

Aus der Biologischen Anstalt auf Helgoland.

---

Untersuchungen  
an  
Nordsee-Protisten.

Von  
Wilh. W. O. Mielck.

I. Ueber *Phaeocolla pygmaea* Borgert.

Mit 2 Tafeln (XIV und XV).



# Untersuchungen an Nordsee-Protisten.

## Vorwort.

Die mit der vorliegenden Arbeit beginnende Reihe von Untersuchungen beabsichtigt in kleineren Mitteilungen Beiträge zur Kenntnis von Protozoen und Protophyten der Nordsee zu liefern. Dabei kommt nicht allein bei Helgoland selbst gefischtes Material in Betracht, sondern auch das weitere, auf ausgedehnteren Untersuchungsfahrten besuchte Nordseegebiet soll Berücksichtigung finden.

## I.

### Ueber *Phaeocolla pygmaea* Borgert.

Diese kleine eines eigenen Skelettes entbehrende Phaeodarie, welche erst unlängst von Borgert ([4]<sup>\*)</sup> S. 205—206, Taf. XVII Fig. 64—66 und [5] S. 284—288, 290—292, Taf. XXII Fig. 1 und 2) aus dem Material der „Plankton-Expedition“ (Labradorstrom St. 19) beschrieben wurde, ist von den wenigen in der Nordsee vorkommenden Vertretern dieser Radiolarien-Ordnung sicherlich einer der häufigsten. Von allen ihren bis jetzt bekannt gewordenen Stammesgenossen weist *Phaeocolla pygmaea* die einfachsten Organisationsverhältnisse auf, sodaß sie als die ursprüngliche Form ihrer Ordnung gelten und besondere Aufmerksamkeit beanspruchen kann.

*Ph. pygmaea* ist anderswo bisher nicht beobachtet worden. Ueber ihr Vorkommen in der Nordsee habe ich zuerst im Jahre 1911<sup>1)</sup> einige quantitative Angaben gemacht. Ich fand sie während der Terminfahrten für die internationale Meeresforschung ziemlich regelmäßig in den jenseits der 100 m Tiefengrenze gelegenen Gebieten der Nordsee und zwar recht zahlreich. Im übrigen ist sie den Untersuchern dieses verhältnismäßig viel durchforschten Gebietes bis jetzt ent-

<sup>\*)</sup> Die eingeklammerten Zahlen hinter einem Autorennamen verweisen auf die entsprechende Nr. der im Literaturverzeichnis angeführten Werke.

<sup>1)</sup> Mielck, W. (1911), Quantitative Untersuchungen an dem Plankton der deutschen Nordsee-Terminfahrten im Februar und Mai 1906. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. N. F., Abt. Kiel, 13. Bd.

gangen. Eine Erklärung dafür mag in ihrer geringen Größe und vor allem in der Unauffälligkeit ihrer Gestalt und einer gewissen äußerlichen Ähnlichkeit mit den bisweilen zahlreich im Plankton sich findenden Detritus- oder Kotballen gefunden werden. Sie war allerdings Apstein aus seinen Untersuchungen auf den Terminfahrten schon seit längerer Zeit bekannt, und er pflegte diese und ähnliche Formen unter dem Namen „Caementarien“ zusammenzufassen. (Vergl. auch Borgert [4] S. 204 Anm. und [5] S. 293 Anm.)

In meinem Material fand sich *Ph. pygmaea*, wie schon gesagt, ziemlich reichlich, sodaß ich in der Lage bin, etwas eingehender als Borgert über diese für die Kenntnis der Tripyleen wichtige Art mitzuteilen.<sup>2)</sup>

*Ph. pygmaea* gehört zur Familie der *Phaeodinidae* Haeckel 1879, die bislang aus Vertretern zweifelhafter Zusammengehörigkeit und Selbständigkeit zusammengesetzt ist, worauf von den Autoren wiederholt hingewiesen wurde.<sup>3)</sup> Die vorliegende Form halte ich für eine selbständige Art, die nicht, wie die in der demnächst erscheinenden 2. Abhandlung näher besprochene Caementellide, als besonderes Stadium einer skelettführenden Art angehört. Abgesehen davon, daß *Ph. pygmaea* ganz charakteristische Eigentümlichkeiten aufweist, die für ihre Selbständigkeit sprechen, kommt in dem untersuchten Gebiete keine Tripylee in Betracht, zu welcher diese häufige Form als skelettloses Stadium gehören könnte, nachdem sich für die gleichfalls häufigen Challengeriden, jene mit kieseligen Fremdkörperteilen bedeckten und bezüglich ihres Weichkörpers ganz anders als *Ph. pygmaea* organisierten Caementelliden als zugehörige Stadien erwiesen haben. Andere Tripyleen gehören hier zu den größten Seltenheiten.

*Ph. pygmaea* besitzt meist abgeplattet eiförmige oder kugelige, seltener auch unregelmäßige Gestalt (vergl. Fig. 1, 14, 16, 19), die durch den Umfang des an Phäodellen und Fremdkörpern mehr oder weniger reichen Kalynmas bestimmt wird. Letzteres umschließt einen gewöhnlich deutlich exzentrisch gelegenen, von etwas dichter und tangential gelagerten Fremdkörperteilen umgebenen Hohlraum, in dem sich die stets kugelige Zentralkapsel mit dem exzentrisch gelegenen, vom Endoplasma umgebenen, gewöhnlich ellipsoidischen Kern befindet.

Die **Zentralkapsel** beherbergt hier, wie Borgert bereits konstatierte, im Gegensatz zu allen anderen bis jetzt bekannten Tripyleen ständig einen Teil des Phäodiums und bietet auch sonst interessante Verhältnisse, deren Beschreibung wir uns zunächst zuwenden wollen.

In der Beschaffenheit der **Zentralkapselmembran** zeigten sich ziemlich wechselnde Verhältnisse. Meistens konnte nur einziges, sehr zartes Häutchen wahrgenommen werden, von dem das Endoplasma etwas zurückgeschrumpft war. Die Membran selbst war ebenfalls zusammen-

<sup>2)</sup> Die Untersuchungen zu der vorliegenden Arbeit waren bereits im Jahre 1909, als unsere *Phaeocolla* noch nicht beschrieben war, im wesentlichen beendet. Ich hatte gehofft, meine Ergebnisse durch Studium von Mikrotomschnitten an weiterem Material ergänzen zu können. Doch ist mir die Beschaffung desselben noch nicht gelungen, sodaß ich die Veröffentlichung meiner bisherigen Befunde nicht länger hinausschieben möchte.

<sup>3)</sup> Für die Einzelheiten verweise ich auf Borgert [5] S. 283 ff.

gefallen und faltig. Zwei Membranen gelangten ziemlich selten zur Beobachtung. In solchen Fällen zeigte sich eine dickere Ectocapsa und eine sehr zarte Endocapsa, und zwar hatte sich die Endocapsa mit dem Endoplasma von der Ectocapsa zurückgezogen, eine bei den Tripyleen häufige Erscheinung, die von den Autoren auf die Einwirkung bestimmter Fixierungsmittel zurückgeführt wird.<sup>1)</sup> (Vergl. Fig. 2.) An den mit Flemming'scher Flüssigkeit fixierten Stücken trat die Beschaffenheit der Membranen deutlicher hervor. Auch hierbei war zwar das Endoplasma stark geschrumpft, während die Hüllbildung selbst ziemlich prall geblieben war. Häufiger als im Alkohol-Material ließ sich eine derbere Ectocapsa und eine sehr zarte, dem zurückgeschrumpften Plasma mehr oder weniger eng angeschmiegte Endocapsa unterscheiden. (Vergl. Fig. 19.) Es wurden verschiedene Zustände beobachtet: Zentralkapseln, an denen nur eine einzige sehr zarte Membran erkannt werden konnte (vergl. Fig. 1, 3 n. a.), dann solche, bei denen die dickere Außenmembran nur an einer Seite deutlich war (Fig. 4), und schließlich auch solche mit vollständig entwickelter Ecto- und Endocapsa (vergl. Fig. 2, 19). In der Astropylen-Gegend hatten die beiden im übrigen getrennten Membranen scheinbar immer ihren Zusammenhang behalten (vergl. Haeckel, 1887 p. 1543).

