

Sitzung vom 29. Januar 1904.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

Haacke, Dr. Otto, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.** (durch E. BACHMANN und PAUL RICHTER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Claussen, Dr. Peter, in **Freiburg i. B.**,

Hosseus, Dr., in **Berlin**,

Iltis, Dr. Hugo, in **Prag**,

Landé, Max, stud. in **Berlin**.

Der Vorsitzende teilt mit, dass die Gesellschaft den am 10. Januar erfolgten Tod des ordentlichen Mitgliedes

Herrn Geheimrats Prof. Dr. **August Garcke**

zu beklagen hat, dessen Verdienste um die Floristik allgemein gewürdigt werden. Ein Nachruf wird später erbracht werden. Zum ehrenden Gedächtnis an den Verstorbenen erhoben sich die anwesenden Mitglieder von ihren Sitzen.

Mitteilungen.

I. **E. Zederbauer: Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Ceratium hirundinella*.**

Mit Tafel I.

Eingegangen am 27. November 1903.¹⁾

Während der Untersuchungen über das Plankton alpiner Seen hatte ich Gelegenheit über die Fortpflanzung und Vermehrung von *Ceratium hirundinella* mehrere Beobachtungen zu machen, die einigen

1) Die Arbeit konnte mit Rücksicht auf den Umfang des Jahrganges 1903 dieser Berichte erst jetzt veröffentlicht werden.

Aufschluss über die Art der geschlechtlichen Fortpflanzung und über die verwandtschaftlichen Verhältnisse von *Ceratium hirundinella*, der Gattung *Ceratium* und teilweise der Peridineen geben, obwohl es mir bis jetzt nicht gelang, die ganze Entwicklung von dem zwar sicher beobachteten konstatierten geschlechtlichen Vorgang bis zum fertigen Individuum zu verfolgen.

Obgleich angenommen wird, dass Kopulations- und Konjugationsvorgänge bei den Peridineen oder Dinoflagellaten nicht fehlen, so ist ein derartiger Vorgang bis jetzt nicht nachgewiesen, denn die für Kopulation gehaltenen Stadien der Peridineen haben mit einem geschlechtlichen Vorgange in den meisten Fällen nichts zu tun und sind von anderen Forschern auch nicht als solche gehalten worden. Abgesehen davon, dass Teilungsstadien wiederholt für Kopulationsvorgänge erklärt wurden, sind auch die Stadien, die möglicherweise mit Kopulation im Zusammenhange stehen, nicht so genau beobachtet, um uns von der Richtigkeit der Auffassung zu überzeugen.

Denn die von STEIN¹⁾ bei *Amphidinium lacustre* (Taf. XVII, Fig. 25—28) beobachteten Kopulationserscheinungen sind nicht derart, um sie unzweifelhaft als solche erscheinen zu lassen. Sie können zum Teil ebenso als sistierte Teilzustände aufgefasst werden, wofür BÜTSCHLI²⁾ die Doppelformen anderer Peridineen hält. Wenn wir aber in ihnen Kopulationsvorgänge zu erblicken glauben, so fehlt uns doch die Beobachtung des Vorganges der Kopulation, denn wir können nicht ohne weiteres mit einander umherschwimmende, in verschiedenen Stellungen zu einander befindliche Paare als kopulierende annehmen, falls nicht irgend ein Anhaltspunkt dafür zu finden ist. Auch aus den Mitteilungen von JOSEPH über einen Konjugationsakt bei *Peridinium stygium* aus den Krainer Grotten geht nicht ganz klar hervor, dass hier ein Konjugationsvorgang vorliegt, doch scheint er nicht unwahrscheinlich zu sein, wenn wir die Beobachtung erwägen, dass die beiden konjugierenden Individuen 180° um die Querachse gedreht durch ein aus den Geisselspalten getretenes Plasma verklebt erschienen, was immerhin als ein Konjugationsvorgang gedeutet werden kann, der vielleicht bei der Schwierigkeit des Objekts nicht vollständig genau beobachtet werden konnte. Sehr unwahrscheinlich erscheint es hingegen, dass das Aneinanderhängen einer ganzen Anzahl Individuen eines marinen *Ceratium* zu Ketten irgend etwas, wie POUCHET und BÜTSCHLI meinen, mit der Erscheinung einer Kopulation zu tun habe. Die Deutung KLEBS',

1) STEIN, FR., Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., II. Hälfte, Leipzig 1883.

