfurche zu einer steilen Schraube wurde, ein zweiter Augenfleck auftrat (und zwar wäre dann der mittlere der neue) und der Kern sich getheilt hätte. Diese Auffassung wird noch dadurch gestützt, dass ich bei manchen dieser Zustände eine schwach ausgeprägte Einschnürung beobachtete, welche nahezu senkrecht zu der Quersfurche verlief und dieselbe etwa in der Mitte ihres Verlaufs kreuzte, aber über die ventrale Seite hinzog, nicht über die dorsale, wie der größte Theil der Quersfurche. Diese Einschnürung wäre dann als die erste Andeutung der Durchschnürung der Theilhälften zu betrachten. Wenn nun auch diese Auffassung der beschriebenen Zustände als Theilungen recht plausibel erscheint, so konnte doch an keinem der zahlreich untersuchten Exemplare, trotz viele Tage fortgesetzter Beobachtung, eine Veränderung bemerkt werden. Unter diesen Umständen erhebt sich die Frage ob es sich hier vielleicht um Kopulationsformen handle. Aber auch diesem steht entgegen, dass eine weitere Veränderung nicht zu beobachten war; die Vereinigung der beiden Abschnitte machte keine Fortschritte.

Daher halte ich es für das Wahrscheinlichste, dass hier Theilungszustände vorliegen, welche aus irgend welchen Gründen nicht zur Vollendung gelangten. Wir wissen, dass bei gewissen Flagellaten solche Zustände nicht selten vorkommen und auch beweglich werden können. Letzteres trifft wohl auch für unsere Form zu, denn Prof. ASKENASY fand auch bewegliche Zustände der beschriebenen Art und KLEBS ist ja auch der Ansicht, dass die von STEIN beschriebenen vermeintlichen Copulationsformen nur solche beweglich gewordene unvollständige Theilungszustände waren, eine Ansicht, der man (vielleicht mit Ausnahme der bei *Amphidinium* beobachteten Erscheinungen) wohl zustimmen muss. Ich kann nun aber an dieser

Stelle nicht unberücksichtigt lassen, dass sich Prof. ASKENASY bei unserem *Glenodinium* von dem Vorkommen wirklicher Kopulation bestimmt überzeugt haben will und auch die oben geschilderten Ruhezustände für Kopulationsformen hält. Seiner Freundlichkeit verdanke ich hierüber, wie über den Process des Wiederausschlüpfens der gewöhnlichen Ruhezustände den nachfolgenden Bericht, welcher um so mehr Interesse besitzt, als gesicherte Beobachtungen über Kopulation der Cilioflagellaten bis jetzt noch nicht vorlagen.

»A. Kopulation. Ich habe mehrfach kopulirende Paare von *Glenodinium cinetum* beobachtet und in einigen Fällen dasselbe Paar längere Zeit bis zum Aufhören der Bewegung verfolgt. Die kopulirenden Exemplare finden sich zwar nicht gerade häufig, doch habe ich zuweilen bei reichlichem Material in jedem Tropfen unter vielen einzelnen sich bewegenden Formen immer auch je 1 oder 2 kopulirende Paare angetroffen. Die kopulirenden Formen haften zunächst an einem Punkte zusammen und zwar regelmäßig so, dass der hintere mit Augenpunkt versehene Pol des einen Individuums an dem vorderen des anderen anhaftet. Sie bewegen sich dann längere Zeit in Zusammenhang bleibend im Wasser umher. Sie reißen sich aber auch manchmal wieder von einander los und man sieht dann oft, dass sich die betreffenden Individuen wieder an andere anhängen. Wenn aber ein solches Paar längere Zeit in Verbindung geblieben ist, bemerkt man, dass das Anhaften inniger und fester geworden ist. Die beiden Individuen haften nun nicht mehr nur an einem Punkte an einander, sondern mit mehr oder weniger breiter Fläche, zuweilen auch so, dass sie seitlich etwas über einander geschoben erscheinen. Man erkennt solche Paare unter den einzeln sich bewegenden sofort an der unregelmäßigen Gestalt und der schwerfälligen, unregelmäßigen Bewegungsweise. Die Bewegung der Paare dauert recht lange, ich habe sie auf dem Objektträger einige Male über eine Stunde lang verfolgt. Schließlich hört sie plötzlich auf, man erkennt noch an den ruhig liegenden kurze Zeit das Schwingen der langen Geißeln. Dann hört auch dies auf und die Zygote (wenn man das Kopulationsprodukt so nennen darf) bleibt ruhig liegen. Je nach Umständen ist die Größe der Kopulationsstelle und danach das Aussehen der Zygote verschieden. Manchmal erstreckt sich die Verbindungsstelle nur auf einen geringeren Theil der Außenfläche, manchmal auf einen größeren. Immer aber ist bei denjenigen Formen, deren zur Ruhekommen ich direkt unter dem Mikroskop beob-

achtete, die Gestalt eine etwas biskuitförmige. An der Zygote sind die zwei Augenflecke und eben so die zwei Zellkerne deutlich zu erkennen. Der eine Augenfleck befindet sich gewöhnlich nahe an der Verbindungsstelle der beiden Individuen, doch etwas seitlich davon. An der Verbindungsstelle selbst findet man eine deutliche Kontinuität des Plasmas. Unter dem untersuchten Material finden sich nicht selten regelmäßig ellipsoidische Glenodinen, etwa doppelt so groß wie die Einzelindividuen mit zwei Zellkernen und zwei Augenflecken. Ich stehe nicht an, diese für Kopulationsprodukte zu halten; die minder regelmäßige Gestalt bei denen, deren Kopulation ich direkt beobachtete, ist wohl einfach eine Folge der ungünstigen Einwirkung der äußeren Verhältnisse, die mit der Beobachtung im hängenden Tropfen oder auf dem Objektträger nothwendig verbunden ist, und für welche die Glenodinen sehr empfindlich sind. Unter diesen Umständen wird die Bewegung früher sistirt als sonst und die während derselben allmählich erfolgende Verschmelzung des Plasmas an den sich berührenden Flächen der beiden Individuen findet nicht in normaler Weise statt. An den zur Ruhe gekommenen Zygoten bemerkt man deutlich eine (doppelt konturirte) Membran. Die kopulirenden Individuen sind aber wahrscheinlich ohne eine solche; wenigstens konnte ich dies in einem Falle sicher ermitteln. Ein kopulirendes Paar, das ich etwa eine Stunde beobachtet hatte und das augenscheinlich nahe daran war in Ruhezustand überzugehen, erfuhr durch allmähliche Verdunstung des Wassers einen stätig gesteigerten Druck seitens des Deckglases; plötzlich schwoh es gewaltig zu einem beträchtlich größeren Volumen an und zerplatzte schließlich, wobei sich der Inhalt in mehrere kuglige Tropfen ballte, ohne dass irgend etwas von einer Hülle sichtbar war, die doch beim Zerdrücken gewöhnlicher Einzelindividuen sehr deutlich sichtbar wird. Eine weitere Entwicklung der Zygoten wurde nicht beobachtet, doch wurden einzelne zygotenähnliche Körper gefunden, die in der Mitte eine deutliche Querscheidewand zeigten.

B. Häutung. Wenn man schwärmende Individuen von *Glenodium* auf dem Objektträger oder im hängenden Tropfen beobachtet, so bemerkt man, dass sie nach kürzerer oder längerer Zeit, spätestens nach ein bis zwei Stunden, zur Ruhe kommen und ihre Cilien abwerfen. Ich bewahrte eine Anzahl solcher Individuen im hängenden Tropfen im dampfgesättigten Raume auf und untersuchte sie jeden Tag zwei oder dreimal unter dem Mikroskop. Das Wasser des Tropfens wurde von Zeit zu Zeit erneuert. Mehrere Tage hindurch

konnte ich keinerlei Änderung bemerken. Als ich aber nach Verlauf einer Woche eines Abends die betreffende Musterung vornahm, fand ich, dass die Mehrzahl der Individuen sich gehäutet hatte. Die alten seitlich an der einen Grenze der Quersfurche aufgerissenen Häute lagen hier und da herum, eben so die ausgestretenen mit neuer Haut versehenen Exemplare, die den alten ganz ähnlich gebildet und sämmtlich in den Ruhezustand übergegangen waren. Einzelne steckten noch theilweise in ihrer Hülle, waren aber (wahrscheinlich beim Austreten) abgestorben, wie man (bei sonst unverändertem Aussehen) aus ihren unregelmäßig begrenzten Vacuolen mit lebhafter Molekularbewegung erkennen konnte. Am nächsten Tage Nachmittags gelang es mir ein Glenodinium zu beobachten in dem Augenblick, wo es aus der alten Hülle austrat. Dieses Austreten geschieht durch einen seitlichen Spalt an der äquatorialen Furche. Der Spalt war in dem beobachteten Fall ziemlich eng, man konnte deutlich bemerken, wie der Körper des Glenodinium beim Austreten gedehnt wurde. Selbst der Kern zeigte deutlich eine durch Zerrung bewirkte Gestaltänderung. Der Vorgang bot ganz dasselbe Bild dar wie wenn ein nackter Algenschwärmer aus seiner Mutterzelle durch eine seitliche Öffnung austritt. Danach glaube ich denn auch mit Sicherheit behaupten zu dürfen, dass das Glenodinium während des Ausschlüpfens aus der alten Hülle eine feste Membran noch nicht besitzt. Die Dauer des Austritts betrug nur etwa eine Minute oder weniger; so wie der ganze Körper des Glenodiniums aus der alten Hülle sich befreit hatte, nahm er sofort die normale Gestalt an. Er bewegte sich dann einige Minuten in gewohnter Weise, dann hielt er plötzlich still; die Geißeln wurden abgeworfen und er ging in Ruhezustand über. Er zeigte sich dann anscheinend bereits mit einer Membran umhüllt, so weit man dies durch lediglich optische Mittel feststellen konnte. Bemerkenswerth scheint mir, dass, nachdem mehrere Glenodiniumen sich gehäutet hatten, unter der nicht sehr großen Zahl von Individuen, die im hängenden Tropfen gezogen wurden, mehrere an dem doppelten Zellkern und den zwei Augenflecken kenntliche Zygoten waren, die ich früher nicht bemerkt hatte. Ich glaube daraus schließen zu dürfen, dass namentlich frisch ausgeschlüpfte hautlose oder dünnhäutige Glenodiniumen kopuliren, wofür auch die früher erwähnte Beobachtung über das Zerplatzen eines kopulirenden Paares spricht.«

## 2. Beobachtungen an marinen Formen der Kieler Bucht.

Die zur Untersuchung gekommenen Formen waren *Ceratium Tripos* und *Fusus*, *Peridinium divergens*, *Gonyaulax polyedra* St., *Dinophysis acuta* und *Prorocentrum micans*. Außerdem fanden sich in dem Material noch einige Formen spärlich vor, welche ich nicht geauer studirte. Meine Beobachtungen beziehen sich specieller auf die Geißel- und Kernverhältnisse.

Geißeln. Bei allen erwähnten Formen, mit Ausnahme von *Prorocentrum*, konnte ich die Existenz der beiden uns schon bekannten Geißeln sicher nachweisen. Bei *Prorocentrum* habe ich übrigens auf die Geißelverhältnisse auch weniger geachtet und wenigstens einmal die Anwesenheit zweier Geißeln konstatiert, von Cilien des Vorderendes dagegen nie etwas gesehen, die doch wohl sicher erhalten gewesen wären, da bei den in dem Material nicht seltenen Tintinnoiden der Cilienkranz stets auf das beste konservirt war.

Ich beginne die Besprechung mit dem *Ceratium Tripos*, bei welchem ich die Gegenwart zweier Geißeln in einer so großen Anzahl von Fällen konstatierte, dass ich an dem allgemeinen Vorkommen derselben nicht zweifeln kann. Als allgemeine Bemerkung kann ich noch vorausschicken, dass, eben so wenig wie bei *Prorocentrum*, bei irgend einer der untersuchten Meeresformen Cilien in der Quersfurche sich finden.

Die hintere, im Leben gewöhnlich ausgestreckt getragene Geißel fand sich bei den konservirten Exemplaren des *C. Tripos* stets in eine sehr große Anzahl enger Schraubentouren aufgerollt und mehr oder minder in den sog. Geißelspalt zurückgezogen, so dass nur ein beschränkter Theil aus demselben hervorragte (Fig. 10 bis 12 *g*). Wie bekannt kontrahirt sich die hintere Geißel auch während des Lebens häufig in solcher Weise und zieht sich mehr oder weniger in die Geißelspalte zurück. Dass bei unseren Formen dieses Verhalten stets gefunden wurde, beruht ohne Zweifel auf einer entsprechenden Kontraktion und Rückziehung der Geißel bei der Tödtung durch Pikrinschwefelsäure. Die Ursprungsstelle der Geißel liegt weit nach vorn in der Geißelspalte dicht bei oder neben dem linken Ende der Quersfurche (Fig. 10, 11 und 13). Es ist natürlich, dass die genaue Feststellung der Ursprungsstelle gewisse Schwierigkeiten besitzt; bald sah ich sie etwas nach hinten von dem linken Ende der Quersfurche, bald dicht neben demselben entspringen. Dicht

neben der geschilderten Geißel entspringt nun auch die zweite (*fg*) und zwar deutete die Mehrzahl der beobachteten Fälle darauf hin, dass dieselbe etwas vor der ersteren ihren Ursprung nimmt. Meist erschien diese Geißel als ein in eine unzählbare Menge von schraubigen Schlingen gelegter Faden, welcher sich in etwas verschiedenen Richtungen über den Bauchausschnitt erstreckte (Fig. 10). Bei einigen Individuen konnte jedoch kein Zweifel herrschen, dass auch die zweite Geißel entweder nur in ihrem proximalen Abschnitt oder in ihrer ganzen Länge in den Längsspalt, neben die erstbesprochene, eingelagert war. Das ersterwähnte Verhalten der zweiten Geißel konnte auch KLEBS (1884) mehrfach konstatiren.

Dass nun aber auch bei *Ceratium Tripos* diese zweite Geißel gewöhnlich in der Quersfurche verläuft, ergaben eine Reihe von Individuen, bei welchen sich ihr proximaler Theil noch auf eine mehr oder minder beträchtliche Strecke in der Quersfurche befand und nur ihr Ende aus derselben hervorragte (Fig. 11—13). Dabei biegt sich die Geißel von ihrer Ursprungsstelle natürlich in den linken ventralen Theil der Quersfurche, läuft also, von links auf der Ventralseite beginnend, über die linke Seite auf den Rücken und schließlich im normalen, ausgedehnten Zustand, wohl auch rechts über die rechte Seite wieder auf die rechte Bauchfläche zurück. Dass die Geißel bei den konservirten Individuen stets nur einen geringen Theil der Länge der Quersfurche erfüllte, beruht sonder Zweifel auf ihrer beträchtlichen Zusammenziehung bei der Abtödtung, welche sich ja in der dichten Schlingenbildung ausspricht. Ob die Geißel auch in dem lebenden Zustand zuweilen aus der Quersfurche hervorgestreckt wird, oder ob das erstbeschriebene Verhalten derselben auch bei *Ceratium Tripos* nur durch Hervorschnellung bei der Tödtung erklärt werden muss, kann natürlich nur an lebendem Material festgestellt werden. Nicht unerwähnt darf ich den zwar nur einmal beobachteten Fall lassen, wo sich mit aller wünschenswerthen Sicherheit in der Längsspalte zwei nach hinten gerichtete Geißeln fanden und daneben noch die über die Bauchfurche quer nach rechts herübergelegte Quersfurchengeißel. Ich kann es daher nicht für unmöglich halten, dass sich zuweilen zwei hintere Geißeln finden, wie sie CLAPARÈDE und LACHMANN gelegentlich bei *Ceratium cornutum* beobachtet haben wollen. Auch KLEBS neigte sich in seiner ersten Arbeit dieser Ansicht, speciell für die eben erwähnte Form, zu, kommt dagegen in der jüngst publicirten zu der Auffassung, dass diese zweite hintere Geißel wohl die Quersfurchengeißel gewesen sei. Wie

gesagt muss ich, nach der zwar nur einmal bei *Ceratium Tripos* gemachten Beobachtung, die gelegentliche Verdoppelung der hinteren Geißel für möglich halten.