Bisweilen besaß bei größeren Zentralkapseln die dem Schutzmantel des Kalymmas in solchen Fällen dicht anliegende Membran die Gestalt einer ziemlich dicken, steifen Schale, die sich mit Eosin stark färbte (vergl. Fig. 18). Dabei war der Inhalt der Zentralkapsel meist in Zerfall begriffen oder wurde ganz vermißt. Ueber die Bedeutung dieser Bildung habe ich nichts in Erfahrung bringen können. Man könnte daran denken, daß solche erhöhte Versteifung und Verdickung mit Schwärmerbildung im Zusammenhang stehe. Gegen solche Auffassung spricht jedoch die Beobachtung Borgert's ([4] S. 208) an einer Caementellide, die sich in Gametenbildung befand. Dort „deutete die auffallende Feinheit der sonst recht derben Membran der Zentralkapsel auf die nahe bevorstehende Auflösung der Zentralkapsel hin“. In einer solchen verdickten Membran gelang es nur selten, an dem Austreten von Phäodium eine einfache Öffnung nachzuweisen.

Was im übrigen die **Öffnungen der Zentralkapsel** betrifft, so wurde in vielen Fällen deutlich eine Hauptöffnung (Astropyle) erkannt (vergl. Fig. 1, 2, 13, 14), die Borgert für *Ph. pygmaea* noch nicht nachweisen konnte, dagegen niemals Nebenöffnungen (Parapylen), deren Fehlen ja für die Gattung *Phaeocolla* im Gegensatz zu *Phaeodina* charakteristisch ist. *Ph. pygmaea* kann also, soweit man sie wenigstens bis jetzt kennt, nicht als echte „Tripylee“ gelten. Die Astropyle ist sehr primitiv gebaut: Ein einfaches kreisförmiges Loch in der Kapselmembran oder eine kurz röhrenförmig ausgezogene Verlängerung der Membran mit unregelmäßig begrenzter Öffnung. Bisweilen gelang es durch gelinden Druck auf das Objekt Phaeodellen durch die Astropyle aus

<sup>1)</sup> Mein Material stammt aus teils mit Alkohol, teils mit Flemming'scher Flüssigkeit fixierten Fängen, die nicht speziell zur Gewinnung von Protozoen gefischt waren. Mit Sublimat fixierte Stücke, die voraussichtlich in mancher Beziehung natürlichere Bilder geliefert hätten, standen mir leider nicht zur Verfügung. — Der größte Teil des Materials wurde mit Ehrlich'schem Haematoxylin, meist unter Nachbehandlung von Eosin gefärbt. Gelegentlich kam auch Safranin oder Parakarmin zur Anwendung, doch lieferte die erstgenannte Färbung weit bessere Resultate.

der Zentralkapsel herauszupressen (vergl. Fig. 2). Ein eigentliches abgesetztes „Operculum“, das Haeckel für seine *Phaeocolla primordialis* beschreibt ([7] S. 1544), oder auch nur eine deutliche operculare Bildung, wie sie Borgert für die Astropyle von *Ph. ambigua* ([5] S. 284 Taf. XXIII Fig. 2) zeichnet, fehlt ebenso wie die lang ausgezogene Proboscis der Haeckel'schen Art ([7] S. 1544—1545). Allerdings zeigte die Membran in der Umgebung der Oeffnung am Grunde der kurzen proboscisartigen Bildung nicht selten eine radiäre Steifung, doch ist diese wohl durch Faltung und Schrumpfung der Membran selbst zustande gekommen. Auch von einer Verdickung der Membran an dieser Stelle konnte nichts bemerkt werden.

Zwar gelang es, wie schon angedeutet, bei der Mehrzahl der mir vorliegenden Stücke überhaupt nicht mit Sicherheit, das Vorhandensein einer Hauptöffnung zu konstatieren, trotzdem jene sich im Präparate nach allen Seiten wenden ließen, aber man wird wohl annehmen dürfen, daß die Astropyle ein ständiges Besitztum der vorliegenden Art ist. Bei der infolge der Fixierung faltigen, knittrigen Beschaffenheit der Membran konnte eine so einfache Bildung leicht unerkannt bleiben. In den Fällen, wo eine abstehende Ectocapsa und eine dem Endoplasma anliegende Endocapsa unterschieden werden konnte, lagen, wie schon erwähnt, beide Membranen an dem dem Kerne entgegengesetzten Pole dicht aneinander, auch dann, wenn in dieser oralen Gegend eine Oeffnung nicht wahrgenommen werden konnte.

Der **Kern** hat seinen Platz, wie bereits Borgert [4] beschreibt, regelmäßig exzentrisch am aboralen Pole der Zentralkapsel, von der Kapselmembran nur durch eine dünne Plasmahaut getrennt. Seine exzentrische Lage wird durch die Anwesenheit des Endophaeodiums verursacht. Der Kern besitzt die für die Tripyleen gewöhnliche ellipsoide (vergl. Fig. 14), seltener kugelige Gestalt. Sehr häufig wird die Form einer an der Peripherie der Basis abgerundeten Halbkugel angetroffen, die etwas niedergedrückt ist, sodaß der längere Durchmesser ca.  $1\frac{1}{2}$  mal so lang ist wie der kürzere (vergl. Fig. 1, 2): dabei ist die abgeplattete Seite der Astropyle und dem Endophaeodium, der gewölbte Teil dem aboralen Pole der Zentralkapsel zugewandt.

Was die Struktur des Kernes betrifft, so durchsetzt das Chromatin den Kernsaft in Gestalt kleiner Brocken. Dabei zeigt sich selten eine gleichmäßig verteilte Anordnung derselben. Vielmehr ist das Chromatin gewöhnlich an der oralen, dem Phäodium zugewandten Seite des Kernes dicht angehäuft, sodaß man, besonders wenn dieser die Abplattung an der oralen Seite zeigt, zunächst den Eindruck erhält, als habe man es mit einem erst eben durch Spaltung aus einem kugeligen Mutterkern hervorgegangenen Tripyleen-Kern zu tun, der noch nicht die abgerundete Form und noch kein neues Chromatinzentrum ausgebildet hat. Doch hier handelt es sich um einen Dauerzustand, da, wie wir sehen werden, die Teilung in einer anderen Richtung vor sich geht. Die dichtere Chromatinmasse liegt also hier nicht zentral, wie bei den anderen Tripyleen, sondern exzentrisch. Die Begrenzung dieser Chromatinansammlung nach dem gewölbten Teil des Kernes hin ist nicht scharf, sondern die Masse wird aboralwärts lockerer, so-



daß die einzelnen Chromatinbröckchen sichtbar werden, die von hier aus in mehr oder weniger deutlich radiärer Anordnung den größeren chromatinärmeren Teil des Kernes durchziehen. Ganz peripher unter dem gewölbteren Teile der Kernmembran fanden sich die Chromatinbrocken häufig wieder in etwas dichter Lage. Seltener ist die Chromatinansammlung etwas aus der oralen Lage nach den Seiten verschoben (vergl. Fig. 4, 15), an der aboralen Seite findet sie sich jedoch nie. Bei Flemming-Konservierung waren zuweilen freie vakuoläre Stellen von kugeligster Gestalt zu sehen. Eine sehr feine Membran ließ der Kern fast immer erkennen.

Das **Endoplasma** ist, wie bereits erwähnt, bei dem mir vorliegenden Material durchweg mehr oder weniger stark von der Kapselmembran zurückgeschrumpft. Stets beobachtete ich den auch von Borgert beschriebenen vakuolären Bau desselben, der auch in den Figuren erkennbar ist. Es füllt das Innere der Zentralkapsel aus, soweit dieses nicht von Phäodium und Kern beansprucht wird; doch pflegt seine Hauptmasse — zur Astropyle als Pol in Lagebeziehung gebracht — auf eine äquatorial gelegene Randschicht verdrängt zu sein und nimmt so gewöhnlich nur etwa den dritten Teil des Zentralkapselinneren ein, während die übrigen zwei Drittel sich auf das meist sehr umfangreiche Phäodium und den Kern verteilen.