2) BÜTSCHLI, in BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreiches, I. Bd., II. Abt., daselbst einschlägige Literatur.

dass es sich um eine Anpassungserscheinung an das pelagische Leben handle, ist wohl die zutreffendste, wenn wir die Kettenbildung bei den verwandten Bacillarien erwägen. Es ist anzunehmen, dass es sich auch bei den Ketten von Ceratien um einen ursprünglichen Zusammenhang von mehreren Individuen handle, welche durch Teilung hervorgehen. Die beiden aus der Teilung hervorgehenden Individuen können noch vereinigt bleiben und so zu vollständigen Individuen heranwachsen, welcher Vorgang aus der Art des Zusammenhängens ersichtlich ist. Das eine Individuum, welches die Antapicalhörner bei der Teilung erhält, bleibt durch das noch zum Teil weiche regenerierende Apicalhorn mit der sich erneuernden Hälfte des anderen Sprösslings, welcher das Apicalhorn vom ursprünglichen Individuum erhalten hat, in dessen Längsfurche vereinigt. Die weitere Kettenbildung kann nach diesem Vorgange auf beiden der Seiten der Kette erfolgen.

Bei *Ceratium hirundinella* O. F. M., einer Art, die in unseren Alpenseen sehr verbreitet ist, gelang es mir, die Kopulation deutlich und unzweifelhaft zu beobachten, hingegen nicht, in die inneren Vorgänge einzudringen, da die im lebenden Zustande beobachteten Exemplare dicht mit Chromatophoren und Öltropfen angefüllt waren, ausserdem keine derartigen Stadien beobachtet wurden, wo vielleicht Kernverschmelzung zu sehen gewesen wäre, weshalb nähere Angaben darüber fehlen. Dieser Umstand nebst anderen hielt mich ab, die vor zwei Jahren gemachte Beobachtung zu veröffentlichen in der Hoffnung, einerseits alle Entwicklungsstadien bis zum fertigen Individuum, andererseits das Verhalten des Kernes und der Chromatophoren untersuchen zu können.

Ende Dezember 1901 verbrachte ich einige Tage am Caldonazsee im Südtirol zum Zwecke der Untersuchung der Organismen des Sees und beobachtete in Proben, die ich morgens um 8 Uhr vom Grunde (ca. 10 m) entnommen hatte, Individuen von *Ceratium hirundinella*, die zweifellos sich in Kopulation befanden. Es waren zwei Individuen 180° um ihre Querachse gedreht, an den beiden gegeneinander gewendeten Ventralseiten durch einen zarten Kopulationsschlauch zusammenhängend (Fig. 5). Der Zellinhalt des linken Individuum war durch einen aus der Längsspalte austretenden Schlauch in den von dem anderen Individuum ebenfalls aus der Längsspalte entspringenden mit dem andern vereinigten Kopulationskanal gewandert und hat sich mit dem andern vereinigt. Die Kopulation ist bereits erfolgt, denn es ist bereits eine Andeutung einer Abrundung der beiden vereinigten Zellinhalte zu sehen. Der Inhalt des einen Individuum, das sich von dem anderen nicht unterscheidet, ist aber nicht in das Innere des anderen gewandert, sondern hat sich ausserhalb im Kopulationsschlauch mit dem Inhalt des anderen