Es wurde oben mehrfach des Geißelspaltes gedacht, in welchem die hintere Geißel mit ihrem proximalen Abschnitt eingelagert ist und aus dessen hinterem Ende sie frei hervortritt. Die Beschaffenheit dieses Spaltes und des ganzen sog. Bauchausschnittes (Bauchfurchung = Längsfurchung) verdient wohl noch einige Worte, da hierüber etwas verschiedene Ansichten geäußert worden sind. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der ganze sog. Bauchausschnitt der Ceratien der Längsfurchung der übrigen Cilioflagellaten entspricht und sich von dieser nur durch seine große Verbreiterung unterscheidet. BERGH ist nun wie CLAPARÈDE und LACHMANN u. A. der Ansicht, dass in der gesammten Ausdehnung des Bauchausschnittes das Körperplasma unbedeckt, nackt sei. Mit STEIN muss ich diese Vorstellung als unrichtig bezeichnen. Der Bauchausschnitt oder die Längsfurchung ist von einer dünnen Fortsetzung der Zellhülle überkleidet, welche STEIN die sog. Mundplatte nennt. Nur längs der hinteren Hälfte des linken Seitenrandes des Bauchausschnittes findet sich eine spaltenförmige Unterbrechung, die Geißelspalte (Fig. 10 *l*), in der Membran der Bauchfurchung, über die ich nach meinen mehr gelegentlichen Beobachtungen Folgendes berichten kann. Diese Geißelspalte beginnt an dem linken Ende der Querspalte und erstreckt sich von hier längs dem linken hinteren Seitenrand des Bauchausschnittes, jedoch in einiger Entfernung von demselben nach hinten bis nahe zu dem Hinterrand der Bauchfurchung.

Sie wird dadurch gebildet, dass das Plasma des Bauchausschnittes in ihrer Ausdehnung sich zu einer ziemlich tiefen Längsrinne einsenkt, welche in der Ansicht von vorn oder hinten im optischen Querschnitt deutlich wahrzunehmen ist und sich sogar schon auf EHRENBURG's Taf. XXII Fig. 13, 5, dargestellt findet (Fig. 13 *l*). Der rechte freie Rand (*r*) dieser Längsrinne legt sich etwas dachartig über dieselbe herüber, wie auf dem optischen Querschnitt (Fig. 13) gut zu sehen ist und bewirkt, dass die ventrale Öffnung der Rinne sich als ein enger Längsspalt darstellt. Auch der linke Rand der Rinne scheint sich wenigstens gegen ihr hinteres Ende zu etwas zu erheben (Fig. 10). Die Membran des Bauchausschnittes schlägt sich nun um den dachartigen rechten Rand herum und hört am Grunde der Rinne auf und auch am linken Rande reicht die Membran bis an den Grund der Furchung heran.

Am hinteren Ende mündet die Rinne auf dem Bauchausschnitt durch ein ovales Loch (Fig. 11 *l*), aus welchem die hintere Geißel hervorragt und dessen hinterer Rand sich in den Boden der Rinne fortsetzt, während der vordere Rand gespalten ist, indem er in die beiden Seitenränder der Rinne oder des Geißelspaltcs übergeht. Die ganze Einrichtung ist etwas schwer zu verstehen und wird sich an lebenden Exemplaren leichter studiren lassen, da der Plasmakörper bei den konservirten von der Membran zurückgezogen ist und dadurch das Bild complicirter wird. STEIN giebt den Geißelspalt (»Mundspalt« nach ihm) bei den abgebildeten Ceratien richtig an, scheint jedoch gerade bei *Ceratium Tripos* seine Bildung weniger genau verfolgt zu haben wie bei anderen, namentlich *Ceratium cornutum* und *macroceros*, wo er den dachartig vorspringenden rechten Rand der Längsrinne deutlich zeichnet und eben so deren hintere ovale Öffnung.

Bei *Ceratium Fusus* finden wir im Wesentlichen dieselben Verhältnisse, indem auch hier zwei Geißeln dicht neben dem linken ventralen Ende der Querfurchc entspringen (Fig. 31), von welchen die eine zuweilen auch nach links in der Querfurchc verlief und eine Strecke weit in dieselbe eingelagert war. Bei dieser Art (in minderem Grad auch bei *Ceratium Tripos*) ist an den konservirten Exemplaren das Körperplasma im hinteren Theil des Bauchausschnittes stets bruchsackartig hervorgequollen und hat die den Bauchausschnitt bedeckende Membran mehr oder minder unregelmäßig abgehoben. Man muss sich darum bei *Ceratium Fusus* hüten, nicht etwa den optischen Durchschnitt dieser Membran in der seitlichen Ansicht für eine Geißel zu halten, was bei flüchtiger Untersuchung wohl geschehen kann.

Bei *Gonyaulax polyedra* St., auf dessen Geißelverhältnisse ich nicht besonders achtete, gelang es mir doch einmal an einem in der Rückenansicht beobachteten Individuum (Fig. 20) die hintere Geißel (*g*) in der Längsfurchc auf das deutlichste zu sehen und gleichzeitig die Querfurchengeißel (*fg*) in dem ganzen dorsalen Verlauf der Querfurchc nachzuweisen.

Besonders interessant erschienen die Verhältnisse bei *Peridinium divergens*. Hier entspringen die beiden Geißeln in der Längsfurchc (Fig. 22 *a*). Die hintere, so weit ich mich zu überzeugen vermochte, ziemlich weit hinten, die vordere ziemlich an dem vorderen Ende dieser Furchc. Die Querfurchengeißel (*fg*) fand ich zuweilen eine Strecke weit in die Querfurchc eingelagert; an dem

in Fig. 22 *a* abgebildeten Exemplar, wo ich sie am deutlichsten studiren konnte, war sie jedoch in ganzer Länge aus der Furche hervorgeschleudert. Zunächst fällt auf, dass diese Geißel hier eine viel bedeutendere Länge besitzt wie die Längsfurchengeißel (*g*) und dann glaube ich mich bei diesem Individuum mit aller Sicherheit überzeugt zu haben, dass die Quersfurchengeißel, wenigstens in fast ihrer ganzen Länge, bandförmig gestaltet ist, entsprechend der Beschreibung, welche KLEBS in seiner ersten Abhandlung von der Quersfurchengeißel des *Peridinium tabulatum* gab. Der eine Rand des Bandes war ziemlich gerade gestreckt, der andere vielfach in feine Schlingen gelegt. Bei aufmerksamem Zusehen ließ sich ferner wahrnehmen, dass dieses Band nicht homogen ist, sondern Reihen feiner Körnchen aufweist (Fig. 22 *b*), welche in der Längs- wie in der Querrichtung durch feinste Fädchen verbunden sind. Natürlich ließ sich nur an gewissen Stellen des Geißelbandes die Überzeugung gewinnen, dass eine derartige Struktur vorhanden ist. Ich halte dieselbe für den Ausdruck der Netzstruktur des Plasmas des Geißelbandes und werde bei späterer Gelegenheit auf dieses wichtige Verhalten nochmals zurückkommen.

Es erübrigt uns nun noch, der *Dinophysis acuta* kurz zu gedenken. Auch bei dieser Form ließ sich die Existenz der beiden Geißeln mehrfach nachweisen (Fig. 23). Die hintere entspringt, wie es STEIN im Gegensatz zu BERGH angiebt, etwas vor der mittleren Verdickungsrippe der großen linken Flügelleiste der Längsfurche und ist beträchtlich kleiner als die Quersfurchengeißel. Letztere entspringt ziemlich dicht vor der ersteren und ist auf der Fig. 23 aus der Quersfurchen hervorgeschleudert; doch beobachtete ich auch ein Individuum, bei welchem sie noch in der Furche verlief und zwar wendet auch sie sich auf die linke Seite und schlägt sich über den Rücken rechts herum.

Hiermit habe ich das über die Geißelverhältnisse Beobachtete mitgeteilt und glaube danach, es kann kein Zweifel mehr sein, dass die zuerst von KLEBS entdeckten Einrichtungen sich bei der ganzen Gruppe in gleicher Weise wiederfinden.

Der Bau der Kerne der marinen Formen. Wie die Flagellaten scheinen auch die Cilioflagellaten fast stets einen einzigen Kern zu enthalten; nur bei einem Präparat von *Ceratium Tripos* aus dem Mittelmeer fand ich zwei Kerne neben einander; da dasselbe jedoch nicht gefärbt ist, so will ich auf diese Beobachtung keinen großen Werth legen. Den besten Einblick in den interessan-

ten Bau der Kerne gewährt eben das *Ceratium Tripos*. Ich bemerke im Allgemeinen, dass ich die Untersuchung der Kerne an mit Alaunkarmin gefärbten und in Kanadabalsam eingeschlossenen Präparaten vornahm.

Der Beschreibung des feineren Baues der Kerne von *Ceratium Tripos* will ich vorausschicken, dass der Nucleus bei dieser Form stets in der vorderen Körperhälfte liegt und merkwürdig verschiedene Größenverhältnisse aufweist. Auf Fig. 10 ist ein Kern von etwa Mittelgröße eingezeichnet, doch findet man auch solche, welche nicht unbeträchtlich unter dieser Größe bleiben und wieder andere, welche die doppelte und dreifache Größe erreichen. Die allgemeine Gestalt des Kernes ist kuglig bis ellipsoidisch. Bei der Durchmusterung der Präparate fallen einem zunächst Kerne auf, welche eine exquisit netzförmige Anordnung der gefärbten Kernsubstanz darbieten. Das Bild eines solchen Kernes, natürlich in einem optischen Durchschnitt, giebt die Fig. 14 *a*. Bei einem Kern, welcher die Netzstruktur so scharf und deutlich zeigt, tritt dieselbe aber nicht nur etwa auf einem bestimmten Durchschnitt hervor, sondern in gleicher Weise auf allen parallelen Durchschnittsebenen. Im Hinblick auf die in neuerer Zeit mehrfach geäußerte Ansicht, dass das Bild der Netzstruktur ein trügerisches sei, hervorgerufen durch sich kreuzende Schlingen eines Kernfadens, betone ich noch besonders, dass meiner Ansicht nach bei diesen Präparaten kein Zweifel stattfinden kann, dass es sich wirklich um Netzverbindungen der dunkleren, verdickten Knotenpunkte handelt. Die Maschen des Netzes sind an manchen Kernen so weit und so scharf gezeichnet, wie man es nur wünschen kann. Die äußere Peripherie des Kernes wird in gleicher Weise von Fädchen und Knotenpunkten gebildet.

Man findet nun die verschiedenen Kerne von der verschiedensten Feinheit des Maschenwerkes; neben solchen, wo die Struktur auf das klarste und sicherste festzustellen ist, auch andere, bei denen sie immer feiner wird. Zwischen der Größe der Kerne und der Weite der Netzmaschen scheint keine Beziehung zu existiren. Natürlich könnte man bei den sehr feinnetzigen Kernen nicht mit gleicher Sicherheit ein Urtheil über die Struktur fällen, wenn nicht alle Übergänge in der Weite der Maschen zu beobachten wären.

Das Interessante an diesen Kernen ist nun aber, dass sie nur in einer bestimmten Ansicht den Netzbau zeigen. Dreht man nämlich ein *Ceratium* mit deutlich netzigem Kern um 90 Grad, so zeigt der Nucleus ein ganz anderes Bild. Derselbe ist nun (Fig. 14 *b*)

von dickeren Fäden der Kernsubstanz durchzogen, welche einen ziemlich parallelen Verlauf nehmen und von Oberfläche zu Oberfläche streichen<sup>1</sup>. Die Fäden besitzen schwache Varicositäten. Hieraus erhellt, dass die Netzstruktur nur erscheint, wenn diese dickeren Kernfäden im optischen Querschnitt gesehen werden und dass die Knotenpunkte des Netzes den Fäden entsprechen. Unter sich müssen nun diese Fäden wieder verbunden sein, wie die Netzstruktur beweist. Da nun aber in der Längensicht der Fäden von fadenartigen Verbindungen derselben höchstens schwache Spuren zu sehen sind, worauf ich weiter unten noch zurückkomme, so scheint mir hieraus mit Sicherheit zu folgen, dass die scharf sichtbaren Netzfäden zwischen den Querschnitten der Kernfäden nicht fadenartige Bildungen sind, sondern die optischen Durchschnitte von zärteren Lamellen, welche sich zwischen den Kernfäden in ihrer ganzen Länge ausspannen. Hierfür spricht denn auch, dass man bei Betrachtung eines netzförmigen Kernes nicht nur die Knoten des Netzwerkes beim Heben und Senken des Tubus in den benachbarten Ebenen weiter verfolgen kann, sondern auch die Verbindungsfäden.

Aus diesen Betrachtungen würde sich also ergeben, dass der Bau dieser Kerne nicht ein fädiger sondern ein wabiger ist. Der Kern erwiese sich zusammengesetzt aus von dünnen Scheidewänden gebildeten, drei- bis mehrseitigen Waben, deren Kanten fadenartig verdickt sind und deren Hohlräume von einer helleren, schwächer brechenden und wenig färbbaren Masse, dem sog. Kernsaft, erfüllt sind. Alle Bilder sprechen dafür, dass auch die peripherischen Enden der Waben durch eine dünne Membran abgeschlossen sind, so dass der Kernsaft bei dem wahrscheinlichen Mangel einer Kernmembran nicht mit dem Saft, welcher die Netzmaschen des eigentlichen Plasmas erfüllt, in direkter Kommunikation steht. Die Breite oder Dicke der Waben ist an den verschiedenen Kernen äußerst verschieden und daher auch das auf dem optischen Querschnitt erscheinende Netzwerk von sehr verschiedener Weite, wie früher erwähnt.

Es finden sich nun Kerne, bei welchen dieses Netzwerk und demnach auch die Waben des Kernes auf dem optischen Querschnitt eine gewisse regelmäßige Anordnung zeigen, indem die Scheidewände der Waben in sich kreuzenden, mehr oder weniger parallelén

<sup>1</sup> Es ist bemerkenswerth, dass die Fadenstruktur der Kerne gewöhnlich in seitlicher, so wie Vorder- und Hinteransicht der Ceratien sichtbar ist, also der Verlauf der Kernfäden gewöhnlich der dorsoventralen Achse parallel ist.

Richtungen angeordnet sind. Die Figur 15 giebt ein sehr charakteristisches Bild des optischen Querschnittes eines derartigen Kernes.

Bevor wir zu den Komplikationen übergehen, welche das regelmäßige Gefüge der bis jetzt besprochenen Kerne bei dieser und anderen Formen erleiden kann, bemerken wir einige Worte über die zuweilen in den Kernen des *Ceratium Tripos* sich findenden nucleolusartigen Gebilde. Im Ganzen finden sich solche Nucleoli nicht gerade häufig und treten in der Ein- bis Zweizahl auf (Fig. 17). Sie liegen in kleinen von Kernsaft erfüllten Räumen in dem Kerngerüste und sind ziemlich rund. Es lässt sich nun an größeren solchen Nucleoli, welche sich in der Färbung von dem umgebenden Kerngerüst nicht wesentlich unterscheiden, mit Sicherheit nachweisen, dass auch sie aus einem netzförmigen Gerüst gebildet sind, ganz ähnlich dem eigentlichen Kerngerüst; ob zwar diese Struktur auch für die Nucleoli auf eine wabige Beschaffenheit der Substanz hindeutet, ließ sich nicht sicher feststellen. Ähnliche Nucleoli fanden sich auch zuweilen bei *Peridinium divergens*. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit gleich, dass ich auch bei marinen Rhizopoden in dem Netzgerüst des Kernes zuweilen Nucleoli gefunden habe, welche ebenfalls das deutlichste netzförmige Gefüge zeigten und hoffe diese Untersuchungen in Bälde veröffentlichen zu können.