**Einschlüsse des Endoplasma: Die Chromidienbläschen und ihre Beziehung zum Phäodium.** An dieser Stelle mögen eigentümliche Bildungen besprochen werden, die das Endoplasma in den meisten Fällen in größerer oder geringerer Zahl (ich zählte höchstens 20) beherbergt. Es sind kleine Bläschen von 0,003—0,004 mm Größe, seltener größer, bis 0,009 mm, in denen sich mit Hämatoxylin stark färbare Körperchen befinden, also wohl Körperchen von chromatischer Substanz und Abkömmlinge des Kernes, sog. „Chromidien“ (vergl. Fig. 1—15). Die Bläschen sind zwar deutlich umgrenzt, doch ist die Hüllbildung äußerst fein, kaum mit Sicherheit zu erkennen. Sie zeigen ein alveolenartiges Aussehen und liegen ihrerseits in einer Vakuole des Endoplasmas. Ihre Gestalt ist bald kugelig, bald mehr ellipsoidisch. Die Chromatinkörperchen im Innern der Bläschen (vergl. Fig. 2—13) haben etwa die Größe der Chromatinbröckchen im Kerne und treten in verschiedener Zahl auf; ich glaubte bis 20 Stück zählen zu können, gewöhnlich jedoch weniger. Sie liegen meist peripher in dem Bläschen, oft nur an einer Seite angesammelt. Der übrige Bläscheninhalt ist (bei Hämatoxylin-Eosin-Färbung) farblos. (Ausnahme: die weiter unten angeführten dunkel tingierten Bläschen). Diese Bildungen finden sich niemals an der aboralen Seite des Kernes, selten dem oralen Pole desselben genähert, sondern umgeben ihn vorwiegend in einer ringförmig zwischen oraler und aboraler Seite gelegenen Zone; ebenso werden sie aber auch in der äußeren Umgebung des Endophäodiums angetroffen. Schließlich erkennt man sie zuweilen im Endophäodium selbst wieder, namentlich in den peripheren Schichten, sehr selten im Zentrum, niemals aber in der oralen Partie oder außerhalb der Zentralkapsel, sodaß man es sicher nicht mit von außen stammenden Gebilden zu tun hat. Die innerhalb des Phäodiums befindlichen Bläschen zeigten die einzelnen Chromatinbröckchen gewöhnlich weniger scharf umgrenzt, vor allem aber kleiner und von dunklerer Färbung. Zuweilen erschienen hier auch mit Hämatoxylin

mehr homogen dunkel tingierte Bläschen, in der die Chromatinbröckchen nicht mehr deutlich als einzelne Körperchen zu erkennen waren (vergl. Fig. 2, 6, 10, 11, 13).

Was die Bedeutung dieser Chromidienbläschen betrifft, so möchte ich die Vermutung aussprechen, daß es sich um vom Kerne abgestoßene Chromatinbröckchen handelt, die, zu mehreren in ein Bläschen eingeschlossen, bestimmt sind, in den Dienst der Ernährung zu treten. Wahrscheinlich hat man in diesen Bildungen die Grundlagen für die Phäodellen zu suchen.

Das zahlreiche Auftreten der Bläschen im aboralen Teile des Phäodiums, ihr Abnehmen nach dessen Mitte zu und die hier scheinbar stattfindende Auflösung oder Umwandlung, schließlich ihr gänzliches Fehlen in der oralen Partie oder etwa außerhalb der Zentralkapsel läßt ihre Deutung als nutritive Organellen, die ihre Bestimmung im Endophäodium erfüllen, wohl verständlich erscheinen. Denn daß dem Phäodium eine Rolle bei der Ernährung zuzuschreiben ist, dürfte nach den neueren Untersuchungen kaum mehr zweifelhaft sein.

Angeichts des regelmäßigen Vorkommens von Phäodium und von außen stammenden Fremdkörpern innerhalb der Zentralkapsel darf man annehmen, daß die Verdauung bei *Ph. pygmaea* intrakapsular geschieht. Auffälligerweise tritt hier also die Nahrung in die Markmasse ein, während die Verdauung bei den übrigen Radiolarien scheinbar ausschließlich in der Rindenschicht stattfindet.<sup>5)</sup> Bevor ich jedoch die Zusammensetzung des Endophäodiums bespreche, werde ich im Folgenden etwas näher auf die Chromidienbläschen und ihre Beziehungen zu jenem eingehen.

Wenn ich auch für bestimmt nachgewiesen zu haben glaube, daß die Chromidienbläschen an der Bildung der Phäodellen beteiligt sind, so vermag ich doch durchaus keinen sicheren Anschluß zu geben über den sich dabei abspielenden Vorgang und über die Frage, ob noch Teile anderer Herkunft in den Phäodellen enthalten sind. Trotzdem möchte ich mit meinen diesbezüglichen Befunden und den sich daran anknüpfenden Vermutungen nicht zurückhalten, um damit auf Grund der bei unserer im Vergleich zu den übrigen Tripyleen sehr primitiv organisierten Form angetroffenen Verhältnisse einen weiteren Beitrag zu liefern zur Kenntnis des zwar viel besprochenen, aber in seiner Herkunft und Bedeutung noch keineswegs klar erkannten Phäodiums.

Im Innern des Phäodiums, wo die Chromidienbläschen zu verschwinden pflegen, waren die Chromatinbröckchen, wie bereits angedeutet, in einzelnen Fällen geschrumpft und wiesen eine mehr schwärzliche Färbung auf, sodaß die Bläschen große Ähnlichkeit mit Phäodellen haben (vergl. Fig. 9, 11, 12). Andererseits beobachtete ich in den mit dunklen Pigmentkörnern ausgerüsteten Phäodellen noch vereinzelte mit Hämatoxylin gefärbte Chromatinbröckchen (vergl. Fig. 3, links vom Kerne unter den beiden Chromidienbläschen). Die schwarzen Pigmentkörner der normalen fertigen Phäodellen sind im allgemeinen beträchtlich kleiner als die Chromatinbröckchen der Bläschen. Die noch in der Nachbarschaft der Chromidienbläschen befindlichen Phäodellen lassen aber oftmals dieselbe periphere, zuweilen einseitig angesammelte Lage der schwarzen Pigmentkörner erkennen wie die Chromatin-

<sup>5)</sup> Borgert hat bei einem Individuum von *Aulacantha* ausnahmsweise auch im Innern der Zentralkapsel, im oralen Teil der Endoplasma-Masse richtige Phäodellen vorgefunden ([2] S. 264 unten).



bröckchen in den Bläschen (vergl. Fig. 3, 6). Auf Grund einer Reihe von Fällen, die als Uebergangsstadien von den Chromatinbröckchen zu den schwarzen Pigmentkörnern angesehen werden können, möchte ich auf den engen Zusammenhang beider Bildungen schließen. Solche Befunde können darauf hindeuten, daß jene Pigmentkörner als unbrauchbarer Restbestand der Chromidien nach erfolgter Betätigung bei der Verdauung anzusehen sind.<sup>6)</sup>

Zuweilen finden sich, wie bereits oben erwähnt, Bläschen, die mit Hämatoxylin gleichmäßig violett färbbar sind und die einzelnen Chromidien nur undeutlich begrenzt oder selbst gänzlich mehr als getrennte Bestandteile erkennen lassen, sodaß der Gedanke an eine Auflösung der Chromatinbröckchen nahe liegt.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß der Inhalt des Chromidienbläschens der Nahrung beigemischt wird, und daß die Phäodelle als Ueberbleibsel der Nahrung und des Chromidienbläschens anzusehen ist. Eine mit Sicherheit zutreffende Schilderung des sich dabei abspielenden Vorganges kann ich natürlich nicht erbringen, und die Zahl der oben angeführten Uebergangsstadien zwischen Chromidienbläschen und Phäodelle ist zu wenig zahlreich, als daß ich ihr Vorkommen als sicheren Beweis für den direkten Zusammenhang beider Bildungen hinstellen möchte. Immerhin wird dieser durch meine Befunde sehr wahrscheinlich gemacht.

Außer den schwarzen Partikelchen, die ich für Reste der Chromatinbröckchen halte, läßt die Phäodelle noch eine feine nicht homogen erscheinende Grundmasse erkennen, die grau bis bräunlich aussieht, und in der bisweilen auch etwas größere Brocken und Fetzen eingebettet sind, wie sie auch lose außerhalb der Phäodelle angetroffen werden. In den Chromidienbläschen ist dagegen nichts weiter zu erkennen als jene Chromatinbröckchen. Eine ähnliche Substanz wie diejenige, welche die Grundmasse der Phäodellen ausmacht, findet sich, vermischt mit allerlei größeren Einlagerungen, auch lose in der Zentralkapsel, ohne an umgrenzte Phäodellen gebunden zu sein (vergl. Fig. 5, 6, 8, 11, 13); diese Substanz möchte ich für aufgenommene Nahrung halten.

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen Chromidienbläschen und Phäodelle kann man sich folgende Vorgänge vorstellen: Nahrungsportion und Chromidienbläschen werden von einer gemeinsamen Vakuole umschlossen, und der Inhalt des Chromidienbläschens wird der Nahrung beigemischt. Oder aber: die Nahrung wird in das Bläschen selbst aufgenommen. (Im letzten Falle wäre das Chromidienbläschen selbst als direkte Vorstufe der Phäodelle aufzufassen.) Nach erfolgter Verdauung bleiben die unbrauchbaren Nahrungs- und Bläschenreste in rundlichen Ballen im Zusammenhang und werden als bräunliche Phäodellen aus der Astropyle hinaustransportiert.