vereinigt. Fig. 1 stellt ein Individuum von der Seite gesehen dar, wo das Austreten des Kopulationsschlauches mit dem Zellinhalt sich eben vollzieht, während Fig. 2 ein weiteres Stadium zeigt. Es könnte vielleicht eingewendet werden, dass dieses blasenartige Austreten der Zellinhalte durch Verletzung oder durch Druck des Deckglases bewirkt worden ist, da ja der Inhalt, wie LAUTERBORN¹⁾ an einer Stelle erwähnt, sehr leicht heraustritt. Dagegen möchte ich aber die Tatsache anführen, dass ich im Dezember, wo ich alle grösseren Alpenseen Österreichs besuchte, überall dasselbe Verhalten fand, während die im Frühjahr gesammelten Ceratien nur selten diese Erscheinung zeigten und die im Sommer gar nicht. Es müssten sich die im Sommer beobachteten Exemplare in Bezug auf die Beschaffenheit ihres Inhaltes anders verhalten als zu anderen Jahreszeiten, was nicht wahrscheinlich ist. Ausserdem ist das Heraustreten des Inhaltes doch ein anderes als das bei einem Druck auf das Deckglas, wo er meist unregelmässig hervortritt.

Die beiden in Fig. 2 dargestellten Individuen sind bereits aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, aber sie hängen noch durch den an den beiden Enden gebildeten Schleim zusammen. Der Kopulationsschlauch des einen Individuums, der viel länger ist, wächst zu dem anderen hin, das an der nächstgelegenen Stelle infolge chemotaktischer Reize eine kleine Ausstülpung zeigt.

In Fig. 3 ist ebenfalls ein Stadium der beginnenden Kopulation abgebildet, wo aber der Kopulationsschlauch des anderen Individuums abgerissen ist und nunmehr ein Stück desselben durch den ausgeschiedenen Schleim festgehalten wird. In der nächsten Abbildung Fig. 4 haben sich die beiden Schläuche vereinigt. Derartige Exemplare, wo von dem zweiten Kopulationsschlauch nur ein kleiner Rest zu sehen war, konnte ich eine Menge beobachten, sodass ich den Eindruck bekam, dass die Kopulationsschläuche leicht abreißen. Es scheinen viele schon beim Fangen durch das Netz entzwei gerissen zu werden.

Dass die Lage der beiden kopulierenden Individuen nicht immer dieselbe ist, veranschaulicht Fig. 6; beide liegen nur um 90° zu einander gedreht und aufeinander, weshalb die Kopulationsschläuche etwas zusammengepresst nur als dunkle unregelmässige Masse in der Mitte zu sehen ist. Durch wiederholtes Drücken auf das Deckglas konnte ich mich überzeugen, dass sie zusammenhängen und nicht zufällig aneinanderkleben. Es scheint aber die Lage der beiden Individuen zu einander, wie in Fig. 5, also um 180° um die Querachse gedreht, die häufigere, während die um 90° gedrehte nur ein

1) LAUTERBORN, Protozoenstudien: I. Kern- und Zellteilung von *Ceratium hirundinella* O. F. M. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. 59, Heft 2, 1895.

einziges Mal beobachtet werden konnte. Ob durch den heraustreten-Kopulationsschlauch auch die Mundplatte etwas gehoben wird, konnte nicht entschieden werden.

Was entsteht nun aus der Kopulation? Unter den kopulierenden Individuen war eine Anzahl zu sehen, die seitlich an der Längsfurche ein kugeliges, mit Chromatophoren und Öltropfen dicht erfülltes Gebilde von einer dünnen Membran umschlossen, ansitzen hatten (Fig. 7). Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dies das Produkt der Kopulation ist, zumal noch bei einzelnen die Reste des entleerten Schlauches zu sehen waren; es sind Zygosporen wie bei den Konjugaten, wo sie auf dieselbe Art und Weise entstehen. Die Zygosporen (Zygoten) konnten zur selben Jahreszeit in fast allen anderen Alpenseen, den Kärntnerseen, den oberösterreichisch-salzburgischen Seen beobachtet werden, von denen zwei ich in den Figuren 8 und 9 abgebildet habe. Die Kopulation von *Ceratium hirundinella* scheint aber in allen diesen Seen sich bereits vollzogen zu haben, was seinen Grund in dem früheren Eintreten ungünstiger Verhältnisse haben mag, wenigstens konnte ich nur ein einziges kopulierendes Paar im Attersee finden. Die Fig. 8 aus dem Wörther See zeigt noch Reste des anderen Kopulationsschlauches, während in Fig. 9 die Zygospore bereits fertig ist. Bei allen sind in der Mitte die ziemlich graden Kerne umgeben von zahlreichen Chromatophoren und Öltropfen nur undeutlich zu sehen. Im Traunsee in Oberösterreich fanden sich zur selben Jahreszeit kugelige Gebilde erfüllt mit gelbbraunen Chromatophoren von demselben Aussehen, wie die an den Ceratien ansitzenden Zygosporen sind, von denen die eine längliche Gestalt angenommen hat. Noch mehr in die Länge gestreckt ist eine Zygospore, die vermutlich *Ceratium hirundinella* angehört, aus dem Mondsee, die sich schon sehr der langgestreckten Form der sogenannten Cysten von *Ceratium hirundinella* nähern, über deren Entstehung ich nirgends nähere Angaben finden konnte.