Nicht immer bietet aber der Kern von *Ceratium Tripos* die bisher geschilderte, relativ einfache und leicht verständliche Struktur dar und die übrigen untersuchten Cilioflagellaten zeigten überhaupt nie einen solch einfachen Bau der Kerne. Die Komplikation hat nun darin ihren Grund, dass die bei *Ceratium Tripos* in so regelmäßiger Weise, ziemlich parallel verlaufenden Kernfäden einen mehr oder weniger gebogenen Verlauf nehmen und namentlich in den verschiedenen Ebenen des Kernes in verschiedenen Richtungen ziehen, so dass sie sich kreuzen. Relativ einfach sind die Verhältnisse noch bei *Ceratium Fusus*. Die entsprechend der Längsstreckung dieser Art auch meist etwas in die Länge gezogenen Kerne zeigen sich gewöhnlich in einer Form, von welcher die Fig. 31 einen Begriff zu geben versucht. Man sieht fast stets die Kernfäden in mehr oder weniger regelmäßigem Verlauf, bei dem einen Kern mehr quer, bei dem anderen mehr schief durch den Kern ziehen, bald geräder in ihrem Verlauf, bald mehr oder weniger geschwungen. Dass man bei dieser Form die Kerne gewöhnlich in der Ansicht erhält, wo sie den fädigen Bau aufweisen, dürfte wohl darauf beruhen, dass sich das *Ceratium Fusus* in Folge seiner Gestaltung meist in seitlicher Ansicht darbietet, in

welcher ja auch die Kerne bei *Ceratium Tripos* den fädigen Bau zeigen. Jedenfalls hat aber schon hier der Verlauf der Fäden, respektive der Waben, in Verbindung mit der Streckung des Kernes eine gewisse Unregelmäßigkeit durch Biegung und Schlingelung erfahren. Doch gelingt es auch bei dieser Form, bei richtiger Lage des Kernes, rein netzige Strukturen zu erblicken, nur tritt hier schon die Erscheinung auf, welche wir bei noch verworrenem Verlauf der Fäden oder Waben deutlicher beobachten werden, dass bei einer gewissen Ansicht meist nicht der ganze Kern das netzige Gefüge zeigt, sondern nur ein größerer oder kleinerer Theil: eine Erscheinung, welche sich leicht daraus erklärt, dass bei dem in verschiedenen Ebenen verschiedenen Verlauf der Waben nicht mehr alle von einer Ebene quer geschnitten werden können, sondern ein Theil quer getroffen, ein anderer in der Längsansicht erblickt wird. Auch bei *Ceratium Tripos* finden sich nicht selten ähnliche Unregelmäßigkeiten in den Wabenzügen, welche dann auch Veranlassung zu ähnlichen Bildern geben, wie ich eines auf Fig. 10 gezeichnet habe. Hier zeigt der größte Theil des Kernes den fädigen Bau und nur ein kleiner den netzigen. Die Erklärung dieses Bildes ergibt sich aus dem Vorbemerkten von selbst.

Ein sehr instruktives Bild bietet ein auf Fig. 16 *b* wiedergegebener Kern von *Peridinium divergens* dar. Er zeigt das fädige Gefüge recht deutlich und zwar in eigenthümlicher, im Wesentlichen konzentrischer Anordnung. Betrachtet man jedoch einen optischen Durchschnitt desselben Kernes in der Längsrichtung, Fig. 16 *a*, so tritt an den beiden Enden die Netzstruktur sehr klar hervor und dazwischen schief verlaufende Fäden. Die Erklärung des Bildes ist für diesen Fall die schon früher gegebene.

Sowohl bei Kernen wie dem letztbesprochenen, wie bei denen des *Ceratium Fusus* glaube ich mich nun auch überzeugt zu haben, dass zwischen den Kernfäden häufig noch sehr zarte Verbindungsfädchen wahrzunehmen sind, welche sich zwischen den Varicositäten derselben erstrecken. Bei *Ceratium Tripos* konnte ich davon nichts Deutliches sehen. Ich neige mich daher der Ansicht zu, dass auch die Wabenträume der Kerne nochmals von sehr zarten Querscheidewänden durchzogen sind.

Betrachten wir nun endlich noch einen Kern des *Prorocentrum micans* (Fig. 19), so finden wir denselben von sehr unregelmäßiger Gestalt, in mehrere zipfelförmige Auswüchse verlängert und zwar findet sich eine der Abbildung ungefähr entsprechende Form des

Kernes recht häufig. Doch giebt es auch Individuen mit ziemlich einfachem, rundlichem Kern. Das fädige Gefüge dieses Kernes ist nun wohl in Verbindung mit seiner Gestaltung noch verworrener und auf der Figur sind die tiefer liegenden Fäden nicht alle angedeutet, um das Bild nicht zu sehr zu compliciren.

Der Kern des *Gonyaulax polyedra* ist gewöhnlich von wurstförmiger bis hufeisenartig gekrümmter Gestalt und in die Äquatorialebene eingelagert, so dass er in den Polansichten am besten zu beobachten ist. Bei ihm ist die Struktur am verworrensten, indem sich die Fäden in den verschiedensten Richtungen unregelmäßig verknäueln. Es scheint, dass eine solche Struktur hier die gewöhnliche ist, während sie bei den übrigen nur gelegentlich vorkommt. Letzterer Umstand dürfte jedoch beweisen, dass auch der Bau dieses verworren-fädigen Kernes im Wesen derselbe ist wie der typische bei *Ceratium Tripos* und es erscheint verständlich, dass es bei einer so verworrenen Anordnung der Fäden und Waben nicht mehr gelingt, die Struktur völlig zu enträthseln.

Der geschilderte Bau der Cilioflagellatenkerne hat nun in mancher Hinsicht ein ziemliches Interesse, wie ich hier noch kurz bemerken will, ohne bei dieser Gelegenheit auf eine allgemeinere Vergleichung desselben mit den neueren Vorstellungen über den Bau der Gewebekerne einzugehen. Namentlich erweckt der verworren knäuelartige Bau unsere Aufmerksamkeit, wegen der großen Ähnlichkeit mit der Struktur der in Theilung begriffenen Kerne der ciliaten Infusorien. Ich kann nicht zweifeln, dass die seit BALBIANI'S Untersuchungen bekannte Knäuelform der sich theilenden Infusorienkerne im Wesentlichen auf denselben Strukturverhältnissen beruht, welche wir an den Kernen der Cilioflagellaten beschrieben. Auch stimmt Dasjenige, was ich in den letzten Jahren gelegentlich von der Struktur der Infusorienkerne beobachtete, mit dieser Auffassung gut überein. Wir finden an den ruhenden Hauptkernen dieser Formen entweder eine ziemlich regelmäßige oder eine mehr verworrene Netzstruktur, deren Rückführung auf ähnliche Verhältnisse wie bei den Cilioflagellaten bei genauerer Untersuchung wohl möglich sein wird. Bei den Suctorien scheint auch im ruhenden Hauptkern wie bei den Cilioflagellaten die fädige oder knäuelartige Struktur nicht selten ausgesprochen zu sein, wie ich aus älteren Untersuchungen entnehmen muss.

Auf die früheren Beschreibungen des Kernbaues der Cilioflagellaten hier näher einzugehen, würde uns zu weit führen. Es

genüge zu erwähnen, dass seither nur Andeutungen des eigentlichen Baues gesehen und als fädige oder stäbchenartige Strukturen geschildert wurden. Die erste derartige Wahrnehmung rührt wohl von ALLMAN<sup>1</sup> her; später haben namentlich KLEBS, POUCHET und neuerdings auch BLANC<sup>2</sup> Ähnliches berichtet. Dagegen findet sich bei BERGH und STEIN nur sehr wenig Genaueres über die feinere Struktur der Kerne. Auch die Arbeit von GOURRET<sup>3</sup> enthält nichts Spezielleres über die Kerne.

Da BERGH bei dem interessanten Polykrikos neben den Hauptkernen noch kleine, den Nebenkernen der Ciliaten entsprechende Gebilde gefunden hat, so erhob sich natürlich die Aufgabe, auch bei den übrigen Cilioflagellaten auf solche zu achten. Ich habe nun auch gelegentlich neben dem Kern bei *Ceratium* und *Dinophysis* etwas schwächer gefärbte Einschlüsse im Plasma beobachtet, welche allenfalls auf Nebenkern bezogen werden könnten, doch streitet dawider die Seltenheit ihres Vorkommens. Bei *Ceratium Tripos* beobachtete ich einmal dicht neben dem Kern ein kleines, schwächer gefärbtes, ganz nucleolenartiges Gebilde; ein ander Mal in einiger Entfernung hinter dem Kern ein größeres, ähnlich gefärbtes, welches ich auf Fig. 29 wiedergebe; der hintere, feinkörnig erscheinende Abschnitt schien äußerst feinnetzig zu sein. In zwei anderen Fällen dagegen fand sich neben dem Kern ein demselben an Größe ziemlich gleicher Körper von schwächerer Färbung; in dem einen Fall ziemlich homogen erscheinend, in dem anderen ziemlich deutlich grobnetzig und im Centrum mit einem rundlichen Gebilde von der Größe und Beschaffenheit der oben bei *Ceratium Tripos* beschriebenen Nucleoli. In beiden Fällen waren der Kern und dieses Gebilde dicht an einander gelagert. Einen ziemlich ähnlichen Einschluss fand ich einmal bei *Dinophysis acuta* etwas vor dem Kern (Fig. 23 x).

Anderer Natur scheinen mir dagegen die neben dem Kern im Plasma bei *Ceratium Fusus* in einigen Fällen beobachteten Einschlüsse zu sein. Es waren dies Gebilde von recht verschiedener Größe, entweder sehr klein, vielleicht von ein Viertel der Kernlänge, oder von den Kern weit übertreffender Größe (Fig. 30 x).

<sup>1</sup> G. J. ALLMAN, Observ. on Aphanizom. and a sp. of Peridinia. Quart. Journ. micr. Science V. III. 1855.

<sup>2</sup> H. BLANC, Note s. le *Ceratium hirundinella*. Bullet. soc. vaud. sc. nat. Vol. XX. 1884.

<sup>3</sup> P. GOURRET, S. les Peridiniens du golfe de Marseille. Annales du Musée d'histoire natur. de Marseille. T. I. 1883. 4 pl.

Sie bestanden aus einem schwach gefärbten und ziemlich homogen scheinenden Plasma und zwei deutlichen, kräftig gefärbten Kernen, welche den Enden der länglichen Gebilde eingelagert waren. Die letzterwähnten Einschlüsse glaube ich wohl sicher für irgend welche fremdartigen, parasitischen Gebilde halten zu müssen; ob sie identisch sind mit den von STEIN bei einer Reihe von Cilioflagellaten gefundenen sog. Keimkugeln, scheint mir sehr zweifelhaft, auch kann ich nicht sicher sagen, ob sie den Körpern entsprechen, welche KLEBS (1884) zuweilen bei Ceratien neben dem Kern fand und vor welchen er einmal bei Ceratium Fusus einen in Gestalt eines kleinen gymnodiniumartigen Wesens aus dem Ceratium hervortreten sah. Ausgedehntere Studien werden aber wohl Aufschlüsse über diese zweifelhaften Gebilde geben und scheinen interessante Resultate zu versprechen.

Entwicklung eines sehr merkwürdigen großen Körpers an Stelle des Kernes bei Ceratium Tripos. Unter allen Beobachtungen, welche ich an dem vorliegenden Cilioflagellatenmaterial machen konnte, hat mich keine mehr interessirt, wie die jetzt noch kurz zu beschreibende und ich bedauere nur, dass die Aufschlüsse, welche ich über dieselbe geben kann, nicht so erschöpfende sind, dass die Natur des fraglichen Vorgangs daraus sicher resultirte. Unter den die Hauptmasse der Cilioflagellaten bildenden Ceratium Tripos fielen mir sowohl an ungefärbten wie gefärbten Präparaten sofort vereinzelt Exemplare auf, welche an Stelle des Kernes einen großen, sehr eigenthümlich gestalteten Körper enthielten, der in Alaunkarmin eine recht distinkte Färbung annahm, wenn dieselbe auch nicht ganz so kräftig war, wie die des gewöhnlichen Kernes.

Die allmählich wachsende Größe dieses Gebildes in den verschiedenen beobachteten Exemplaren lässt wohl erkennen, welche Umbildungen dasselbe bei seiner allmählichen Entwicklung erfährt; da jedoch nur eine sehr geringe Zahl von Ceratien den fraglichen Körper enthielten, so war das Beobachtungsmaterial ein recht beschränktes und die Untersuchung dadurch eine erschwerte. Wie bemerkt, habe ich bei den mit einem solchen Körper ausgerüsteten Individuen nie eine Spur des eigentlichen Kernes gefunden und daher auch anfänglich nicht gezweifelt, dass der fragliche Körper durch Umbildung des Kernes entstehe. Da ich jedoch später neben dem Kern des Ceratium Tripos zuweilen noch die oben erwähnten, etwas schwächer gefärbten Gebilde auffand, wurde ich in dieser

Annahme wieder zweifelhaft und kann zur Zeit leider diese wichtigste Frage nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Wenn die oben erwähnten Körper neben dem Kern die früheren Entwicklungsstufen der im Folgenden zu beschreibenden Gebilde darstellen, so muss als besonders seltsame Erscheinung verzeichnet werden, dass dieselben bei ihrer weiteren Entwicklung den eigentlichen Kern ganz verdrängen. Eines der frühesten Stadien der Entwicklung des fraglichen Körpers stellt die Fig. 24 dar. Der Körper ist oval, jedenfalls etwas abgeplattet und weist ein sehr deutlich konzentrisches Gefüge auf. Dasselbe beruht auf der konzentrischen Anordnung von Fäden, welche den Kernfäden der Ceratien sehr ähnlich sind und auch ähnliche, etwas unbestimmte Varicositäten besitzen. Zwischen den Varicositäten benachbarter Fäden sind an günstigen Stellen feinere Verbindungsfädchen mit Sicherheit zu erkennen. Nicht der ganze Körper besitzt jedoch diesen konzentrischen Bau, denn senkt man den Tubus, so sieht man, von dem innersten Fadenkreischen ausgehend, eine ziemlich grobnetzige Zeichnung auftreten, welche in der Tiefe mehr und mehr an Durchmesser zunimmt, so dass es scheint, als wenn sich im Inneren des Körpers eine nach der Tiefe kegelig sich erweiternde netzige Masse finde. Leider gelang es mir gerade bei solchen Stadien nicht, die Ceratien zu drehen und auf diese Weise Ansichten des fraglichen Körpers in verschiedenen Richtungen zu gewinnen, welche über den Bau noch besseren Aufschluss geben würden. Die Beobachtung anderer Individuen lehrt nun, dass sich der Körper allmählich vergrößert (Fig. 25 und 26) und dabei auch eine etwas unregelmäßige Gestalt annehmen kann, indem er sich der Form des Ceratienkörpers, welchen er nun bald völlig ausfüllt, anpasst. Die Struktur bleibt im Wesentlichen dieselbe, nur nimmt die Zahl der konzentrischen Fäden allmählich zu. Die innere Netzmasse (Fig. 25) existiert auch hier noch und an gewissen Exemplaren war zu erkennen, dass das innerste Fadenkreischen bei dem Senken des Tubus wie ein Röhrchen in die Tiefe der Netzmasse zu verfolgen war (Fig. 25). Der Körper vergrößert sich nun allmählich so sehr, dass er den Centalkörper des Ceratium nahezu erfüllt und nur noch von einer ganz zarten Plasmaschicht umgeben ist, ja dieselbe kann (Fig. 28 *a*) sogar streckenweise ganz fehlen. Nur die Hörner des Ceratiums sind nun von Protoplasma noch eigentlich erfüllt. Dennoch besitzen auch diese Individuen, wie ich mich auf das Sicherste überzeugte, und wie es auch auf Fig. 27 *a* abgebildet ist, ihre Geißeln. Mittlerweile hat sich denn auch die Struktur des Körpers

wesentlich geändert. Die Varicositäten der Fäden sind deutlicher und größer geworden und erscheinen als kleine rundliche Körperchen in der charakteristischen concentrischen Anordnung und zwar, wie ich mich durch Drehung nun deutlich überzeugen konnte, sowohl auf der Bauch- wie auf der Rückseite des Körpers. Auf den Figg. 28 *a* und *b* ist diese Anordnung von der Rück- und Bauchseite dargestellt, auf den Figg. 27 *a* und *b*, welche einen anderen Körper gleichfalls von den beiden Seiten wiedergiebt, ist die concentrische Anordnung auf der Bauchseite (Fig. 27 *a*) nicht so deutlich, dennoch im Präparat deutlicher, als es auf der Figur zu sehen ist. Der Körper macht nun den Eindruck einer innerlich nicht weiter erfüllten Blase; von netziger Masse im Inneren ist nichts mehr zu finden. Auf der Bauchseite des Körpers gewahrt man gewöhnlich eine faltige centrale Einbuchtung (Fig. 28 *b*, undeutlicher in Fig. 27 *a*), aus welcher ich einmal recht kenntlich ein röhrenartiges Gebilde hervorragen sah (Fig. 28 *b*), das der in Fig. 25 abgebildeten und oben erläuterten röhrenartigen Bildung recht ähnlich war und derselben auch wohl entspricht.