In der Auffassung der Chromidienbläschen bestärken mich die Ausführungen Borgerts gelegentlich seiner Besprechung der Chromidienbildung (vergl. [4] S. 242 u. 243). Die in den Chromidienbläschen bei *Ph. pygmaea* in Frage kommenden Chromatinbröckchen würden ihre Lösung vom Kerne aber kaum den Teilungsvorgängen desselben zu verdanken haben und nicht als bei solchen Vorgängen unbrauchbar gewordenen Kernmaterial anzusehen sein, denn ich habe sie

<sup>6)</sup> Haecker ([8] S. 545) hält solche schwarzen Brocken für Fremdkörper einschüsse.

gerade bei ruhendem Kern in großer Anzahl beobachtet. Sie würden also nicht unter den von Börgert eingeführten Begriff „abortive Chromidien“ fallen, sondern unter den gleichfalls dort angeführten Mesnilschen Begriff „Trophochromidien“. Vor allem aber weist Börgert an dieser Stelle auf eine möglicherweise vorhandene Beziehung von Chromatinteilchen zur Bildung des Phäodiums hin, indem er sich auf die Befunde von R. Hertwig und v. Prowazek stützt. Nach R. Hertwig können sich die Chromidien bei *Actinosphaerium* unter bräunlicher Verfärbung in Pigment umwandeln. Mit Geschlechtsgvorgängen haben unsere Chromidienbläschen sicher nichts zu tun. Sie sind vegetativer Natur, also „echte Chromidien“ im Sinne Goldschmidts, im Gegensatz zu den „Sporetien“ (Goldschmidt).

Die gelegentlich neben den typischen Chromidienbläschen vorkommenden mit Hämatoxylin gleichmäßig dunkelviolet färbbaren Bläschen, die die einzelnen Chromidien nur undeutlich begrenzt erkennen lassen, wird man vielleicht mit den „dunkel tingierbaren Sekrettropfen“ Haeckers ([8] S. 541 u. a. O.) in Beziehung bringen können. Aufgenommene Nahrungsteile habe ich darin allerdings niemals gesehen. Doch entzog möglicherweise der dunkle Farbstoff den Inhalt der Beobachtung. Bezüglich dieser Gebilde und ihrer Beziehung zu den Phäodellen äußert sich Haecker bei *Phaeocollla valdiviae*: „Hier ist mit Sicherheit zu erkennen, daß die aufgenommenen Nahrungsteile in den mittleren Partien des Weichkörpers von wahrscheinlich schleimartigen Sekrettropfen umschlossen werden, und daß die so gebildeten Phäodellen während der Verdauung der Nahrung und unter gleichzeitiger Ueberführung des Sekretes aus einem tingierbaren, vielleicht mehr schleimigen, in einen blassen gallertartigen Zustand . . . nach den seitlichen Rändern und schließlich nach dem Hinterrande der Weichkörperscheibe befördert werden.“ (Vergl. Haecker [8] S. 541 ff. und Taf. XLII Fig. 302 sowie Textfigur 152.) Die „dunkel tingierbaren Tropfen“ hält Haecker also für die Anfangsstadien der Phäodellen: „Schleimartige Sekrettropfen, welche sich nach und nach in eine gallertartige Substanz umwandeln.“ Dieselben sollen „in der extrakapsulären Sarkode ihre Entstehung nehmen, um sodann, sei es nach Aufnahme von Fremdkörpern, sei es ohne eine solche, in die — Endstadien überzugehen.“ In dem Besitze eines hohen Maßes von Färbbarkeit stimmen Haeckers dunkel tingierbare Tropfen mit meinen Chromidienbläschen überein, und namentlich ist die Ähnlichkeit beider Gebilde in die Augen fallend, wenn man diejenigen meiner Bläschen zum Vergleiche heranzieht, in denen die einzelnen Chromatinbröckchen nicht deutlich erkennbar sind, sondern der ganze Inhalt Hämatoxylin-Farbstoff aufgenommen hat. Ebenso konnte Haecker die Beziehungen von solchen dunkel tingierbaren Gebilden zu den Phäodellen nachweisen, so daß er die Tropfen für die Anfangsstadien der Phäodellen ansieht. Große Unterschiede bestehen jedoch erstens darin, daß bei *Ph. pygmaea* diese Gebilde im Endoplasma, bei *Ph. valdiviae*, wo Haecker dieselben vornehmlich beobachtet hat, dagegen im Ectoplasma auftreten, vor allem aber zweitens in ihrer verschiedenen Herkunft: Während als Bildungsstätte dort nach Haecker die extrakapsuläre Sarkode anzusehen ist, kann für *Ph. pygmaea* kaum zweifelhaft sein, daß man es mit Abkömmlingen des Kerns zu tun hat. Trotz der offenbar vorhandenen Ähnlichkeit weichen also die in Frage kommenden Organellen der beiden Tripyleen-Arten nach den zur Zeit

bestehenden Auffassungen bezüglich ihrer Herkunft erheblich von einander ab. Das Bestehen der Unterschiede kann damit erklärt werden, daß *Ph. valdiviae* nicht als echte *Phaeocollla*, sondern als Jugendstadium einer höher organisierten Tripylee zu betrachten ist.

Ob die Chromidienbläschen direkt Nahrungsteilchen in sich aufnehmen, wie Haecker ([8] S. 544) für die dunkel tingierbaren Tropfen annimmt, oder ob der Bläscheninhalt der von einer Vakuole eingeschlossenen Nahrung beigemischt wird, bleibt für *Ph. pygmaea* unentschieden. Ich habe hier, wie bereits hervorgehoben, in den Bläschen niemals Nahrungskörper erkannt.

In Übereinstimmung mit Haecker ([8] S. 543) möchte ich das Vorhandensein von Enzymen für wahrscheinlich halten, mit der Einschränkung, daß solche nicht an die fertigen Phäodellen, sondern nur an die Chromidienbläschen gebunden sind. Uebrigens vermutet schon Haeckel in dem Phäodium die Wirkung eines verdauenden Fermentes.

Ein vereinzelter Befund, den ich nicht zu deuten vermag, möge hier anhangsweise Erwähnung finden. Die in Fig. 4 abgebildete Zentralkapsel zeigt neben spärlichen typischen Phäodellen mehrere ihnen ähnliche Ballen, die ganz im Gegensatz zu dem sonst an den Endophäodellen stets beobachteten Verhalten Hämotoxylin-Farbstoff angenommen hatten, wenn auch sehr schwach. Im Innern war keinerlei Inhalt zu erkennen. Vor allem fehlten auch die in Phäodellen fast stets vorhandenen schwarzen Körnchen, die ich für Reste der Chromatinbröckchen der Chromidienbläschen ansehe. Möglicherweise handelt es sich hier um umgewandelte Bläschen, die nicht mit Nahrungsteilen in Berührung gekommen sind.

Mit der Ableitung der Phäodellen von *Ph. pygmaea* aus den im Endoplasma auftretenden Chromidienbläschen gewinnt auch der von Borgert für die übrigen Tripyleen eingenommene Standpunkt ([8] S. 264), daß das Zentralkapselinnere die Bildungsstätte für die vom Tiere selbst erzeugten Bestandteile der Phäodellen sei, an Boden (vgl. auch Anm. 5).

Auf die Frage, ob vielleicht in den von Karawajew [10] und Borgert ([2] S. 248) für *Aulacantha* beschriebenen, auch von Haecker ([8] S. 543 Anm. 1) beobachteten „bläschenförmigen Einschlüssen“ des Endoplasmas Bildungen von ähnlicher Bedeutung vorliegen, möchte ich nicht näher eingehen, da es mir an Vergleichsmaterial fehlt. Ich beschränke mich auf folgende Bemerkung: Karawajew und Borgert haben die Bläschen bei vegetativen Teilungsvorgängen beobachtet. In der Größe stimmen sie ungefähr mit den oben besprochenen Chromidienbläschen überein: Borgert ([2] S. 220 und 221) 0,0025—0,0035 mm, Karawajew 0,003—0,0035 mm. Doch ist ihr Inhalt anders beschaffen und nicht oder nur schwach färbbar mit Eosin, und Borgert nimmt an, daß sie aus dem Endoplasma, keinesfalls aber aus Teilen des Kernes entstehen. Haecker hat diese „bläschenförmigen Einschlüsse“ auch im Ruhestadium der Zentralkapsel von *Aulacantha* vorgefunden ([8] S. 543 Anm.).