Es liegt nun sehr nahe daran zu denken, dass diese sich in die Länge streckenden Zygosporen sich zu den Cysten ausbilden, indem sie Hörner bilden; zufolge dieser Auffassung wären sie also nicht als Cysten anzusehen, sondern als Entwicklungsstadien, oder die rundlichen Zygosporen würden ihre volle Entwicklung erst in den sogenannten Cysten erreichen, um so den Winter zu überdauern. Obgleich ich die Entstehung der Cysten nicht beobachtet habe, so erscheint es mir doch eher wahrscheinlich, dass die Cysten im Zusammenhange mit dem Kopulationsakt stehen, zumal sie auch zur selben Zeit wie die Kopulation auftreten, im Herbst und Winter.

Eine bei den Peridineen sehr oft beobachtete und teilweise untersuchte Fortpflanzung ist die auf ungeschlechtlichem Wege, die Teilung. Es würde mich zu weit führen, auf die Art und Weise der

Teilungsvorgänge bei den Peridineen näher einzugehen, sondern ich will mich allein auf die Teilung der Gattung *Ceratium* beschränken. Die Teilungsstadien von Ceratien sind anfangs verschieden gedeutet worden, zumal da man meistens Individuen fand, bei denen die Teilung sich schon vollzogen hatte und nur ein Teil der alten Platten zu sehen war. Es lag natürlich sehr nahe, sie für verstümmelte Exemplare (STEIN) zu halten. Dagegen spricht aber der Umstand, dass von den Beobachtern (BERGH, STEIN) bei den abgebildeten Exemplaren immer ein ganz bestimmter Teil der Hülle, nicht ein zufällig abgebrochenes Stück zu sehen ist. So bildet STEIN (l. c. 1, p. 2, Taf. 11, 12) zwei von ihm als verstümmelt bezeichnete Exemplare von *Ceratium tripos* ab, deren alte Schalen sich direkt zu einem Ganzen ergänzen würden, da das eine den linken, das andere den rechten Teilsprössling darstellt.

Die Teilungsvorgänge von *Ceratium hirundinella* wurden zuerst von BLANC¹⁾ untersucht, der auch das Verhalten des Kernes, das später besonders eingehend von LAUTERBORN untersucht wurde, studierte. BLANC ist die Untersuchung der Teilung nicht ganz gelungen, da seine beiden Zeichnungen, wie auch BÜTSCHLI hervorhebt, sich widersprechen. In Fig. 5 verläuft die Teilungsebene so, dass dem einen Sprössling Apikalhorn und das mittlere und linke Antapikalhorn zufiele, während der andere Sprössling mit nur einem Horn bedacht wird. Die nächste Zeichnung Fig. 6 zeigt hingegen das Gegenteil. Der eine Sprössling hat nicht drei Hörner bekommen, sondern nur zwei, das Apikalhorn und das linke Antapikalhorn, während dem anderen die beiden übrigen Hörner blieben. Dieser Irrtum wurde dann später durch die ausführlichen Untersuchungen LAUTERBORN's über die Kernteilung, wobei er auch die Unrichtigkeit und die Ungenauigkeit der Untersuchungen ZACHARIAS²⁾ über denselben Gegenstand einer Kritik unterzieht, und die Teilungsvorgänge klar gestellt, sodass es ausser allem Zweifel ist, dass die Teilungsebene ebenso verläuft wie bei *Ceratium tripos* und den anderen *Ceratium*-Arten. Bei den wenigen Exemplaren, die ich in konserviertem Material aus dem Achensee beobachtet habe, konnte ich dasselbe bezüglich der Teilungsebene beobachten (Fig. 13, 14), auf die ich statt einer langen Beschreibung verweisen will. Fig. 13 stellt ein Teilungsstadium, von der Rückseite gesehen, dar, woraus deutlich zu ersehen ist, dass dem rechten Sprössling das Antapikalhorn zufällt. Bei der Teilung erhält das eine Individuum die untere Hälfte mit Ausnahme