Wie bemerkt, haben sich die Varicositäten der Fäden zu kleinen Körperchen verdickt, zwischen welchen man auf Fig. 27 noch deutlich Verbindungsfädchen wahrnimmt, während auf dem in Fig. 28 abgebildeten Stadium von solchen nichts mehr oder doch höchstens noch Spuren zu sehen waren. Bei letzterem Individuum hatten auch die kleinen isolirten Körperchen ganz das Aussehen sehr kleiner Zellkerne, indem sich eine etwas dunklere Randschicht von einer helleren Innenmasse unterscheiden ließ. Die Auffassung dieser kleinen Körperchen als Zellkerne erfuhr nun noch weiter dadurch eine Verstärkung, dass auf dem Stadium der Fig. 28 um dieselben, wenigstens an günstigen Stellen, sehr zarte polygonale Umrahmungen nachzuweisen waren, welche wohl nur als die Grenzen von kleinen Zellen, in welche der ganze eingeschlossene Körper allmählich zerlegt wird, betrachtet werden können. Auch im optischen Durchschnitt des Randes traten diese Zellgrenzen theilweise recht deutlich hervor.

Hiermit haben meine Untersuchungen über die Entwicklung der fraglichen Körper ihren Abschluss gefunden, namentlich ließ sich bis jetzt kein weiteres Stadium bemerken, bei welchem etwa eine Trennung oder ein Ausschwärmen der kleinen Zellen angebahnt gewesen wäre. Wie ich schon Eingangs der Schilderung bemerkt habe, erheben sich große Schwierigkeiten, wenn man nach einer Deutung

der beobachteten Verhältnisse fragt. Handelte es sich bei der Ausbildung des fraglichen Körpers wirklich um eine Weiterbildung des Kernes der Ceratien, so wäre die Sache nicht sehr schwer verständlich, es würde sich eben schließlich um Auflösung der Kernfäden in eine große Anzahl kleiner Kerne handeln und die Körper der gebildeten kleinen Zellen müssten sicherlich aus einem allmählichen Eindringen des Plasmas in den sich vergrößernden Kern abgeleitet werden. Es wäre dann die Erscheinung als ein sehr merkwürdiger Fortpflanzungsprocess aufzufassen. Zur Zeit erachte ich jedoch, wie gesagt, eine solche Auffassung noch nicht für erweisbar und möchte es im Ganzen für wahrscheinlicher halten, dass es sich um die Entwicklung eines parasitischen Organismus handle. Aber auch in letzterem Fall müsste wohl eine ähnliche Auflösung des Kernes dieses Organismus bei der Entwicklung der zahlreichen kleinen Kerne angenommen werden.

Es erhebt sich nun die Frage, ob der fragliche Körper nicht etwa mit den von STEIN bei einigen Cilioflagellaten gefundenen sog. Keimkugeln identisch ist, welche STEIN, wie bekannt, gleichfalls aus dem Nucleus kopulirter Wesen entstehen lässt. Ich möchte annehmen, dass eine solche Identität nicht vorhanden ist und stütze mich dabei hauptsächlich darauf, dass STEIN im Centrum seiner vermeintlichen Keimkugeln stets ein dunkles, von einem hellen Bläschen umschlossenes Körperchen einzeichnet, ganz wie dies auch bei den sog. Keimkugeln der Flagellaten von ihm gewöhnlich beobachtet wurde. Ich glaube daher auch, dass die Keimkugeln der Cilioflagellaten dasselbe sind wie die der Flagellaten, d. h. parasitische Organismen von im Allgemeinen chytridieenartiger Natur. KLEBS (1884) hat Gebilde, welche er mit den STEIN'schen Keimkugeln vergleicht, bei marinen Cilioflagellaten zuweilen gefunden, daneben jedoch stets den Kern. Auch POUCHET hat bei *Ceratium* neben dem Kern derartige Körper beobachtet, welche wie die von KLEBS wohl sicher mit den oben pag. 552 beschriebenen Körpern neben dem Kern identisch waren.

Leider bin ich nun auch nicht in der Lage über die geschilderten Körper weiteren Aufschluss zu geben, doch bietet sich hier sicher ein interessantes Gebiet für fernere Untersuchungen dar.

### 3. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Cilioflagellaten.

Seit CLAPARÈDE und LACHMANN war man ziemlich allgemein der Ansicht, dass die Cilioflagellaten eine die Flagellaten und Cilia-

ten verbindende Mittelgruppe darstellten und diese Auffassung hat namentlich in BERGH noch einen beredten Vertheidiger gefunden. Seit der Entdeckung von KLEBS lässt sich nun eine solche Auffassung nicht mehr festhalten; man könnte höchstens die Ähnlichkeiten im Kernbau heranziehen, doch giebt es auch unter den Flagellaten Formen mit ähnlichen Kernen, namentlich unter den Euglenen. In seiner ersten Mittheilung verwirft nun KLEBS nicht nur die Beziehung der Cilioflagellaten zu den Ciliaten mit Recht, sondern leugnet auch nähere Beziehungen unserer Gruppe mit den Flagellaten, indem er die letztere Abtheilung sehr eng umgrenzt und im Sinne der Botaniker die Chlamydomonadinen und Volvocinen zu den einzelligen Algen zieht. Er glaubte denn auch den Cilioflagellaten eine Stelle unter den einzelligen Algen anweisen zu sollen. Formen wie Procoentrum, deren Ähnlichkeit mit gewissen Flagellaten so auffallend ist, wollte er von den Cilioflagellaten ganz entfernen und dasselbe auch mit der von mir aufgestellten Gattung Polykrikos thun, einer Form, die ich mit BERGH als eine sichere und sehr interessante Cilioflagellate anerkennen muss. Durch seine erneuten Untersuchungen (1884) kam er zu einer etwas veränderten Auffassung, indem er jetzt die Procoentrinen, auf das Studium der *Exuviaella marina* Cienk. (= *Dinopyxis laevis* Stein) gestützt, als Cilioflagellaten anerkennt und weiterhin zwischen den Procoentrinen und der Flagellatenfamilie der Cryptomonadinen Beziehungen zulässt. Dennoch hält er es für verfrüht, einen direkten Ursprung der Cilioflagellaten aus den Flagellaten anzunehmen. Letzteres scheint mir nun ganz unabweisbar, denn ich glaube, dass Niemand einen Augenblick zweifeln würde die Procoentrinen mit den Flagellaten und speciell den Cryptomonadinen zu vereinigen, wenn diese Familie als einzige der Cilioflagellaten bekannt wäre. EHRENBURG hat seiner Zeit schon ganz richtig das Procoentrum in seine Familie der Cryptomonadina eingereiht und ich wäre ihm bei meiner Darstellung der Flagellaten wohl gefolgt, wenn ich nicht durch die Angabe BERGH's von dem Cilienbesatz des Vorderendes irre geleitet worden wäre. Im Wesentlichen unterscheiden sich die Procoentrinen von den Cryptomonadinen nur durch die Bildung einer zweiklappigen Cellulosehülle, durch die Reduktion des Peristomausschnittes, welcher jedoch bei *Exuviaella marina* noch angedeutet zu sein scheint und den abweichenden Bau des Kernes, sowie die Differenzirung der Geißeln. Doch auch in letzterer Hinsicht glaube ich unter den Cryptomonadinen schon Anklänge an die Procoentrinen zu finden. Wie

ich seiner Zeit nämlich beschrieb<sup>1</sup>, nehmen die beiden Geißeln von Crypto- und Chilomonas während den nicht seltenen Ruhepausen der Bewegung häufig eine Stellung ein, welche an das Verhalten der Geißeln bei den Procoentrinen erinnert, indem die eine Geißel mehr nach vorn gestreckt ist, die andere dagegen sich kurz nach ihrem Ursprung nach der Rückenseite zurückschlägt und dabei die erstere kreuzt. Im Allgemeinen ist dies dieselbe Stellung, welche die Geißeln der Procoentrinen zu einander einnehmen, nur tritt bei diesen, wie es scheint, auch noch ein Unterschied in den Bewegungserscheinungen der beiden Geißeln auf. Viel wichtiger wie dieser Unterschied scheint mir aber die Übereinstimmung zwischen Cryptomonaden und Procoentrinen in der Lage der Geißeln zu der Bewegungsrichtung der Organismen; bei beiden gehen nämlich die Geißeln, wie es bei den Flagellaten fast ausnahmslos der Fall ist, bei der Bewegung voraus. In diesem Verhalten unterscheiden sich aber auch die Procoentrinen von sämtlichen übrigen Cilioflagellaten, bei welchen die Geißel der Längsfurche nach hinten gerichtet ist. Auch der sog. Zahnfortsatz an dem Vorderende von Procoentrum scheint nichts weiter zu sein wie das Homologon des sog. Stirnfortsatzes oder der sog. Oberlippe der Cryptomonaden.

Wenn ich nun auf der einen Seite die innige Verwandtschaft der Procoentrinen und der Cryptomonaden festhalte, kann ich auf der anderen Seite nicht verkennen, dass die ersteren eben so innige Verwandtschaft mit den übrigen Cilioflagellaten besitzen und muss daher auch die Ableitung der letzteren von den Flagellaten befürworten. In dieser Hinsicht ist nun eine interessante Gattung, welche ich in meinem System der Flagellaten gleichfalls den Cryptomonaden eingereiht habe, nämlich die *G. Oxyrrhis* Duj.<sup>2</sup> von besonderem Interesse. Einmal ist diese Form marin, was nicht ohne Bedeutung, und dann ist sie die einzige unter den Flagellaten, welche sich dauernd so bewegt, dass die Geißeln nach rückwärts gerichtet sind. Der Kernbau derselben ist, abweichend von *Cryptomonas*, ein feinetziger und schließt sich demnach dem Bau der Cilioflagellatenkerne an. Ich glaube nun, dass sich auch in den sonstigen Bauverhältnissen dieser Form Beziehungen zu den Cilioflagellaten erkennen

<sup>1</sup> Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXX. 1878. pag. 244.

<sup>2</sup> Vgl. über dieselbe speciell: KENT, A manual of infusoria und BLOCHMANN in Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XL. pag. 46.

lassen, welche die Oxyrrhis noch bestimmter als eine zwischen den Cryptomonaden und Cilioflagellaten (und zwar nicht nur den Procoen-trinen) vermittelnde Form aufzufassen gestatten. Es lässt sich näm-lich wohl die Möglichkeit erörtern, dass von einer Form wie Oxyrrhis eine einfache Cilioflagellatenform, wie z. B. Hemidinium St., entstanden sei. Bei Oxyrrhis findet sich auf der linken Seite des Körpers eine ziemlich tiefe und etwas schief verlaufende, furchen-artige Einsenkung, welche dem Peristom der übrigen Cryptomonaden entspricht. Diese Furche (*pf*) zieht sich nach hinten (wenn wir das bei der Bewegung voraus gehende Ende wie bei den Cilioflagel-laten als das vordere bezeichnen) und nach rechts noch etwas um die Basis der sehr ansehnlichen Lippe herum (vgl. den nebenstehen-den Holzschnitt Fig. 2).

Innerhalb dieser Furche liegen, wenigstens im Ruhezustand, die proximalen Ab-schnitte der beiden an dem Dorsal-rand der Furche entspringenden Geißeln und zwar existirt auch hier entschieden eine Differenz der bei-den Geißeln, auf welche hauptsäch-lich KENT aufmerksam gemacht hat. Die eine derselben ist im ruhenden Zustand meist vielfach geschlängelt und lagert sich fast völlig in die Furche ein. Ich möchte nun an-nehmen, dass bei weitergehender Differenzirung der beiden Geißeln der Oxyrrhis wohl Verhältnisse, wie sie bei Hemidinium zu fin-den sind, entstehen konnten. Die

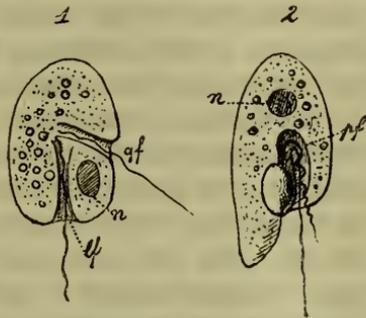


Fig. 1. Hemidinium nasutum nach STEIN und KLEBS: *qf* die Querfurche mit der Querfurchengeißel und *lf* die Längsfurche mit der nach hinten gerichteten Geißel.

Fig. 2. Eine Oxyrrhis; der nach oben gerichtete Pol ist der bei der Bewegung vorangehende. *pf* die Peristomfurche, in welche die beiden Geißeln eingelagert sind; *n* in beiden Figuren der Kern.

Peristomfurche differenzirte sich dabei allmählich in die beiden Fur-chen des Hemidinium, die Längs- und die Querfurche, und die letz-tere wurde bei den übrigen Cilioflagellaten allmählich vervollständigt. Der nebenstehende Holzschnitt wird die Möglichkeit einer solchen Ableitung besser zum Verständnis bringen als eine eingehende Be-schreibung<sup>1</sup>. Nach dieser Auffassung würde demnach das sog.

<sup>1</sup> Die Ähnlichkeit von Oxyrrhis mit den Cilioflagellaten würde noch größer, wenn Oxyrrhis, wie dies KENT bestimmt angiebt, eine Hülle besäße. Bei den von BLOCHMANN seiner Zeit untersuchten Exemplaren unseres Seewasseraquariums

Hinterende der Cryptomonaden dem Vorderende der Cilioflagellaten (mit Ausnahme der Familie der Proocentrinen) entsprechen und das Peristom den Furchen, so wie die linke Seite der Cryptomonaden (die Bauchseite nach STEIN) der Bauchseite der Cilioflagellaten. Eine gute Übereinstimmung mit dieser Auffassung würde sich ergeben, wenn sich die Beobachtung STEIN's von der Vermehrung des Hemidinium durch Quertheilung bestätigte, denn, wie bekannt, gehört auch die Oxyrrhis zu den wenigen Flagellaten, welche sich durch entschiedene Quertheilung vermehren. Nach der von STEIN gegebenen Abbildung dieses Quertheilungsprocesses zu urtheilen, bin ich sehr geneigt die Richtigkeit der Beobachtung anzuerkennen, eine Längstheilung lässt sich wenigstens daraus nicht konstruieren.

Was nun die Theilung der übrigen Cilioflagellaten angeht, so wäre dieselbe zufolge KLEBS stets eine schiefe Längstheilung, im Gegensatz zu der Auffassung von STEIN, welcher den Cilioflagellaten im Allgemeinen Quertheilung zuschreibt. Wenn ich nun auch nach den vorliegenden Erfahrungen mit KLEBS annehmen muss, dass die Theilungsebene in den meisten Fällen schief zu der Längsachse gerichtet ist, so scheint mir daraus noch nicht mit absoluter Sicherheit zu folgen, dass dieser Vorgang als eine Längstheilung zu betrachten ist, resp. sich von einer ursprünglich reinen Längstheilung herleiten lasse. Zunächst scheint es mir noch zweifelhaft, ob dies der Fall, ja es scheint mir sogar Manches dafür zu sprechen, dass die schiefe Theilung der Cilioflagellaten aus ursprünglicher Quertheilung hervorgegangen ist. Zur Zeit erachte ich die vorliegenden Angaben über die Theilung, auch die von KLEBS, für nicht ausführlich genug, um auf Grund derselben eine Entscheidung in dieser Frage zu fällen.