Schließlich mag erwähnt sein, daß ich Gebilde wie Hertwigs [9] „Fettgranula“ bzw. Borgerts [2] „kleine rundliche Körnchen“, die im Endoplasma von *Aulacantha* unter der Hauptöffnung vorkommen und durch Farbstoffe nicht tingiert werden, bei *Ph. pygmaea* nicht angetroffen

habe. Auch kann ich nicht entscheiden, ob dieselben mit meinen Chromidienbläschen irgendwie in Beziehung gebracht werden können.

**Phäodium.** Die auffällige Erscheinung, daß bei *Ph. pygmaea* ein Teil des Phäodiums einen Bestandteil des Zentralkapselinnern ausmacht, gibt Borgert bereits an ([4] und [5]). Er sah bei dieser Form ([5] S. 284) „fast immer auch im Innern der Zentralkapsel Mengen von Phäodellen, die in dichter Masse den nicht vom Kern in Anspruch genommenen Raum erfüllten und ([4] S. 206) kaum noch Platz zwischen sich für die Massen des Endoplasmas ließen“. Ich fand unter den vielen beobachteten Stücken nicht eins, dem ein solches „**Endophäodium**“ fehlte. Die einheitliche Masse desselben nimmt — im Gegensatz zum Ectophäodium — einen bestimmten Platz ein: durch die ganze Zentralkapsel verstreut, wie Borgert, fand ich es nie. Seine Lage ist regelmäßig am oralen Pol der Zentralkapsel, dem Kerne entgegengesetzt, doch reicht es bis dicht an die orale Seite des Kernes heran, nur durch eine dünne Plasmaschicht von ihm getrennt. Es beansprucht gewöhnlich etwa den dritten Teil des Kapselinnern, oder noch mehr. In der Astropyle-Gegend erscheint oftmals ein hofartiger Raum phäodellenfrei (vergl. Fig. 14, 15).

Das Endophäodium als Ganzes hat ein bräunliches Aussehen und behält dasselbe auch in den angewandten Färbungsmitteln. Es setzt sich, wie bereits oben angedeutet, nicht ausschließlich aus den umgrenzten rundlichen Phäodellen zusammen, sondern die Grundsubstanz besteht aus einer Masse von unbestimmten feinsten Partikeln, in der, reichlicher oder spärlicher, Teile von erheblicherer Größe verstreut sind.<sup>7)</sup> Letztere erscheinen in verschiedenster Gestalt: stark lichtbrechende farblose Körnchen, die mit Sandkörnchen Ähnlichkeit haben, kleine farblose Fäden und Fetzen, wie von zarten Diatomeenschalen, sowie schwarze, bräunliche oder gelbliche Körperchen von ganz unregelmäßiger Form, alles Gebilde, wie man sie als Ditritus in Planktonproben findet, die mit der Zentrifuge gewonnen sind. Die feinsten Partikeln finden sich ebenso in den Phäodellen wieder. Letztere haben aber außerdem jene schwarzen Pigmentbröckchen aufzuweisen, die ich für Abkömmlinge der Chromatinbröckchen der Chromidienbläschen halte. Wie bereits weiter oben angeführt, ist es naheliegend, bei der nicht an Phäodellen gebundenen, zwischen denselben verstreuten Masse an aufgenommene Nahrung zu denken, während die verdauten Reste derselben zugleich mit den Resten der Chromidienbläschen in den Phäodellen zusammengeballt sind, die wieder aus der Astropyle hinaustransportiert werden. In der Mitte des Endophäodiums sind die Phäodellen seltener als einzelne begrenzte Körper zu unterscheiden, weil sie sehr dicht gelagert zu sein pflegen. Einzelne Phäodellen erkennt man am deutlichsten an der Peripherie des Phäodiums in der Nachbarschaft der Chromidienbläschen (vergl. Fig. 1, 2, 3, 13, 14). Man sieht sie dann wie diese in einer Vakuole des umgebenden Endoplasmas eingeschlossen (vergl. Borgert [2] S. 264 unten).

Der Begriff der Phäodellen läßt sich bei *Ph. pygmaea* recht gut begrenzen. Unter „Phäodellen“ möchte ich nur die mehr oder weniger unregelmäßig kugeligen Gebilde verstehen, die im Innern

<sup>7)</sup> Das Phäodium von *Ph. pygmaea* bietet also ein ganz ähnliches Bild wie das von Borgert für *Aulacantha* beschriebene ([2] S. 263).



in einer bräunlichen Grundmasse fast immer jene dunkelkörnigen Pigmentkörperchen beherbergen. Die Oberfläche der Phäodellen erscheint meist nicht scharf konturiert, sodaß eine Hüllbildung nicht erkennbar ist; nur selten läßt eine scharfe Grenzlinie das Vorhandensein einer die Phäodelle nach außen abschließenden Umhüllung vermuten. Die dunklen Pigmentkörperchen treten in verschieden großer Zahl auf, zuweilen sind sie so dicht gelagert, daß sie die bräunliche Grundmasse ganz verdecken, selten vermißt man sie gänzlich. Wie schon oben gesagt, finden sich außerdem, wenn auch selten, etwas größere Teilchen in den Phäodellen (Körnchen, Stäbchen, Fetzen), die auch lose im Endophäodium angetroffen werden. Die Größe der Phäodellen ist im allgemeinen durchaus nicht sehr erheblich schwankend, sie beträgt gewöhnlich 0,005—0,010 mm, ist also nicht viel höher als die der Chromidienbläschen. Größere abgerundete Phäodellen werden nur vereinzelt beobachtet, und zwar habe ich sie nur außerhalb der Zentralkapsel gesehen. Ihre Größe überstieg nicht 0,025 mm. Ich vermute, daß mehrere kleine Phäodellen gelegentlich zu einer größeren verschmelzen können.

Unter den Haecker'schen Abbildungen sind die mit schwarzem Pigment ausgerüsteten Phäodellen auf Tafel LXXXVII Fig. 606, z. B. die als a und b bezeichneten, denen von *Ph. pygmaea* am ähnlichsten.

Gebilde, wie die von Haecker [8] S. 541 und 545 (Fig. 152 d) besprochenen „leeren gefalteten Membranen“ werden bei *Ph. pygmaea* in der Zentralkapsel nur selten beobachtet, häufiger dagegen im Ectophäodium (vergl. unten). Doch besaßen dieselben eine viel erheblichere Größe als die echten Phäodellen mit Inhalt, und außerdem kamen derartig dicke Membranbildungen an Phäodellen überhaupt nicht vor, sodaß hier an einen Zusammenhang beider Bildungen nicht zu denken ist.

Man wird für *Ph. pygmaea* anzunehmen haben, daß die Verdauung nur intrakapsular geschieht, daß also jene bräunlichen Phäodellen mit Pigmentkörperchen und detritusartigem Inhalt, wie sie aus der Zentralkapsel austreten, ihre Rolle bei der Verdauung ausgespielt haben. Ich möchte sie als Träger von Kot und Ausscheidungsprodukten ansehen, die durch die Astropyle ausgeschieden und im Kalymma aufgespeichert werden, um beim Aufbau der schützenden Hülle der *Phaeocolla* weiterhin Verwendung zu finden. Dazu kommt wahrscheinlich noch eine zweite Bedeutung der Phäodellen-Anhäufung im Kalymma, auf die Borgert ([2] S. 268—269) hinweist, daß nämlich das Verbleiben der Phäodellen im Tripyleen-Körper eine für einen regen Stoffwechsel sehr günstige Oberflächenvergrößerung des Tieres bewirkt.