1) H. BLANC, Note sur le *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller). Sa variabilité et son mode de reproduction. Bullet. soc. vaud. sc. nat. XX., p. 305—315, Pl. X.

2) O. ZACHARIAS, Beobachtungen am Plankton des Gr. Plöner Sees. Forschungsbericht aus der biolog. Station zu Plön. 2. Teil. 1894.

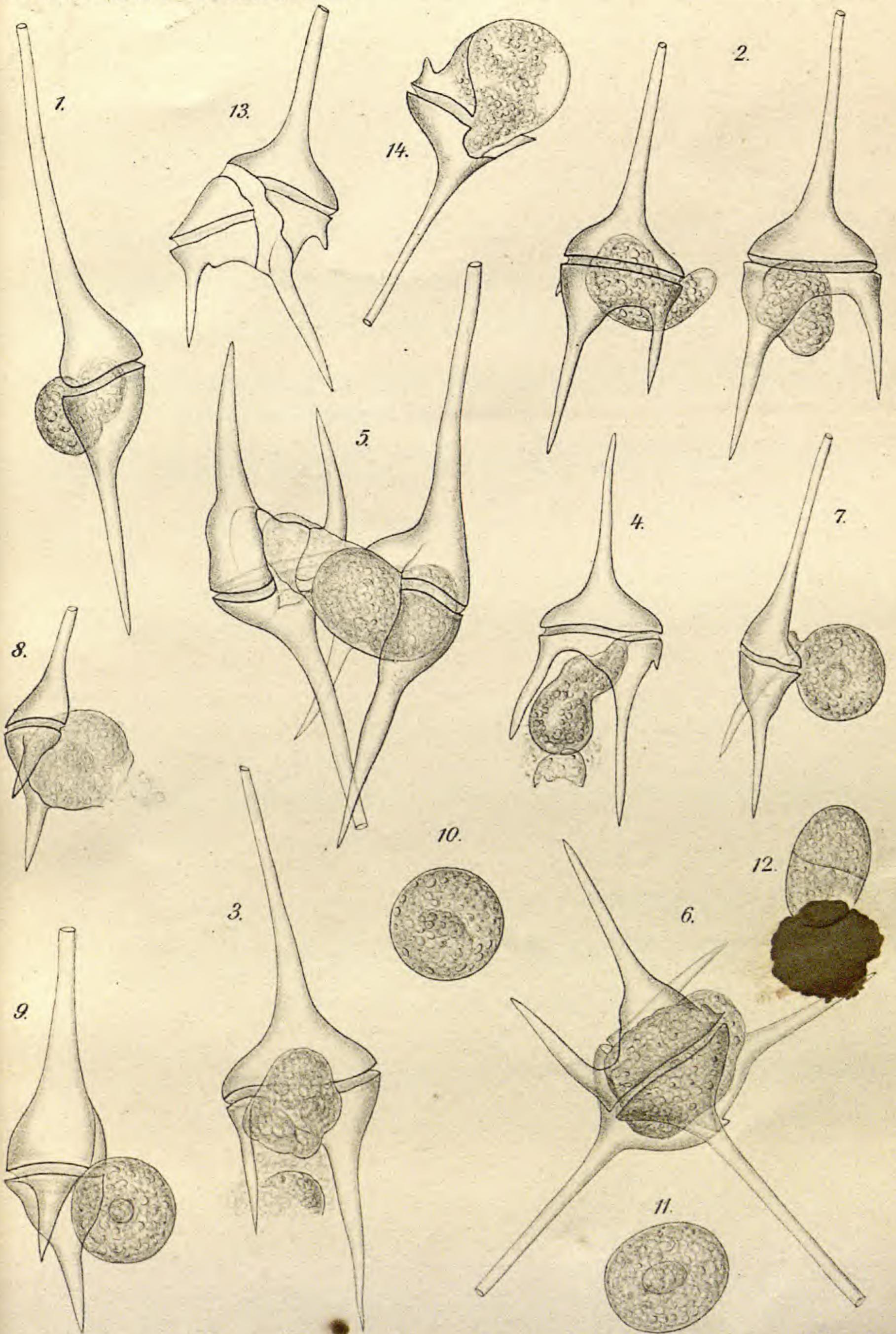
der zwei Postäquatorialplatten, wofür ihm die Praeäquatorialplatte und die Mundplatte zufällt. Das andere Individuum bekommt die obere Hälfte, die beiden Postaequatorialplatten, sodass die Teilungsebene ungefähr in einer Neigung von 45 Grad zur Querachse fällt, von links oben nach rechts unten verlaufend. Die Teilungsebene, die in vorliegenden Zeichnungen von nicht so geraden Linien begrenzt ist, wie in den von LAUTERBORN abgebildeten Teilungsstadien, hat seinen Grund darin, dass bereits die Platten sich zu regenerieren beginnen. Es scheint, dass die Zeit des Zusammenhanges der beiden geteilten, sich regenerierenden Individuen eine verschiedene ist, wie auch aus den Angaben darüber hervorgeht. So bildet APSTEIN¹⁾ zwei Individuen von *Ceratium hirundinella* ab, die bereits beträchtlich herangewachsen und noch im Zusammenhange sind. Fast dieselbe Abbildung wie Fig. 13 bringt BLANC in Fig. 5, wo beide Individuen noch zusammenhängen, aber sich bereits regenerieren. Nach den Angaben LAUTERBORN's trennen sich die geteilten Individuen, was von äusseren Einflüssen, Berührung, Erschütterung, abzuhängen scheint, wozu teilweise im Gegensatz die Beobachtungen APSTEIN's stehen. Dieses Verhalten genauer zu verfolgen, besonders bei kettenbildenden marinen Formen, würde vielleicht einen Einblick auf die Bildung der Ketten geben.