Eine Schwierigkeit in der Beurtheilung der Beziehung der Cilioflagellaten zu den Flagellaten bilden nun namentlich die Gattung Amphidinium und die eigentlichen Dinophysiden, bei welchen beiden die Quersfurche ganz an das Vorderende gerückt ist. Die Schwierigkeit besteht in dem Zweifel: ob diese Formen am Beginn der phylogenetischen Reihe stehen, oder ob sie aus den Übrigen durch Verlagerung der Quersfurche, resp. Reduktion der vorderen Körperhälfte entstanden sind. Ich neige mich zur Zeit mit STEIN der letzteren Auffassung zu, wenn

---

fehlte eine Hülle sicher, dagegen ließen einige in jüngster Zeit nach längerer Frist aufgetretene Exemplare eine Umhüllung ziemlich sicher wahrnehmen. Es scheint daher, dass Oxyrrhis sowohl im nackten, wie unehüllten Zustand auftreten kann und es fragt sich, ob diese Verschiedenheit vielleicht auf verschiedene Arten hinweist.

ich auch annehmen muss, dass die Sonderung der betreffenden Formen von den übrigen auf sehr früher Stufe erfolgte. Wenn die Amphidinen und Dinophysiden, wie dies BERGH und KLEBS vertreten, umgekehrt die ursprünglichen Formen repräsentiren sollten, so müsste sich die Ableitung der Bauverhältnisse der Cilioflagellaten von den Cryptomonaden in anderer Weise gestalten, als ich dies oben erörtert habe. Wir hätten dann anzunehmen, dass das Vorderende bei beiden Abtheilungen auch morphologisch dasselbe sei und die nach hinten gewendete Richtung der Längsfurchengeißel bei den Cilioflagellaten in ähnlicher Weise entstand, wie die Rückwärtsrichtung der sog. Schleppegeißel bei den von mir als Heteromastigoda zusammengefassten Flagellaten. Wer eine solche Ableitung vorzieht, wird wohl auch auf eine von STEIN beschriebene Flagellatenform, die Gattung *Colponema*, Rücksicht nehmen müssen, die in ihrer Geißelbewaffnung den Heteromastigoda sich anreihet und in der Anwesenheit einer die ganze Bauchseite überziehenden Längsfurche, in welche die nach hinten gerichtete Schleppegeißel eingelagert ist, Ähnlichkeit mit den Cilioflagellaten besitzt. Es wäre auch wohl möglich, Beziehungen zwischen dieser *Colponema* und den Cryptomonaden anzuerkennen, wenn nicht nach den Angaben STEIN's die Bauchfurche der *Colponema*, die sich recht wohl mit einem weiter entwickelten Peristom der Cryptomonaden vergleichen ließe, auf der rechten Seite gelegen wäre, während das Peristom der Cryptomonaden stets die linke Seite einnimmt. Wie ich schon oben betonte, scheint mir zur Zeit die erstversuchte Ableitung der Cilioflagellaten die wahrscheinlichere.

Aus den vorstehenden Erörterungen scheint mir nun aber mit großer Sicherheit zu folgen, dass die sog. Cilioflagellaten von der Flagellatengruppe abzuleiten sind, ja dass es recht zweifelhaft ist, ob dieselben genügende Unterschiede darbieten, um sie als selbständige Gruppe der Mastigophoren neben den Flagellaten aufzuführen. Immerhin halte ich dies bei der eigenthümlichen und charakteristischen Entwicklung, welche die Cilioflagellaten genommen haben, für das Richtigere, wenn ich auch nochmals betonen muss, dass die Familie der Procoentrinen ohne Anstand bei den eigentlichen Flagellaten Aufnahme finden könnte. Jedenfalls wird sich aber die Nothwendigkeit ergeben, die Bezeichnung Cilioflagellaten mit einer anderen zu vertauschen, da sie auf einer thatsächlich unrichtigen Auffassung des Baues beruht. Es scheint mir aber auch wenig angemessen, den Namen Peridineen, wie KLEBS will, für

die Gruppe zu gebrauchen, da derselbe besser für die speciell um Peridinium sich gruppierenden Formen reservirt wird. Mit STEIN die Cilioflagellaten als arthrodele Flagellaten zu bezeichnen, halte ich auch nicht für empfehlenswerth und möchte daher vorschlagen, die Bezeichnung Dinoflagellata zu gebrauchen, welche einmal in gewisser Hinsicht an den früheren Namen Cilioflagellaten erinnert und dann die für die typischen Formen charakteristischste Eigenthümlichkeit, nämlich die Ausbildung der Quersfurche mit der eingelagerten Geißel zum Ausdruck bringt.

#### 4. Beziehung der Cilioflagellaten zu Noctiluca.

Eine schon im Jahre 1872 von ALLMAN<sup>1</sup> geäußerte Ansicht von der Verwandtschaft der Noctiluca mit den Cilioflagellaten hat sich in neuester Zeit in POUCHET<sup>2</sup> und STEIN (l. c.) zwei Anhänger erworben, so dass es wohl gerechtfertigt erscheint, auf diese Frage hier etwas näher einzugehen, da mir, wie früher bemerkt, eigene Beobachtungen über den Bau der Noctiluca zu Gebote stehen. Ich werde dieselben bei der Vergleichung der Verhältnisse beider Gruppen aus einander setzen. Wenn ich auch nicht in Abrede stellen will, dass der zuerst von ALLMAN betonte Vergleich ein glücklicher war, so erschien derselbe doch seiner Zeit so gewagt und konnte sich auf so wenige Punkte von Bedeutung stützen, dass es erklärlich ist, wenn er in der Folge keine Beachtung fand. Das Einzige, was von allem dem von ALLMAN Angeführten heute noch festgehalten werden kann, ist der Hinweis darauf, dass sich sowohl bei den Cilioflagellaten, wie bei Noctiluca, eine den Körper überziehende Längsfurche finde, aus welcher in beiden Fällen das Flagellum entspringe. Alle übrigen Vergleichspunkte sind solche, welche sich mehr oder weniger auf einzellige Protozoen überhaupt anwenden lassen und ALLMAN nahm keinen Anstand sein Peridinium uberrimum<sup>3</sup>, dem er ein allgemeines Cilienkleid der gesammten Körperoberfläche zuschreibt, mit Noctiluca zu vergleichen. Wäre bei Peridinium uberrimum ein solches Cilienkleid wirklich vorhanden, wie ich nicht glauben kann<sup>4</sup>, so stünde es mit seiner Vergleichbarkeit mit Nocti-

<sup>1</sup> Quart. journal microsc. science. N. s. V. XII. pag. 326—332.

<sup>2</sup> Journal de l'anatomie et de physiologie 1883. pag. 399—455.

<sup>3</sup> Quart. journ. microsc. science. V. III. 1855. pag. 21—25.

<sup>4</sup> Wie sich diese seltsame Angabe von ALLMAN erklären lässt, scheint mir recht unsicher, wenn ich nicht glauben soll, dass er den feinen Borstenbesatz

luca wohl recht schlecht. Wie gesagt, nahm POUCHET die Vergleichung der Noctiluca mit Cilioflagellaten zuerst wieder auf und sprach sogar die Vermuthung aus, dass die Noctilucen in ihrer Entwicklung ein peridiniumartiges Stadium durchlaufen. Die Gründe, welche er für die Vergleichung mit Noctiluca heranzieht, scheinen mir recht wenig bedeutende zu sein. Ich will sie der Kürze wegen mit den Worten des Verfassers angeben. »Mêmes caractères physico-chimiques de la substance vivante; même présence d'une lacune aqueuse et de gouttelettes passant du rouge-carmin à la nuance chamois; même asymétrie par torsion, même proéminence d'une lèvre, même existence d'un flagellum; mêmes propriétés phosphorescentes.« In keinem der angeführten Punkte kann ich eine innigere Beziehung zu den Verhältnissen bei Noctiluca erkennen; ohne auf alle näher einzugehen, hebe ich nur hervor: dass meines Wissens von rothen Tropfen bei Noctiluca nichts bekannt ist — dass die weite Zelhöhle der Noctiluca mit der eigenthümlichen Anordnung des Plasmas doch nicht direkt mit den Vacuolen der Cilioflagellaten vergleichbar ist und dass ich von einer Torsion bei Noctiluca nichts weiß. Das Leuchtvermögen, so interessant es auch erscheint, kann doch höchstens als eine weitere Bestätigung wirklich morphologischer Übereinstimmung aufgeführt werden; hierfür bedarf es wohl keines besonderen Beleges.

Die speciellste Vergleichung zwischen Noctiluca und gewissen Cilioflagellaten suchte STEIN durchzuführen, ja er ging dieser Vergleichung zu Liebe sogar so weit, gewisse von ihm zuerst beobachtete Cilioflagellaten, seine Gattungen *Pyrophacus* und *Ptychodiscus*, in einer Weise zu orientiren, dass sie gegenüber der Stellung, welche er den anderen Cilioflagellaten giebt, gerade um 90 Grad verdreht erscheinen, auf welchen Missgriff schon BERGH<sup>1</sup> aufmerksam machte. Mit KLEBS (1884) bin ich der Ansicht, dass diese beiden Gattungen echte Peridineen sind. Da STEIN bei Noctiluca eine Rücken- und Bauchfläche unterscheidet, von welchen

---

der Zelhülle, welchen gewisse Peridinen aufweisen, für ein Cilienkleid gehalten hat. KENT (Manual of infusoria), der sich überhaupt sehr mit der Aufstellung unhaltbarer Gattungen, auf mangelhafte Beschreibungen hin, beschäftigt hat, konnte nicht umhin, auch auf diese offenbar zweifelhafte Beobachtung eine neue Gattung *Melodinium* zu gründen. Überhaupt ist die Gruppe der Cilioflagellata bei KENT ein Sammelplatz für das Unzusammengehörigste und Unsicherste: da findet sich *Mallomonas*, eine echte Flagellate, und so Zweifelhafte und Unsicheres wie *Stephanomonas*, *Trichonema* und *Asthmatos*.

<sup>1</sup> Kosmos, herausgeg. von VETTER. 1884. pag. 384—390.

die erstere durch das sog. Staborgan bezeichnet wird, so sucht er auch bei den beiden erwähnten Gattungen der Peridineen zwei entsprechende Flächen festzustellen; er findet nun in der vorderen Schalenhälfte (die richtige Orientirung in Übereinstimmung mit den übrigen Peridineen ist hier angenommen) eine längliche, etwas unregelmäßige Platte der Zellhülle, welche bis an den Pol dieser Schalenhälfte aufsteigt und erklärt sie für das Homologon des Staborgans der Noctiluca (oder der Stabplatte, wie sich STEIN ausdrückt). Diese Stabplatte der beiden fraglichen Peridineengattungen lässt sich nun, ihrer Lage und Beschaffenheit nach, ohne Schwierigkeit auf die sog. Rautenplatte in der Hülle von Peridinium und verwandten Gattungen zurückführen und hieraus, wie aus dem allgemeinen Bau von Pyrophagus und Ptychodiscus, ergibt sich mit Leichtigkeit, dass, wenn STEIN's Vergleich überhaupt durchgeführt werden sollte, die von ihm als Rückenfläche bezeichnete Hälfte des Noctilucakörpers der vorderen Hälfte der Peridinen homologisirt werden müsste. Nun fragt es sich aber, ob irgend ein Anhalt zur Vergleichung des Staborgans der Noctiluca mit der Rautenplatte der Peridineenhülle vorliegt. Diese Frage wird sich zunächst anknüpfen an die weitere, ob denn überhaupt eine Hülle, welche der der Cilioflagellaten vergleichbar ist, bei Noctiluca zu finden sei. Dies muss ich nun mit KLEBS auf das Entschiedenste in Abrede stellen. Ich kann weder mit den stärksten Vergrößerungen, noch vermittels Reagentien auf der Körperoberfläche der Noctiluca eine cuticulare Membran nachweisen, nur an dem Tentakel und dem sog. Zahn halte ich die Existenz einer solchen noch für möglich, wenigstens konnte ich an ersterem (Fig. 35) eine membranartige und ganz fein quergeringelte äußerste Hülle finden (*h*), doch möchte ich die Entscheidung auch hier von einer erneuten Untersuchung abhängig machen, da ich diese Theile nicht wieder untersuchte, seit ich von der Nichtexistenz einer besonderen Zellhaut der Noctiluca überzeugt bin.

Die äußere Wand des Noctilucakörpers wird von einer sehr dünnen, im optischen Durchschnitt ganz fein gekörnten Plasmaschicht gebildet, welche ich, wie gesagt, in keiner Weise in eine Cuticula und eine darunter befindliche Plasmalage zerlegen konnte. Betrachtet man diese Plasmaschicht von der Fläche (Fig. 36), so nimmt man zunächst die mehr oder minder regelmäßig polygonalen Plasmanetze wahr, welche von mäßig dicken Fädchen mit körnigen Einlagerungen gebildet werden und die schon seit langer Zeit als das oberflächliche Plasmanetz der Noctiluca bekannt sind.

Bei der Untersuchung mit recht starken Systemen findet man jedoch die Maschenräume dieses Netzes nochmals von sehr zarten Granulationen erfüllt und kann sich an recht günstigen Stellen auch überzeugen, dass diese Granulationen die Knotenpunkte eines äußerst feinen Plasmanetzes sind, welches die größeren Maschen ausfüllt. Ich will an dieser Stelle nicht auf die Auffassung, welche ich von der Bedeutung dieses Plasmanetzes und der Netzstruktur des Plasmas im Allgemeinen habe, eingehen, sondern nur konstatieren, dass auch die Plasmazüge, welche sich in der bekannten verästelten Anordnung durch die Zelhöhle der *Noctiluca* erstrecken, bei genauerem Zusehen ein feines Netzgefüge erkennen lassen (Fig. 37 und 38), welches, wie dies bei in die Länge gezogenen Plasmapartien gewöhnlich zu sein scheint, gleichzeitig mehr oder weniger deutlich fibrillär erscheint, indem sich die in der Längsrichtung der Plasmazüge verlaufenden Netzfädchen zu längeren Fibrillen an einander reihen.

Aus den vorstehenden Bemerkungen ergibt sich, dass von einer sog. Stabplatte bei *Noctiluca* keine Rede sein kann und die Untersuchung zeigt denn auch, dass das Staborgan eine ganz andere Bedeutung hat. Es hat mich überrascht, dass fast allen Beobachtern dieser interessanten Protozoe die eigentliche Natur dieses Organs ganz entgangen ist, ja dass z. Th. ganz sonderbare Ansichten über diese im Grund sehr einfache Bildung geäußert wurden. Nur in der Abhandlung von ALLMAN sind einige Beobachtungen enthalten, welche zu einer richtigeren Auffassung des Staborgans hätten führen können, welche jedoch nicht in entsprechender Weise gedeutet wurden.

Um nun das Staborgan in seiner wirklichen Bedeutung schildern zu können, müssen wir einen Augenblick auf die Bildung des Mundapparates der *Noctiluca* eingehen, von welchem ich auch nur in der Arbeit von ALLMAN eine ziemlich richtige Darstellung finde. Der Mundapparat besteht in einer tiefen, jedoch sehr schmalen Einsenkung der Oberfläche, welche in ihrer Längsausdehnung, wenigstens bei großen Formen, wie ich sie untersuchte,  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$  der Peripherie einnimmt (Fig. 33 — 34 *at*). Diese Einsenkung liegt in der Medianebene der *Noctiluca* und wird mit ALLMAN am besten als das Atrium bezeichnet. Nach außen geht sie wenigstens an den Seiten und vorn, d. h. dem Tentakel (*t*) zu, ganz flach abgerundet in die äußere Körperfläche über. Nach innen nähern sich die beiden Seitenwände der Einsenkung sehr rasch, so dass sie in der Tiefe zu einem schmalen Spalt wird.