Sehr selten beobachtet man im Endophäodium auch einzelne Fremdkörper von erheblicher Größe, so z. B. jene bei anderen Tripyleen oft beobachteten großen zusammengeschrumpften Membranen (vergl. Fig. 2 u. 3), die im vorliegenden Falle ihrer ganzen Struktur, Größe oder Dicke nach sicher nicht mit den Phäodellen in Zusammenhang gebracht werden können, sondern wohl als Hüllen von Copepoden-Eiern oder ähnlich zu deuten sind. Sie hatten ganz im Gegensatz zu den Endophäodellen stark Eosin gespeichert und maßen in ihrer größten Ausdehnung oft über die



Hälfte des Zentralkapselradius. Mit Rücksicht auf solche Vorkommnisse muß man der Astropyle eine große Dehnbarkeit zuschreiben, überhaupt einen einfacheren Bau als der Astropyle der übrigen Tripyleen, deren Operculum und Proboscis wohl als wenig dehnbare Bildungen anzusehen sind, die ein Passieren von so großen Körpern nicht gestatten würden. Ganz vereinzelt gelangten im Endophäodium auch größere Scherben von Diatomeen-Schalen zur Beobachtung, die etwa die Größe der Phäodellen erreichten, doch niemals in letztere eingeschlossen waren, sodaß solche Fremdkörper wahrscheinlich frei wieder aus der Zentralkapsel hinausbefördert werden. Wie bereits oben erwähnt, fanden sich größere, definierbare Fremdkörperbestandteile überhaupt niemals in den Phäodellen eingeschlossen, nur winzige Bruchstückchen, deren Herkunft man höchstens vermuten kann. Bei der großen Zahl der von mir geprüften Exemplare wurden im Endophäodium niemals intakte oder noch deutlich erkennbare Zellen gefunden, die dem tierischen oder pflanzlichen Plankton angehören. Nach allem scheint es vielmehr wahrscheinlich, daß unsere *Phaeocolla* ihre Nahrungsquelle entweder in winzigsten, leicht vergänglichen Organismen oder in den abgestorbenen und in Zerfall begriffenen Bestandteilen des Planktons, im Detritus, findet.

Indem wir zur Besprechung des **Ectophäodiums** übergehen, sei auf ein Verhalten hingewiesen, in welchem sich die Endophäodellen von den Ectophäodellen unterscheiden: Sowohl bei Hämatoxylin-Eosin-Färbung wie bei Parakarmin-Färbung nahmen die Endophäodellen keinen Farbstoff an, sondern behielten den bräunlichen Ton der ungefärbten Exemplare, während die Ectophäodellen sich mehr oder weniger stark mit Hämatoxylin oder mit Parakarmin gefärbt hatten.<sup>8)</sup> Im Endophäodium zeigten Hämatoxylinfärbung nur die Chromidienbläschen und die homogen blau gefärbten Bläschen, Bildungen, die ich noch nicht als Phäodellen bezeichnen möchte. Der erwähnte Unterschied in dem Färbungsvermögen der Endo- und Ectophäodellen tritt besonders deutlich hervor in Fällen, wo Endophäodellen gerade im Begriff sind, aus der Zentralkapsel in das Kalymma einzutreten, indem die innerhalb der Astropyle befindlichen einen bräunlichen Farbton zeigten, während die austretenden den Hämatoxylin-Ton angenommen hatten (vergl. Fig. 1, 2, auch 13). Man könnte also auf eine gewisse Umwandlung in der Substanz der Phäodellen nach ihrem Austritt aus der Zentralkapsel schließen. Bei ein und demselben Individuum nehmen die Ectophäodellen den Farbstoff zuweilen in verschieden hohem Maße an.

Die Ectophäodellen liegen im Extracapsulum verstreut. Jedoch sind sie naturgemäß, weil sie aus der Astropyle stammen, gewöhnlich dichter gehäuft am oralen als am aboralen Pol. Ganz jugendliche Exemplare zeigten in dem bereits deutlichen Kalymma nur sehr wenige oder in einzelnen Fällen sogar noch gar keine Phäodellen, während in der Zentralkapsel stets schon Phäodium vorhanden war. Die letzterwähnte Tatsache trägt zum Beweise bei, daß sämtliche Phäodellen aus der

<sup>8)</sup> Vergl. dagegen Borgert [2] S. 265, wonach sich die Phäodellen von *Aulacantha* fast vollkommen indifferent gegen Farbstoffe verhalten, während Haeckers ([8] S. 542) Färbungsversuche, aus denen er auf die schleimartige Natur der Phäodellensubstanz schließt, erfolgreich waren. Haecker faßt den Begriff der Phäodellen weiter als Borgert, sodaß vielleicht aus diesem Grunde die abweichenden Angaben zu erklären sind (vergl. Borgert [4] S. 243 Anm.). Die stark Farbstoff speichernden Ectophäodellen von *Ph. pygmaea* sind jedoch fraglos als echte Phäodellen anzusehen.

Zentralkapsel stammen und solche nicht etwa auch im Kalymma gebildet werden. Ueber die Bedeutung der Phäodellen im Kalymma wurde schon oben (S. 153) gesprochen. Es scheint mir zweifelhaft, daß sie hier noch eine andere als rein mechanische Funktion ausüben.

Das **Kalymma** ließ vom Ectoplasma niemals sichere Spuren mehr erkennen. Bei der filzigen Beschaffenheit der kalymmaren Stützsubstanz ist es übrigens schwer, sich ein Bild davon zu machen, wie die von der Zentralkapsel ausgehenden Plasmamassen durch das Kalymma hindurch mit der Außenwelt kommunizieren. Auch an der Oberfläche der Zentralkapsel, wo man den als Sarcomatrix bekannten Pseudopodenmutterboden zu suchen hat, habe ich niemals Andeutungen für die Anwesenheit plasmatischer Reste vorgefunden, sodaß der oftmals sehr geräumige freie Raum zwischen Zentralkapsel und Kalymma kaum zur Aufnahme größerer Mengen von Ectoplasma dienen wird.

Die Bedeutung des eben erwähnten Raumes, dessen Vorhandensein auch in den Borgert'schen Zeichnungen deutlich zum Ausdruck kommt, kann mit Sicherheit noch nicht entschieden werden. In erster Linie liegt jedenfalls der Gedanke nahe, daß er als Schwebeeinrichtung eine Rolle spielt, indem er im Leben wahrscheinlich größtenteils von einer gallertartigen Flüssigkeit erfüllt wird, die geringeres spezifisches Gewicht besitzt als das Meerwasser. Als Regulator des spezifischen Gewichtes des Tierkörpers wird er dabei jedoch kaum in Frage kommen, sondern diese Aufgabe wird den Vakuolen des Endoplasmas zufallen. Ich erinnere bei dieser Betrachtung an die an Brandts Nachweis von der Regulierbarkeit des hydrostatischen Apparates bei Collodarien und Polyeyttarien anknüpfenden Ausführungen Haeckers ([8] S. 510 ff.) über die intrakapsulären Vakuolen der Tripyken und ihre Bedeutung als Schwebe- bzw. Sink- und Steigapparate. Hinsichtlich des Zusammenwirkens der endoplasmatischen Vakuolen und des mit Gallerte erfüllten perikapsularen Raumes würde sich jedoch ein gewisser Gegensatz ergeben, insofern als die mit reichlicher Sekretion von neuer Vakuolenflüssigkeit voraussichtlich eintretende Volumenzunahme der Zentralkapsel eine Verkleinerung des Raumes zwischen Zentralkapsel und Kalymma und damit eine Verdrängung seiner Gallertmassen zur Folge haben muß, sodaß bei Vergrößerung der endoplasmatischen Vakuolen die hydrostatische Funktion jenes Raumes vermindert wird. Man wird jedoch nicht anzunehmen haben, daß die so verdrängten Gallertmassen aus dem Körper entweichen: sie können auch außerhalb des perikapsularen Raumes im Kalymma oder an dessen Oberfläche ihre hydrostatische Funktion erfüllen. Bei einer solchen Auffassung wird man sich damit begnügen können, den in Rede stehenden Raum lediglich als einen Spielraum für die Ausdehnungsmöglichkeit der Zentralkapsel anzusehen. Diese Ausdehnungsmöglichkeit ist übrigens nicht allein bei der Sekretion von Vakuolenflüssigkeit, sondern auch bei der Teilung der Zentralkapsel von Bedeutung.