Wenn auch bei den Peridineen die Fortpflanzung bei den verschiedenen Gattungen und selbst Arten verschieden sein mag, so gewährt uns diese bei *Ceratium hirundinella* beobachtete geschlechtliche Fortpflanzung mit Rücksicht auf andere Umstände doch einigen Einblick in die Verwandtschaft dieser Organismengruppe. Die von WARMING und VON WETTSTEIN erkannte Verwandtschaft der Peridineen mit den Diatomeen und Konjugaten wird durch diese Beobachtung teilweise bestätigt. Die Anwesenheit der Chromatophoren, die aus Panzerplatten zusammengesetzte Membran, das ähnliche Verhalten bei der Teilung mit den Diatomeen und Desmidiaceen und endlich die freilich erst in einem Falle nachgewiesene Kopulation, die am meisten an die der Desmidiaceen erinnert, mögen Belege für die Richtigkeit dieser Auffassung sein, wobei wir uns nicht verhehlen dürfen, dass einzelne Formen mehr Beziehungen zu den Flagellaten aufweisen.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Die geschlechtliche Fortpflanzung von *Ceratium hirundinella* erfolgt durch Kopulation.
2. Die Kopulationsschläuche werden aus den Längsspalten gegenüber getrieben und vereinigen sich.

1) Das Süßwasserplankton. 1896.



E. Zederbauer gez.

E. Haue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Zederbauer Emmerich

Artikel/Article: [Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung von Ceratium hirundinella 1-8](#)