Von der Seite betrachtet (Fig. 34) erscheint das Atrium etwa wie ein rechtwinkliges Dreieck, indem es sich hinten, d. h. dem Staborgan (*st*) zu, am tiefsten und nahezu senkrecht zur Oberfläche einsenkt, jedoch mit einem etwas bauchig geschwungenen Verlauf der Hinterwand, während der Boden der Einsenkung, von der tiefsten hintersten Stelle an, ganz allmählich und in ziemlich gerader Linie nach vorn hin aufsteigt. In dem vorderen Theil des Atrium finden sich nun die bekannten Organe der Noctiluca. Dicht am Vorderende und von dem hier erst ganz schwach eingesenkten Boden sich erhebend, der Tentakel (*t*) und etwas dahinter, von der rechten Seitenwand entspringend, der Zahn (*z*) und die Lippe (*l*). Der Zahn liegt etwas vor und über der Lippe und an oder dicht bei der Lippe entspringt die sog. Cilie (Fig. 33 *g*), welche demnach für gewöhnlich wohl nicht aus dem Atrium hervorragt und deshalb auch so schwierig zu sehen ist, dass sie sogar neuere Beobachter, wie VIGNAL<sup>1</sup> und STEIN, nicht finden konnten. Wie gesagt, konnte ich sie auch an dem Osmiummaterial noch auf das deutlichste nachweisen. Etwas hinter der Lippe beginnt auf dem Boden des Atriums die eigentliche Mundspalte (Fig. 33 *m*), welche bis an das Hinterende des Atriums reicht, d. h. hier liegt das Centralplasma der Noctiluca frei und unbedeckt, so dass die Nahrung in dasselbe eingeschoben werden kann. Die Wände des Atriums zeigen einen etwas anderen Bau als die gewöhnliche Körperwand. Es finden sich nämlich hier nicht weite Netzmaschen, sondern die Wand wird von einer dünnen Lage anscheinend dicht granulirten, in Wirklichkeit aber sehr feinnetzigen Plasmas gebildet (Fig. 34) und erscheint daher auch dunkler und etwas gelblicher als die Körperwand. Ich finde übrigens, dass die äußere Körperwand schon in der Nähe des Atriumeingangs eine entsprechende Veränderung erfährt.

Das Staborgan (*st*) steht nun mit der Hinterwand des Atriums in folgender Verbindung. Von dem Hinterrand des letzteren sieht man sowohl in seitlicher wie Flächenansicht nach der hinter der Einsenkung gelegenen Oberfläche der Noctiluca zwei divergirende Züge feiner Plasmafäden (*fd*) ziehen. Jederseits entspringt von dem ganzen Hinterrand des Atriums eine Reihe solcher Fäden, welche, indem sie sich an die Körperwand anheften, die beiden vorderen oder dem Atrium zugewendeten, divergirenden

<sup>1</sup> W. VIGNAL, Rech. histol. et physiol. s. les Noctiluques. Arch. de physiologies norm. et pathol. 2. sér. T. V. 1878. pag. 415 ff.

Schenkel des Staborgans bilden. In entsprechender Weise sieht man dann von dem Hinterrand des unter der Mundspalte gelegenen Centralplasmas einen dicken Busch (*b*) von Plasmafäden entspringen, welcher sich in seinem, in der Medianebene erfolgenden Verlauf zur Oberfläche fächerartig ausbreitet und, indem er sich da, wo die oben beschriebenen Fäden aufhören, an die Körperoberfläche ansetzt, die Fortsetzung des Staborgans bildet. Es wird also das ganze Staborgan von nichts Anderem gebildet, als von den nach dem Atrium zu divergirenden und davon weg allmählich zusammenfließenden Ansatzstellen der beschriebenen Plasmafäden an der Oberfläche. Es gelingt auch in keiner Weise, an dem Staborgan eine besondere membranöse Verdickung oder dergleichen nachzuweisen; auch hier lässt sich eine Membran eben so wenig auffinden wie auf der übrigen Oberfläche. Es scheint fast, als wenn die Plasmafäden eine Art stützende Bedeutung für diesen Theil der Oberfläche hätten, da man die Linien, längs welcher sie sich an die Oberfläche ansetzen, gewöhnlich etwas erhöht und die dazwischen liegende Fläche des Staborgans, namentlich in seinem vorderen Theil, wo ja die Ansatzlinien divergiren und die eingeschlossene Fläche daher breiter ist, etwas konkav eingesenkt findet, was auch von den meisten Beobachtern deutlich dargestellt wird (Fig. 33). ALLMAN hat nun alle diese Verhältnisse eigentlich schon ziemlich richtig gesehen und abgebildet, sowohl die vorderen divergirenden Plasmafäden wie den hinteren dicken Strang, doch hielt er nur den letzteren für Plasma, während er die ersteren für eine gestreifte Einfaltung der äußeren Körperwand nahm, innerhalb welcher sich, und zwar in der Nähe des Atriums, der Kanal öffnen sollte, als welchen er die hintere Fortsetzung des Staborgans erklärte. Diesem vermeintlichen Kanal glaubte er eine Bedeutung bei der Ausscheidung der Nahrungsreste zuschreiben zu dürfen und brachte hiermit auch die Funktion des dicken hinteren Stranges von Plasmafäden in Zusammenhang. Dass von einer solchen Auffassung keine Rede sein kann, brauche ich nicht besonders zu betonen.

Die allgemeine Natur des Staborgans wurde schon oben hinreichend erläutert; dagegen lässt sich zur Zeit eine morphologische Vergleichung desselben mit Organen anderer Protozoen nur schwierig durchführen; doch soll weiter unten ein Versuch dazu gemacht werden. Bei dem interessanten, von R. HERTWIG<sup>1</sup> beschriebenen und

<sup>1</sup> Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XI. 1878. pag. 307.

aller Wahrscheinlichkeit nach auch mit *Noctiluca* näher verwandten *Leptodiscus medusoides* lässt sich vielleicht etwas Entsprechendes finden. HERTWIG beschrieb bei diesem scheibenförmigen Organismus auf der konvexen Oberfläche ein sog. Cytostom, welches als eine ziemlich tiefe, röhrenartige Einsenkung der Oberfläche erscheint, an deren Grund sich ein breiter Strang von Plasmafäden anheftet, welcher geraden Wegs von dem im Centrum der Unterseite gelegenen Centralplasma herkommt. Die Auffassung dieser Bildung als Cytostom beruht nicht auf direkter Beobachtung der Nahrungsaufnahme, sondern auf der allgemeinen Erwägung, dass diese Stelle wohl hierfür die geeignetste sei. Nun findet sich aber außer dieser als Cytostom gedeuteten Einsenkung auf der Oberfläche des *Leptodiscus* noch eine zweite, enger röhrenförmige, welche direkt nach dem Centralplasma der Ventralseite führt und innerhalb welcher die Geißel entspringt. HERTWIG erwägt zwar auch die Möglichkeit, dass diese sogenannte Geißelscheide das eigentliche Cytostom sein könnte, hält sie jedoch zu eng für eine solche Funktion. Mir scheint nun die Auffassung der Geißelscheide als eines Homologon des Atriums der *Noctiluca* nicht unmöglich und es wäre dann auf ihrem Grunde die eigentliche Mundöffnung zu suchen. Hinsichtlich der Ernährung des *Leptodiscus* ist so wenig bekannt, dass aus der Enge der Geißelscheide wohl nicht viel gegen diese Auffassung zu entnehmen ist. Als sichere Nahrungskörper fand HERTWIG im Plasma nur Algensporen und diese, wie andere kleine Organismen vermöchten doch wohl die nach meiner Berechnung etwa 0,01 mm im Durchmesser besitzende Geißelscheide zu passiren. Ich führe zur Unterstützung meiner Auffassung noch an, dass die sog. Geißel oder Cilie der *Noctiluca* auch dicht bei der Mundspalte, tief im Atrium entspringt, nicht entfernt von dem Mund, wie HERTWIG auf Grund früherer Angaben annimmt und weiter, dass bei den Mastigophoren die Stelle der Nahrungsaufnahme ganz allgemein an der Geißelbasis gelegen ist. Auch erhält bei dieser Deutung die Geißel des *Leptodiscus* eine Funktion, welche ihr bei der HERTWIG'schen Ansicht nicht zu geben war. Wenn wir nun diese Auffassung adoptiren, so ergibt sich für die von HERTWIG als Cytostom gedeutete Einsenkung die wahrscheinlicheré Homologie mit dem Staborgan der *Noctiluca*. Sowohl die allgemeine Lage zu der Atriumröhre wie der Strang von Plasmafäden, welcher zu der Einsenkung zieht, stimmen damit überein. Es hätte sich bei dem *Leptodiscus* nur das Staborgan, ähnlich wie das Atrium, auf eine kleine Strecke der

Oberfläche verengt, dagegen jedoch statt der schwachen Vertiefung welche es bei *Noctiluca* besitzt, eine bedeutende Einsenkung erlangt. Jedenfalls glaube ich, dass sich in dieser Weise eine innigere Übereinstimmung zwischen den beiden Organismen ergibt, als bei der seitherigen Auffassung.

Kehren wir nun wieder zu dem Ausgangspunkt unserer Betrachtung des Staborgans der *Noctiluca* zurück, so ergibt sich, dass an eine Vergleichung desselben mit der Stab- oder Rautenplatte der Peridineen nicht zu denken ist und wir werden auch gleich sehen, dass das Staborgan bei einer Vergleichung der *Noctiluca* mit den Cilioflagellaten eine andere Lage erhält, wie die Stab- oder Rautenplatte.

Ich halte es nämlich nicht für unmöglich, dass gewisse Beziehungen zwischen *Noctiluca* und den Cilioflagellaten existiren. Für diejenigen zwar, welche noch an dem Cilienkranz der letzteren festhalten, dürfte sich eine solche Beziehung nur sehr gezwungen ergeben. Die Punkte, wo ein Vergleich wohl einsetzen muss, sind die Längsfurche der Cilioflagellaten und das Atrium nebst Staborgan der *Noctiluca* und weiter die beiden Geißeln, die gewöhnlich in dem Vorderende der Längsfurche bei den Cilioflagellaten entspringen und die beiden Bewegungsfäden der *Noctiluca*, welche auch in der Atriumeinsenkung ihren Ursprung nehmen. Ferner gesellen sich hierzu noch wichtige Übereinstimmungen in dem Bau der Jugendform der *Noctiluca* mit den Cilioflagellaten.

Wenn wir eine Vergleichung versuchen wollen, beginnen wir vielleicht am besten mit einer Betrachtung der sog. Schwärmer der *Noctiluca*, weil sich nach meiner Auffassung in deren Bau eine Anzahl Cilioflagellatencharaktere erkennen lassen. Zunächst kommt in Betracht, dass sich die Schwärmer, wie die Cilioflagellaten, mit nach hinten gerichteter Geißel bewegen, was CIENKOWSKI<sup>1</sup> speciell betont. Es lassen sich ferner an ihnen zwei Körperhälften unterscheiden (s. den umstehenden Holzschnitt Fig. 3), eine vordere, welche CIENKOWSKI den Kopf nennt, und eine hintere, welche er als Stielblase bezeichnet. Diese beiden Regionen sind, wenn auch wahrscheinlich nicht in dem ganzen Umfang des Wesens, durch eine Quersfurche (*qf*) von einander geschieden. Weiter lässt sich eine Bauch- und eine Rückenseite unterscheiden. Die erstere wird dadurch charakterisirt, dass sich über sie, von dem Kopftheil entsprin-

<sup>1</sup> Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. VII und IX.

gend, der sog. Stachel hinzieht (*st*). Was dieser Stachel ist, geht aus CIENKOWSKI'S Darstellung nur wenig deutlich hervor; bald erscheint er auf seinen Abbildungen nur als eine deutlich abgegrenzte,

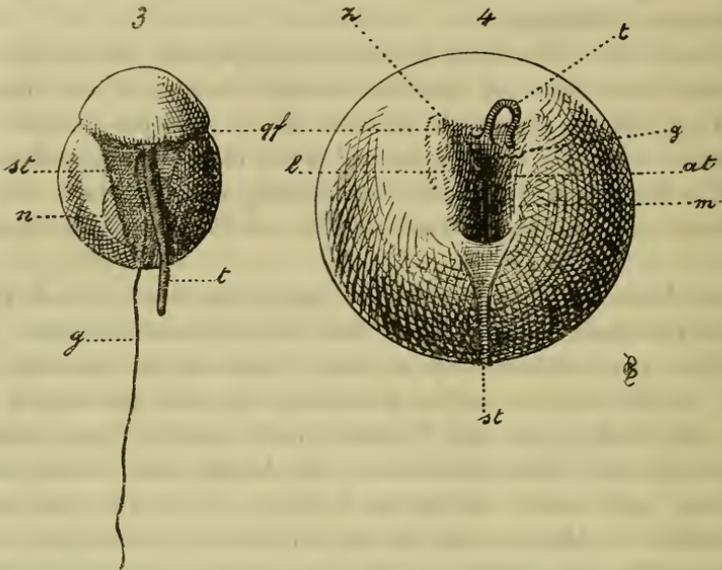


Fig. 3. Ein Schwärmer von *Noctiluca* von der Bauchseite, nach den Darstellungen von CIENKOWSKI und ROBIN kombinirt. *gf* die vermuthliche Querfurche und *st* die Längsfurche oder der sog. Stachel CIENKOWSKI'S, *g* die Geißel und *t* der rudimentäre Tentakel (fadenförmiger Anhang CIENKOWSKI'S), *n* der Kern.

Fig. 4. Entwickelte *Noctiluca* zum Vergleich mit dem Schwärmer. *z* der Zahn, *l* die Lippe, *at* das Atrium, *m* die Mundspalte; die übrigen Bezeichnungen sind dieselben wie bei dem Schwärmer, so dass die vermuthliche Rückführung der Theile auf die des Schwärmers unschwer gelingt.

nach hinten sich zuspitzende Fläche der Bauchseite, bald, und dies ist nur auf relativ wenigen Figuren der Fall, wird sein Hinterende als frei hervorragender Stachel angegeben. Im Allgemeinen macht dieser Stachel auf den Darstellungen unseres Forschers den Eindruck, als sei er ein gewölbt hervorragendes Organ; doch finden sich auch einige Figuren, auf welchen er mehr als eine Einsenkung, eine Furche der Bauchseite, erscheint. Speciell ist dies auch z. Th. auf den Abbildungen der Fall, welche CIENKOWSKI von anormalen, blasigen Schwärmern giebt, die sich nicht von dem Mutterkörper abgelöst haben; hier erscheint das als Stachel bezeichnete Organ manchmal recht ähnlich dem Staborgan der ausgebildeten *Noctiluca*.

Die Darstellung, welche ROBIN<sup>1</sup> von dem Bau der Schwärmer

<sup>1</sup> ROBIN, Rech. s. la reprod. gemmip. et fissip. des noctiluques. Journ. de l'anat. et de physiol. 1878. pag. 563 ff.

entwirft, kann wohl dazu dienen, die CIENKOWSKI'sche Schilderung zu erläutern, obgleich der französische Forscher leider keine Rücksicht auf die Beschreibung des ersteren nimmt. ROBIN schildert das, was CIENKOWSKI als Stachel bezeichnet, als eine konkave Einsenkung der Bauchseite des Schwärmers, welche von ziemlich scharfen Rändern begrenzt wird, und die sich von der Querfurche bis an das Hinterende der Schwärmer verfolgen lässt. Ein freies Hervorragendes des Stachels scheint letzterer Beobachter nie beobachtet zu haben. Ich halte es nun nach diesen Schilderungen für recht wahrscheinlich, dass der sog. Stachel nichts weiter ist wie eine Längsfurche der hinteren Körperhälfte und glaube, dass Vieles dafür spricht, ihn mit der Längsfurche der Cilioflagellaten zu vergleichen. Die Insertion der Geißel findet sich an der Querfurche, nach ROBIN in der Mitte der Bauchseite, nach CIENKOWSKI's Abbildungen mehr seitlich am Vorderende der Längsfurche (seines Stachels) und zwar meist auf der rechten Seite desselben gezeichnet, doch gelegentlich auch auf der linken. Es stimmt demnach auch die Insertion der Geißel mit den Verhältnissen bei den Cilioflagellaten ziemlich überein. Außer der Geißel beobachtete CIENKOWSKI nicht selten noch einen dickeren und kürzeren fadenförmigen Anhang (*t*), der auf den Abbildungen seinen Ursprung dicht neben der Geißel nimmt. ROBIN scheint denselben nie gesehen zu haben. Ich erachte es für recht wahrscheinlich, dass dieser Anhang der junge Tentakel der Noctiluca war, dass derselbe also recht frühzeitig angelegt wird und ursprünglich dicht neben der Geißel entspringt. Ich will nun gleich weiter bemerken, dass ich den Tentakel der Noctiluca für vergleichbar mit der Querfurchengeißel der Cilioflagellaten halte und daher auch bei dem Schwärmer schon die beiden Geißeln der Cilioflagellaten finden möchte.