Die toten Bestandteile des Kalymmas bestehen aus den oben besprochenen Ectophäodellen sowie aus ständig vorkommendem von außen aufgenommenem Material. Borgert ([5] S. 284) beobachtete ebenfalls im Gegensatz zu Haeckel niemals Phaeodiniden, die vollkommen aller Kieseinlagerungen entbehren. Das Kalymma bildet eine im allgemeinen abgeplattet eiförmige,

oft auch unregelmäßige Hülle, in der jener die Zentralkapsel beherbergende Hohlraum meist deutlich exzentrisch gelegen ist (vergl. Fig. 1, 14). Rings um den Hohlraum der Zentralkapsel liegen die Fremdkörper des Kalymmas sehr dicht gedrängt (vergl. Fig. 1, 13, 14, 16, 19), und zwar sind es ganz vorwiegend Stücke von Diatomeen mit röhren- oder stabförmigen Gehäusen von geringem Durchmesser, namentlich wohl von kleinen *Rhizosolenien*, *Bacillaria* oder *Thalassiothrix*, seltener Schalentteile von *Thalassiosira* oder kleinen *Coscinodiscus*-Arten, die infolge ihrer tangentialen Anordnung einen ziemlich dichten Panzer um die Zentralkapsel bilden und so als erste Gehäusebildung aufgefaßt werden können. Das Kalymma scheint in seiner Grundmasse von gallertartiger Beschaffenheit zu sein und nimmt bei Hämatoxylin-Färbung einen schwach violetten Ton an. Die kalymmare Stützsubstanz wird von einem Filzwerk gebildet, das aus kleinsten strichförmigen oder verschlungenen farblosen Fäden oder Splittern<sup>9)</sup> besteht, deren Herkunft sich nicht angeben läßt. An Material, das in Styrax eingebettet ist, wird dies Filzwerk, wie überhaupt das von außen stammende Material des Kalymmas besonders deutlich. Es erscheinen dann kleine Scherben von Diatomeenschalen, zuweilen auch leere *Peridinium*- und *Diinophysis*-Schalen, Gehäuse von *Tintinnus norwegicus*, *Sticholonche*-Stacheln u. ä. m., alles aber immer nur in verhältnismäßig spärlicher Anzahl. Dazu kommen schließlich noch Gebilde, wie sie von den Autoren als Beimengungen des Phäodiums der höher organisierten Tripyleen stets erwähnt werden, und die man früher wohl auch zu den Phäodellen selbst gerechnet hat: Große und kleine mehr oder weniger tingierbare gefaltete Membranen oder allerlei Körperchen mit tingierbarem Inhalt, die man z. T. wohl als Nahrung ansehen kann, welche sich noch auf dem Transport in die Zentralkapsel befindet (vergl. Fig. 1, 15, 16). Die auch von Borgert bei unserer Art angegebenen gefalteten Membranen, die wohl nur als Baumaterial für das Kalymma Bedeutung haben, sind im Verhältnis zu ihrem großen Umfange offenbar sehr leicht und somit sehr geeignet zur Herstellung einer das Schweben begünstigenden Oberflächenvergrößerung. Sie werden meistens bei Eosin-Färbung besonders deutlich. Es handelt sich entweder um Membranen, die die Größe der Zentralkapsel erreichen können und wie leere Eihäute aussehen oder nicht kugelig abgeschlossene Gebilde, die wie ein faltiges, verschlungenes Tuch das Kalymma überall durchziehen.

Weiter seien einige Beobachtungen über **Fortpflanzungsverhältnisse** mitgeteilt:

Borgert fand von dieser Art ein in Teilung begriffenes Individuum ([4] S. 206 und [5] S. 285 Taf. XXII Fig. 2): „Die Tochterkerne waren bereits weit auseinander gerückt und hatten sich vollkommen abgerundet. Die Zentralkapsel war dementsprechend stark in die Länge gestreckt und in dem zwischen den Kernen gelegenen Teil etwas eingeschnürt.“ Die von Borgert konstatierten *Phaeocollen* mit 2 Zentralkapseln, die er unter dem Namen *Phaeocolla ambigua* vereinigt hat, möchte auch ich nicht zu *Ph. pygmaea* rechnen. Zwar habe ich von letzterer zweikapselige Formen oft beobachtet, doch kann die Art nicht als „dieystin“ angesehen werden, wie schon Borgert ([5] S. 287) betont; ferner besitzt sie stets ein Endophäodium, welches *Ph. ambigua* zu fehlen scheint.

<sup>9)</sup> Wohl dasselbe wie Borgerts dünne Stäbchen resp. Fadenenden ([4] S. 206).

Der Teilungsmodus, den ich bei den Kernen von *Ph. pygmaea* antraf, war nur die direkte Kernteilung, die einen sehr einfachen Verlauf nimmt (vergl. Fig. 17, 13, 14, 15, 16). Der Kern streckt sich unter Beibehaltung der oben beschriebenen Struktur in der Richtung seiner längeren Achse (also senkrecht zur Hauptachse der Zentralkapsel) noch mehr in die Länge. Alsdann macht sich in der Mitte des Kernes in der Ebene des kürzeren Durchmessers eine den Kern ringförmig umgreifende Einkerbung an der Oberfläche bemerkbar, die immer weiter in das Innere vordringt, bis der Kern vollständig in zwei ungefähr gleiche Teile geteilt ist. Die Anordnung des Chromatins erleidet dabei keinerlei Veränderung. Bemerkt sei an dieser Stelle, daß die oben als Einschlüsse des Endoplasmas besprochenen Chromidienbläschen auch während der direkten Kernteilung vorkommen. Die sich nur durch geringere Größe und mehr kugelige Gestalt von dem Mutterkern unterscheidenden Tochterkerne rücken in der Richtung des längeren Kerndurchmessers weiter auseinander und nehmen dann einander gegenüber Platz, während sie durch Protoplasma und dazwischen tretendes Endoplasmium getrennt werden (vergl. Fig. 16). Zugleich macht sich eine Streckung der Zentralkapsel bemerkbar und bald auch eine Einschnürung<sup>10)</sup> in der Ebene der Kernteilung, die zur Teilung der Zentralkapsel führt. Alsdann sondert sich auch das Kalymma um die neuen Zentralkapseln. Doch scheint die Teilung desselben nicht immer sofort vollzogen zu werden, sodaß kleine Kolonien in einem gemeinsamen, gewöhnlich sehr umfangreichen Kalymma entstehen. Man trifft zuweilen in einem Kalymma zwei Zentralkapseln an, von denen die eine bereits wieder Kernteilung zeigt (vergl. Fig. 15). 2, 3, auch 4 Zentralkapseln in mehr oder weniger festem Zusammenhang der zugehörigen Kalymmata sind nicht selten. Doch wird man es hier, wie bereits oben angeführt, nicht mit einem dauernden Zustande („di cystin oder polycystin“) zu tun haben, den Borgert für seine *Ph. ambigua* annimmt ([5] S. 286). Die Teilung des von verfilzten Fremdkörper-Bestandteilen gestützten Kalymmas wird nur langsam erfolgen können. Wenn jede Zentralkapsel für sich ein eigenes neues Zentrum für Fremdkörperspeicherung und Phäodellenanscheidung gebildet hat, werden die dazwischen liegenden Abschnitte vernachlässigt und so allmählich dem Zerfall anheimfallen.

Im Vergleich zu *Aulacantha* (Borgert [4] S. 168 ff.) zeigt die direkte Kernteilung bei *Ph. pygmaea* ein abweichendes Aussehen und nimmt einen wohl noch einfacheren Verlauf. Das Bild ist schon insofern anders, als der Kern in seiner Gestalt, besonders aber in der Anordnung des Chromatins von *Aulacantha* verschieden ist. Der Kern von *Ph. pygmaea* zeigt im Ruhezustand ellipsoidische oder noch häufiger mehr oder minder abgerundet halbkugelige Gestalt mit der Hauptmasse des Chromatins an der abgeplatteten Seite, also ein Aussehen, wie es der *Aulacantha*-Kern nach der eben vollzogenen direkten Teilung besitzt. Die Teilungsebene bei unserer Art steht senkrecht auf der längeren Achse des Kernes. Eine andere Teilungsrichtung wäre nicht möglich, weil sonst wegen der exzentrischen Lage der Hauptansammlung des Chromatins nicht jedes Teilstück gleichwertig werden würde. Während Exemplare nach eben vollzogener Kernteilung mit zwei dicht neben einander liegenden Kernen in der etwas langgestreckten Zentralkapsel recht häufig waren

<sup>10)</sup> Dieses Stadium hat bereits Borgert angetroffen und [4] Taf. 17 Fig. 66 abgebildet, desgl. [5] Taf. XXII Fig. 2.





(Fig. 13), habe ich Kerne in Teilung nicht mehr als 4 mal beobachtet. Einen den Kern zu Beginn der Teilung in der ganzen Richtung durchziehenden Spalt, wie bei *Aulacantha* (Borgert [4] S. 168), glaubte ich nur in einem Falle erkennen zu können (vergl. Fig. 17). Bei den übrigen Stücken war ein solcher nicht erkennbar. Die Einkerbung schreitet allmählich von außen nach innen fort, bis der Kern ganz durchgeschnitten ist. Auch die Teilung der Zentralkapsel geht anders als bei *Aulacantha* vor sich. Es tritt keine ringförmige Unterbrechung der Kapselmembran (Borgert [4] S. 170) auf, sondern es erfolgt eine allmähliche Durchschnürung unter Annahme der Bisquitform (vergl. auch Borgert [4] Taf. 17 Fig. 66).