Nachdem wir nun in solcher Weise eine Rückführung der Organisation des Schwärmers auf die Verhältnisse der Cilioflagellaten versucht haben, bleibt uns noch übrig den Bau desselben mit dem der ausgebildeten Noctiluca in Verbindung zu setzen. Wir sind dabei leider nur auf Vermuthungen angewiesen, da eine direkte Verfolgung der Umbildung noch nicht möglich war. Ich möchte nun glauben, dass eine solche Verbindung der beiderlei Organisationen nicht allzu schwierig ist, und meine Ansicht hierüber kurz aus einander setzen. Bei dem Auswachsen des Schwärmers verliert sich die Querfurche und ein letzter Rest derselben erhält sich vielleicht noch als der vordere Rand des Atriums (vgl. Fig. 4

des Holzschnittes). In dem vorderen Theil des sog. Stachels oder der Längsfurche des Schwärmers bildet sich durch Einsenkung das Atrium (*at*) aus, dessen seitliche Übergangsränder in die Körperoberfläche noch die Ränder der ursprünglichen Längsfurche repräsentiren, während sich der dahinter gelegene Theil der Längsfurche als das sog. Staborgan (*st*) erhält, welches ja, wie früher bemerkt, eine schwache Einsenkung darstellt. Die beiden Geißeln behalten ihren Platz in dem vorderen Theil der Längsfurche. Die eigentliche Geißel des Schwärmers wird zu der sog. Cilie der Noctiluca oder deren Mundgeißel, wie man sie auch nennen könnte und repräsentirt nach meiner Auffassung die hintere oder Längsfurchegeißel der Cilioflagellaten, sie ist auch wie diese weiter nach hinten eingepflanzt, während der Tentakel der Querfurchegeißel entspricht und auch weiter vorn entspringt. Über die Berechtigung dieser Vergleichung des Tentakels mögen hier noch einige Worte zugefügt werden. Ich schöpfe dieselbe namentlich daraus, dass, wie beschrieben, die Querfurchegeißel der Cilioflagellaten zuweilen ein bandartiges Gebilde ist und dann eine netzig-fibrilläre Plasmastruktur, wenn auch nur schwach, erkennen lässt. Nun ist der Tentakel, wie ich hier bemerken will, da KLEBS ihn als unbeweglich bezeichnet, ein aktiv bewegtes Organ, wenn auch die Beobachter darin übereinstimmen, dass er keine heftigen Bewegungen mache. Weiter ist derselbe, wie bekannt, im Querschnitt nicht kreisrund sondern flach dreieckig bis nierenförmig, also nahezu bandförmig (Fig. 35 bei *c*). Ich finde an dem Tentakel ein äußeres zartes Häutchen (*h*), an welchem ich zuweilen auf das deutlichste eine sehr feine Querringelung wahrnahm (bei *a*). Das Tentakelplasma aber zeigt eine netzige Struktur, welche auf den beiden Flächen desselben etwas verschieden erscheint. Auf der platten oder schwach konkaven Fläche finden wir (bei *b*) in regelmäßiger Anordnung quere Plasmafädchen, welche die bekannte Querstreifung des Tentakels hervorrufen. Diese Fädchen zeigen ziemlich dicht und regelmäßig gestellte Knötchen oder Varicositäten, welche in der Längsrichtung des Tentakels wiederum durch feine Fädchen in Verbindung stehen. Auf der konvexen Seite des Tentakels (bei *d*) beobachtet man ein im Ganzen ähnliches, doch viel unregelmäßigeres Netz, so dass hier eine Querstreifung nicht hervortritt.

Die Plasmastruktur der konkaven Seite stimmt demnach mit der Struktur nicht weniger sog. glatter Muskelfasern ganz überein, wie ich durch eigene gelegentliche Untersuchungen solcher von verschiedenen wirbellosen Thieren bestätigen kann. In Übereinstimmung

mit diesem Verhalten steht denn auch die Angabe VIGNAL's (l. c.), dass nur diese Seite des Tentakels die kontraktile sei, was übrigens auch schon daraus zu entnehmen ist, dass der Tentakel bei den konservirten Exemplaren immer nach dieser Seite eingerollt ist.

Dass wir den Zahn und die Lippe der *Noctiluca* vielleicht mit der auf der rechten Seite der Geißelspalte vorspringenden Leiste vergleichen dürfen, die oben z. B. bei *Ceratium Tripos* beschrieben wurde und die sich nach STEIN's Abbildungen auch bei den Peridiniën allgemein entwickelt findet, halte ich nicht für unmöglich, doch lässt sich zur Zeit nur eine dahin gehende Vermuthung aussprechen. Was Zahn und Lippe anlangt, so möchte ich bei dieser Gelegenheit nur noch hervorheben, dass dieselben ihrer Masse nach aus Plasma bestehen. Wie nach der Basis des Tentakels, lässt sich auch zu dem Zahn ein fibrillärer Plasmastrang verfolgen, welcher in ihn eintritt. Die freie Schneide des Zahnes fand ich meist zweispitzig, gelegentlich auch drei- und vierspitzig (Fig. 32).

Ich glaube, dass nur die genauere Verfolgung der Entwicklungsgeschichte der Schwärmer, d. h. die Aufklärung der allmählichen Ausbildung des Baues der fertigen *Noctiluca*, über die wahre Stellung dieses Organismus sicheren Anschluss geben kann und die in Vorstehendem niedergelegten Vermuthungen geben möglicherweise Anregung zu erneuten Untersuchungen in dieser Richtung. Unter Berücksichtigung dessen und des weiteren Umstandes, dass wegen der von verschiedenen Seiten betonten Beziehungen der *Noctiluca* zu den Cilioflagellaten eine Diskussion dieser Frage nicht zu umgehen war, konnte ich es wagen, die in Vorstehendem enthaltenen Spekulationen eingehender zu formuliren.

Erst nach der Abfassung des Manuskripts ist mir eine in der Zeitschrift für wiss. Zoologie Bd. 40 erschienene Arbeit von DADAY bekannt geworden, worin derselbe auf pag. 479 mittheilt, dass er sich bei *Amphidinium operculatum* von der Nichtexistenz des Wimperkranzes überzeugt habe. An dessen Stelle fand auch DADAY eine Querfurchengeißel, welche einen undulirenden Saum besitze, dessen Schwingungen die vermeintlichen Cilien vortäuschen. In dieser Mittheilung interessirt uns namentlich, dass also auch bei *Amphidinium* die Geißel der Querfurchen bandförmig zu sein scheint.

## Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXVI—XXVIII.

Auf den Figuren der Tafeln XXVI—XXVIII sind folgende übereinstimmende Buchstabenbezeichnungen gewählt worden.

- a* Amylonkörner,
- ch* Chromatophoren,
- fg* die Querfurchengeißel,
- g* die hintere oder Längsfurchengeißel,
- n* der Zellkern,
- oc* der Augenfleck oder das Stigma,
- v* nichtkontraktile Vacuole.

Fig. 1—9. Von *Glenodinium cinctum*.

- Fig. 1. Ansicht eines Individuums von der Ventralseite, die Chromatophoren sind nur im optischen Schnitt angegeben.
- Fig. 2. Ansicht eines Exemplars von hinten. Die Chromatophoren sind hier vollständig eingezeichnet. Fig. 1 und 2 nach mit Osmiumsäure getödteten Individuen.
- Fig. 3. Seitliche Ansicht eines mit Osmiumehromsäure getödteten Exemplares; nur in Umrissen gezeichnet, um die beiden Geißeln zu zeigen.
- Fig. 4 und 5. Zwei der eigenthümlichen Ruhezustände; nach lebenden Exemplaren gezeichnet.
- Fig. 6 *a* und *b*. Einige isolirte Chromatophoren.
- Fig. 7. Der Augenfleck in ventraler Ansicht bei stärkerer Vergrößerung.
- Fig. 8. Einige isolirte Stärkekörner.
- Fig. 9. Ein isolirter Kern, welcher, nach der Abtödtung durch Wasser, deutlich die sehr feine netzförmige Struktur zeigt. Die kuglige Gestalt des Kernes wurde bei der Isolirung durch Pressung verändert.

Fig. 10—15, 17 und 18. Von *Ceratium Tripos* aus der Kieler Bucht.

- Fig. 10. Ein *Ceratium* von der Ventralseite nach einem in Glycerin eingeschlossenen Exemplar, bei welcher Behandlung die Verhältnisse der Hülle besser zu erkennen sind, wie an den in Harzen eingeschlossenen. Der Weichkörper hat sich, wie bei den untersuchten Formen überhaupt, von der Hülle etwas zurückgezogen und innerhalb desselben sind nur die Amylonkörner und der Nucleus eingezeichnet.

Die Verhältnisse des Geißelspaltes (*l*) sind an dieser Figur allein angedeutet und die Längsfurchengeißel ist zum größeren Theil in den Spalt eingelagert.

Fig. 11. Ein anderes Exemplar von der Bauchseite. Die Querfurchengeißel liegt hier noch auf eine größere Strecke in der Querfurchen. An dem Weichkörper sind die Chromatophoren, der Nucleus und die nicht selten vorhandene Vacuole (*v*) eingezeichnet.

Fig. 12. Ein Individuum von der linken Seite, bei welchem gleichfalls die Querfurchengeißel noch auf eine größere Strecke in der Querfurchen verläuft.

Fig. 13. Ein Individuum von der Hinterseite. Man bemerkt die Geißelspalte (*l*) im optischen Querschnitt und den Ursprung der beiden Geißeln. Weiter ist auf der Figur gut zu sehen, dass der Bauchausschnitt von einer zarten Fortsetzung der Hülle, der sog. Mundplatte (*mp*) nach STEIN, überzogen wird, welche sich, bei dem bruchsackartigen Hervorquellen des Weichkörpers aus dem Bauchausschnitt, etwas abgehoben hat. Doch weist die Bildung des hakenförmig umgebogenen Endes des Durchschnittes dieser Mundplatte noch deutlich darauf hin, dass letztere den dachförmigen Vorsprung an der rechten Seite des Geißelspaltes bis zu dem Grunde der Spalte überzog. Vgl. hinsichtlich dieser Verhältnisse die Darstellung des Geißelspaltes in der Flächenansicht auf Fig. 10.

Fig. 14 *a* und *b*. Ein sehr deutlich netzförmiger Kern. *a* in der Ventralansicht des Ceratiums, *b* in seitlicher Ansicht. Beide Abbildungen geben nur optische Durchschnitte.

Fig. 15. Der optische Durchschnitt eines ähnlichen Kernes in Ventralansicht.

Fig. 16 *a* und *b*. Ein Kern von Peridinium divergens, in zwei um 90 Grad der Drehung verschiedenen Ansichten. Fig. 16 *b* zeigt ein rein fädiges Gefüge von eigenthümlicher Anordnung, welches dadurch noch ein besonderes Interesse besitzt, weil es lebhaft an die concentrischen Körper des Ceratium Tripos erinnert, namentlich auch wegen der Deutlichkeit des innersten Kreischens, welches sich bei Senkung des Tubus wie ein Röhrchen in die Tiefe verfolgen ließ und sich dabei auch verbreiterte. Fig. 16 *a* lässt in anderer Ansicht desselben Kernes deutlich erkennen, dass die Fäden auch hier im optischen Durchschnitt das Bild des Netzes geben.

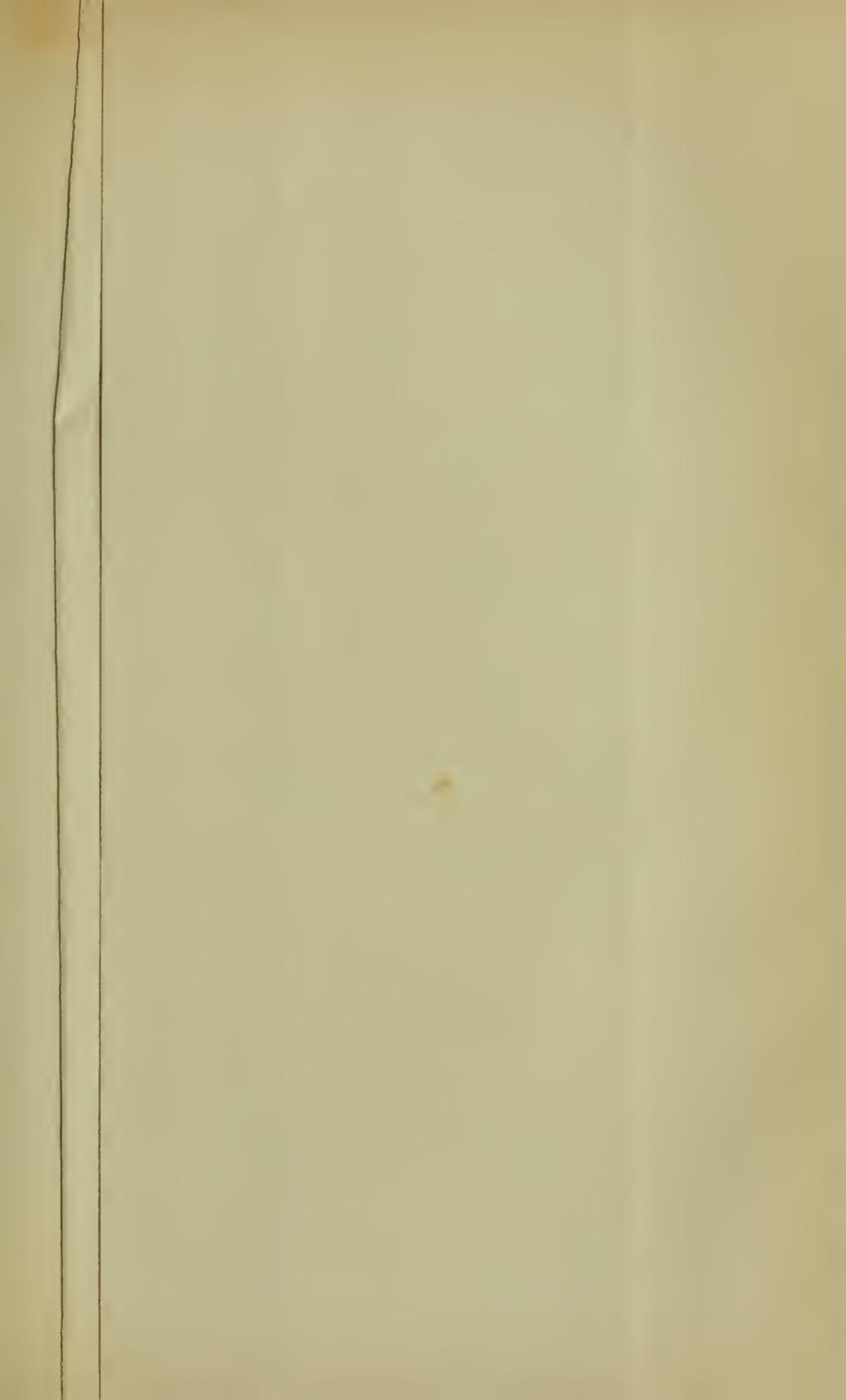
Fig. 17. Kern von Ceratium Tripos mit zwei Nucleolen, von welchen der eine ganz dieselbe Netzstruktur wie der Kern zeigt.

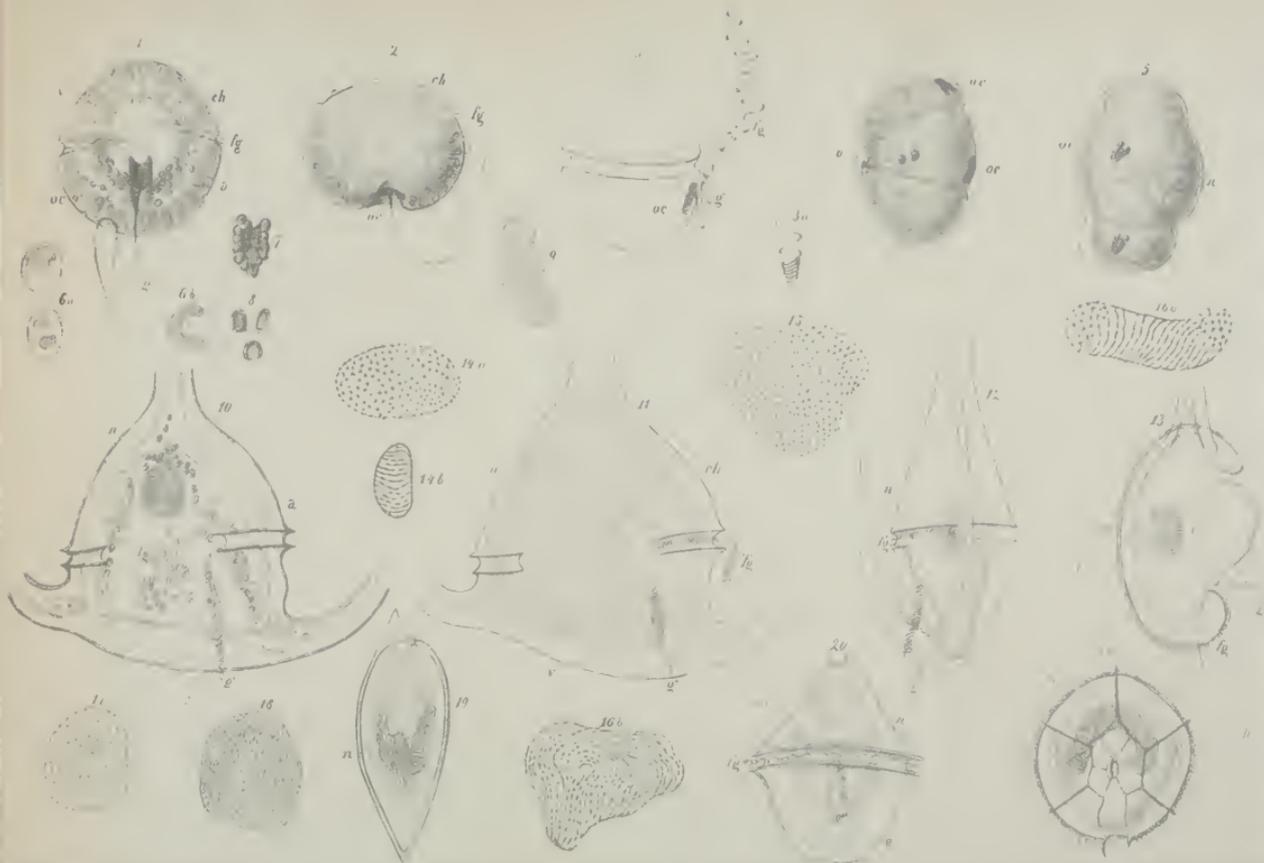
Fig. 18. Kern von Ceratium Tripos, dessen Netzstruktur feiner und durch Unregelmäßigkeit sowie eine gewisse Schlängelung der Maschen vorworener geworden ist.

Fig. 19. Prorocentrum micans in seitlicher Ansicht. Die Geißeln sind nicht angegeben.

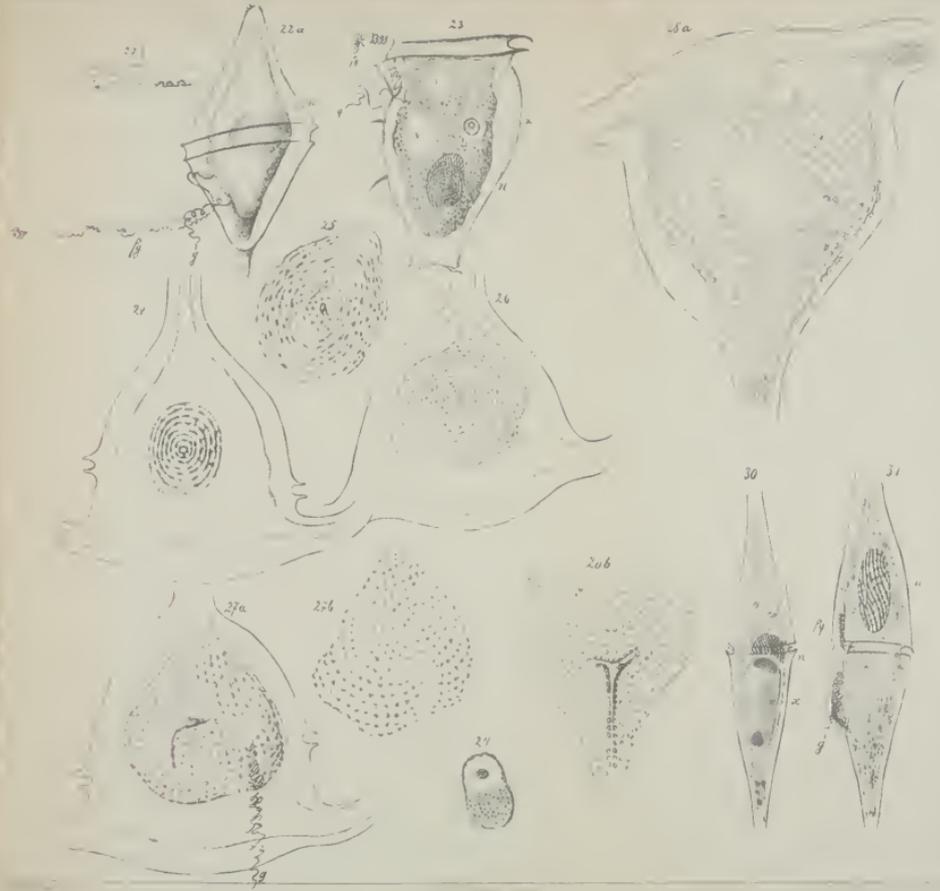
Fig. 20 und 21. Gonyaulax polyedra Stein. Fig. 20 in der Ansicht von der Rückseite. Die Längsfurchengeißel ist in der Längsfurchen deutlich zu sehen und die Querfurchengeißel über die ganze Rückseite hin in der Querfurchen zu verfolgen. Fig. 21. Ansicht auf den vorderen Pol. Um den zurückgezogenen Weichkörper sieht man eine deutliche innere Hülle (*h*), wie dies bei den zur Untersuchung gekommenen Gonyaulax fast regelmäßig der Fall war.

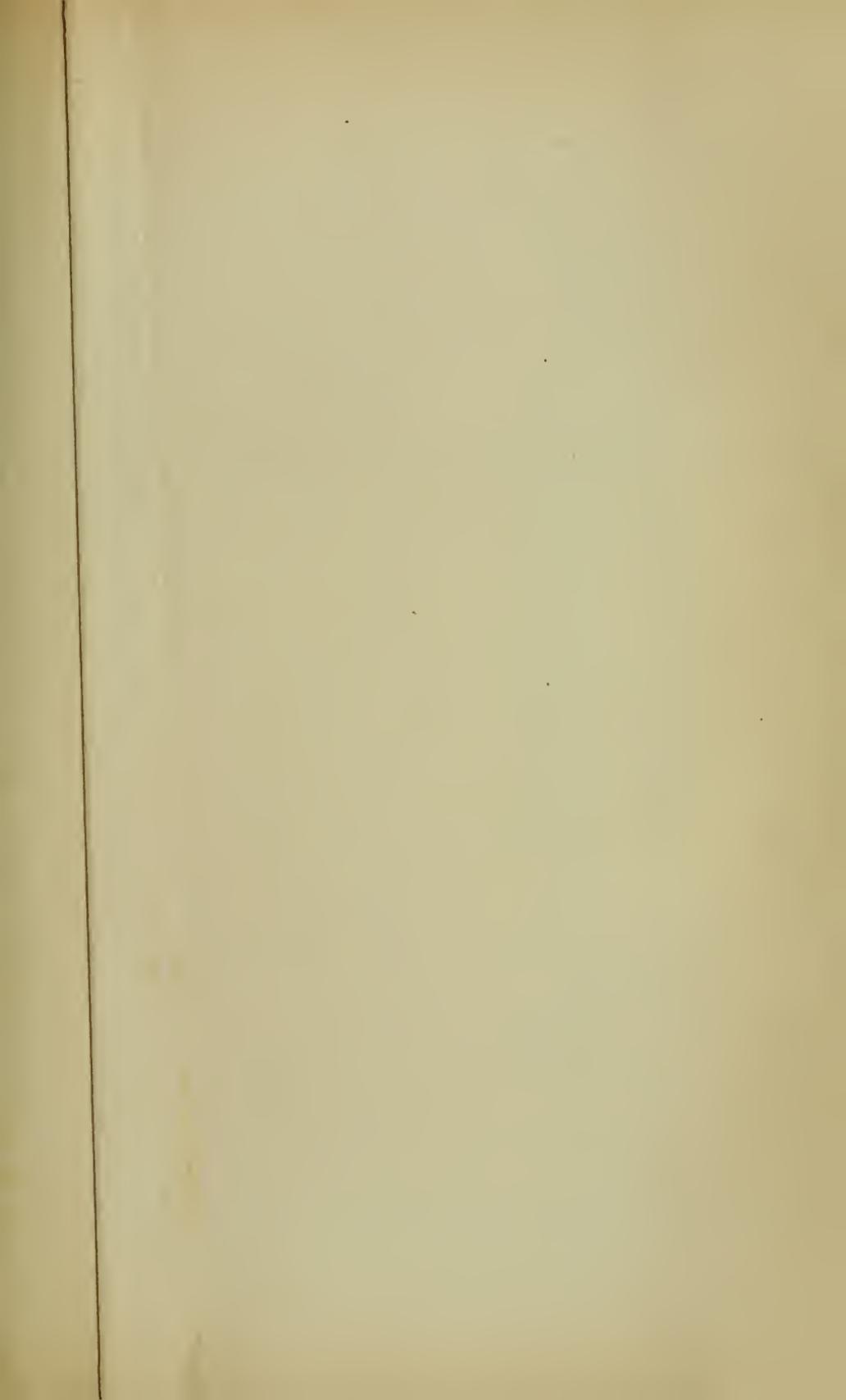
- Fig. 22. *Peridinium divergens*. *a*. Ein Exemplar in seitlicher Ansicht. *b*. Ein kleines Stück der Querfurchengeißel bei stärkerer Vergrößerung.
- Fig. 23. *Dinophysis acuta* in seitlicher Ansicht. In dem zurückgezogenen Weichkörper bemerkt man zwei Vacuolen, den eigenthümlich fädigen Kern und den im Text genauer besprochenen Körper *x*, welcher sich schwächer wie der Kern gefärbt hat.
- Fig. 24 bis 29. Von *Ceratium Tripos*, schildern die Entwicklung des eigenthümlichen Körpers an Stelle des Kernes. Fig. 24—26 verschiedene Stadien der Ausbildung des Körpers im concentrischen Zustand.
- Fig. 27. Weiteres Entwicklungsstadium des Körpers, *a* in der Ansicht von der Bauch- und *b* in der von der Rückenseite. In Fig. 27 *b* schien sich mit ziemlicher Sicherheit zu ergeben, dass die concentrische Zeichnung eigentlich eine spiralige ist. Bei anderen Exemplaren machte dagegen die Zeichnung stets den Eindruck wirklicher Concentricität, doch ist die Entscheidung dieser Frage sehr schwierig.
- Fig. 28 *a* und *b*. Fortgeschrittenstes Entwicklungsstadium des fraglichen Körpers mit deutlicher Trennung der Fäden in einzelne Kernchen und Bildung von Zellkörpern um letztere. *a* Ansicht von der Rückenseite, *b* von der Bauchseite. In letzterer Ansicht sieht man aus der dreieckigen Falte in der Mitte des Körpers, welche auf ähnlichen Stadien gewöhnlich vorhanden ist, ein kleines Röhrchen hervorragen, das wohl entschieden dasselbe Gebilde ist wie das auf Fig. 25 dargestellte.
- Fig. 29. Eigenthümlicher Körper neben dem Kern eines *Ceratium Tripos*.
- Fig. 30 und 31. Von *Ceratium Fusus*. Fig. 30. Exemplar mit eigenthümlichem, ansehnlichem Körper *x* neben dem Kern. Der Körper enthält in jedem seiner Enden einen deutlichen Nucleus. Der Kern des *Ceratium* scheint sehr reducirt.
- Fig. 31. Exemplar in nahezu seitlicher Ansicht, zeigt deutlich die beiden Geißeln und die Kernstruktur, wie sie sich gewöhnlich darstellt.
- Fig. 32—38. Von *Noctiluca miliaris* (nach Osmiumsäurematerial).
- Fig. 32. Vierspitziger Zahn eines Exemplares, wie er sich selten findet. Umrisse. Ansicht von oben.
- Fig. 33. Blick auf die Atrialregion einer *Noctiluca*. Die Ausdehnung der Atrialeinsenkung ist durch Schattirung angedeutet, doch erhellt dieselbe noch besser mit Hilfe der seitlichen Ansicht in Fig. 34. Ganz vorn in der Einsenkung bemerkt man den Tentakel (*t*); in einiger Entfernung dahinter an der rechten Seite der Wand des Atrium den Zahn (*z*) und die Lippe (*l*) so wie die Geißel (*g*). Darauf folgt im Grunde der Einsenkung die eigentliche Mundöffnung (*m*). Hinten bemerkt man das orale Ende des Staborgans (*st*) mit seinen beiden nach dem Atrium gerichteten Ausläufern, welche durch die Plasmafäden (*fd*) gebildet werden; *b* der Busch von Plasmafäden, welche die hintere Fortsetzung des Staborgans bilden. Die queren Linien, welche das Staborgan kreuzen sind Falten in der Wand der *Noctiluca*, die sich bei der Präparation gebildet haben.

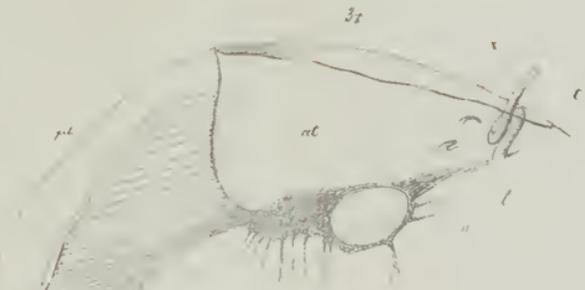
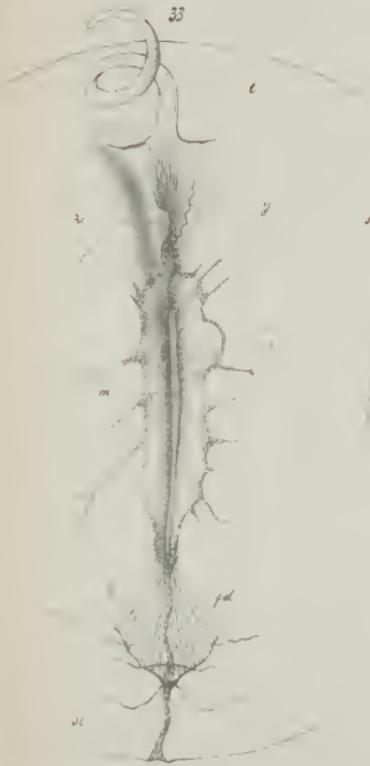












32

Fig. 34. Seitliche Ansicht der Atrialregion; die Erklärung ergibt sich aus dem bei Fig. 33 Bemerkten.

Fig. 35. Stück eines Tentakels bei starker Vergrößerung. Bei *a* ist die feine Querringelung der äußeren Hülle des Tentakels zu sehen; bei *b* die Anordnung der Plasmafäden auf der konkaven Tentakelseite, worauf deren Querstreifung beruht; bei *c* der optische Durchschnitt des Tentakels und bei *d* die Anordnung der Plasmafäden auf der konvexen Tentakelseite.

Fig. 36. Kleines Stück des oberflächlichen Plasmanetzes einer Noctiluca; man bemerkt an einigen Stellen deutlich, dass die größeren Netzmaschen noch von einem feinen Netzwerk erfüllt sind.

Fig. 37 und 38. Zwei Plasmazüge aus dem Inneren eines Noctilucakörpers, welche das netzförmige Gefüge deutlich zeigen. In Fig. 38 geht der Faden von dem dunkel angedeuteten Centralplasma aus. In beiden Figuren ist nur das eingezeichnet, was deutlich zu erkennen war, daher rühren die scheinbaren Lücken und Unterbrechungen in dem Netzwerk, welche in der Natur sicherlich nicht vorhanden sind.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Bütschli Otto [Johann Adam]

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen über gewisse Organisations-Verhältnisse der sog. Cilioflagellaten und der Noctiluca. 529-577](#)