Kernstrukturen, welche nach erfolgter direkter Teilung auf eine beginnende Mitose hindeuteten, wie Borgert bei *Aulacantha* beobachtete (ebenda S. 171), habe ich nicht gesehen.

**Systematische Bemerkungen.** In der oben erwähnten Umschließung des von der Zentralkapsel eingenommenen Hohlraumes durch tangential gelagerte Kieselteile läßt sich bereits deutlich die erste Spur einer Anordnung erkennen, die der Borgertschen Definition für die Phaeodinidae ([5] S. 284) nicht ganz entspricht.

Vielleicht hat man *Ph. pygmaea* überhaupt nicht als nackte Form anzusehen, vielmehr das ganze Ectophäodium mit den dazwischen liegenden Fremdkörpern, das nicht der oralen Partie der Zentralkapsel einseitig anliegt, sondern dieselbe gänzlich umgibt, als bedeckende, schützende Hülle aufzufassen, vorausgesetzt daß die Ectophäodellen ihre eigentliche Rolle bereits ausgespielt haben, was wahrscheinlich ist. Dem Phäodium der übrigen Tripyleen entspräche dann nur das Endophäodium der *Ph. pygmaea*, während die Ectophäodellen von dem Tiere nur zur Vergrößerung der schützenden Hülle behalten werden und den kieseligen und anderen Fremdkörpern des Extrakapselhums an Bedeutung gleich kämen. Wie bereits eingangs erwähnt, möchte ich *Ph. pygmaea* die artliche Selbständigkeit zusprechen, die den übrigen Phaeodiniden mit vorläufig viel geringerer Sicherheit zukommt. *Ph. pygmaea* weicht von den übrigen Phaeodiniden durch den abgeschlossenen Hohlraum, in dem sich die Zentralkapsel befindet, die exzentrische Lage und den abweichenden Bau des Kernes sowie durch den Besitz eines intrakapsularen Phäodiums so erheblich ab, daß man sie von diesen in ein besonderes Genus abtrennen dürfte. Borgert [5] hat übrigens die Gruppierung und systematische Einordnung der Phaeodiniden, Caementelliden und Cannorrhaphiden wegen der mangelhaften Kenntnis dieser Formen ausdrücklich als unsicher und als vorläufige Maßnahme bezeichnet. Die übrigen kleinen Phaeocollen Borgerts scheinen niemals ein Endophäodium zu besitzen. Sie ähneln, was ich nicht unerwähnt lassen möchte, skelettlosen Formen meines Materials, die ich als nackte Formen von *Protocystis tridens* auffassen zu müssen glaube, und über die ich in der nächsten Abhandlung berichten werde. Auch die weiteren zu den Phaeodinidae (Haeckel 1879) gerechneten 4 Arten: *Phaeocolla primordialis* Haeckel. — „*valdiviae*“ Haecker, *Phaeodina tripylea* Haeckel und — *cannopylea* Haeckel, welche sich alle vier vor den übrigen Phaeodiniden durch bedeutendere Größe auszeichnen, weichen in derselben Weise von *Ph. pygmaea* ab. Die Caementelliden (Borgert [5]), zu denen man *Ph. pygmaea* rechnen



könnte, wenn man ihr eine Ueberkleidung aus kieseligen Fremdkörpern zuschreiben wollte, zeigen die gleichen Abweichungen bezüglich des Baues des Kernes und des Fehlens eines Endophäodims.

Bei weiteren Untersuchungen wäre darauf zu achten, ob bei den übrigen Phaeodiniden in derselben Weise wie bei *Ph. pygmaea* das Kalymma aus einer zusammenhängenden verfilzten Grundmasse besteht, in der Phäodellen und andere größere Bestandteile eingebettet sind, oder ob die Zentralkapsel dort im wesentlichen nur von Phäodellen umhüllt ist. Zwar führt Borgert an, daß er im Gegensatz zu Haeckel niemals Phaeodiniden beobachtet hat, die vollkommen aller Kieseleinlagerungen entbehren, aber aus seinen Zeichnungen scheint hervorzugehen, daß die übrigen Phaeodiniden im Gegensatz zu *Ph. pygmaea* ein mehr lockeres Gefüge und weniger scharf begrenzte Umrisse der die Zentralkapsel umgebenden Bestandteile besitzen. Das Kalymma unserer Art erweckt einen mehr gehäuseartigen, dauerhaften Eindruck, während man die übrigen Phaeodiniden mit ihrer lockeren Hülle eher für vorübergehende Zustände zu halten geneigt ist. Haeckel führt für seine *Phaeocolla* und *Phaeodina* keine das Kalymma festigende Stützsubstanz an, ebenso wenig Haecker für seine „*Phaeocolla valdiviae*“, außer gelegentlich beobachteten Andeutungen eines oberflächlich gelegenen Nadelfilzes, in dem er die erste Anlage eines Mantels von Tangentialnadeln vermutet.

**Größenverhältnisse.** An 108 Individuen aus 4 Fängen wurden Messungen vorgenommen, deren Resultat in der folgenden Tabelle zusammengestellt ist:

**Größenverhältnisse von *Ph. pygmaea* in der Nordsee.**

Fang	Grenzen in $\mu$				Mittel in $\mu$				Anzahl der gemessenen Exemplare
	Kalymma	Zentral-kapsel	Kern breit	lang	Kalymma	Zentral-kapsel	Kern breit	lang	
24. II.07 Stat. DN 7 m. Schl. <sup>290</sup> / <sub>0</sub> m	95—191	43—57	—	—	153	51	—	—	21
18. VIII.06 „ „ Netz a. Gaze 12 <sup>2</sup>	100—262 <sup>1)</sup>	38—95	14—47	21—57	(181) <sup>2)</sup>	(71) <sup>2)</sup>	(25) <sup>2)</sup>	(36) <sup>2)</sup>	38
29. VIII.07 „ DN 10 m. Pln. <sup>210</sup> / <sub>0</sub> m	85—172	31—67	—	—	110	43	17	26	6
31. VIII.07 „ DN 7 m. Schl. <sup>290</sup> / <sub>0</sub> „	85—215	33—72	14—29	17—48	133	49	20	32	43

1) bzw. bis 382  $\mu$ , wenn mehrere Zentralkapseln von einem gemeinsamen Kalymma umgeben werden.

2) Da der Fang vom 18. VIII. 06 mit einem etwas weitmaschigeren Netz (Gaze 12) als die übrigen gefischt ist, ergeben die Mittelmaße einen zu großen Wert, denn die größte Menge der kleinen Individuen ist durch die Netzmaschen hindurch geschlüpft.

m. Schl. = mittleres quantitatives Schließnetz }  
m. Pln. = mittleres quantitatives Planktonnetz } nach Apstein.

3) <sup>290</sup>/<sub>0</sub> m.

Aus der Tabelle geht hervor, daß sich die Maße in folgenden Grenzen bewegen:

Kalymma 0,085—0,262 (resp. 0,382) mm,

Zentralkapsel 0,031—0,095 mm,

Kernbreite 0,014—0,047 mm,

Kernlänge 0,017—0,057 mm.

Da die kleinsten Individuen von den Maschen der feinsten Netze wohl nicht vollständig zurückgehalten werden,<sup>11)</sup> so dürfen die Grenzen nach unten hin für weniger abgeschlossen angesehen werden als nach oben hin. Als Mittelwerte für die Größenverhältnisse berechne ich folgende Zahlen:

Kalymma	0,136 mm,
Zentralkapsel	0,049 „
Kernbreite	0,020 „
Kernlänge	0,032 „

(Borgert [4]: 0,08—0,09 mm Drehm., [5] 0,08—0,12 mm Drehm.).

**Lebensbedingungen und Verbreitung.** Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Häufigkeit von *Ph. pygmaea* an den Fundorten in der Nordsee und die dazugehörigen Daten. Wo keine Zählungen ausgeführt wurden, sind die bekannten Häufigkeitszeichen gesetzt: rr = sehr selten, r = selten, + = nicht selten, e = häufig.

**Uebersicht über Vorkommen und Häufigkeit von *Phaeocolla pygmaea* in der Nordsee.**

	Zeit	Station Deutsch- land Nordsee	Position	Tiefe in m	Salzgehalt*) $\frac{0}{100}$ Grenzen	Temperatur*) ° C Grenzen	Anzahl der Individuen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm	Anzahl der Individuen in den einzelnen Schichten in 1 ehm Wasser	Bemerkungen
Febr. 1906	18. 5 h <sup>00</sup> am	6	57°54,5'N 4°53'O	$\frac{95}{75}$ $\frac{75}{0}$	35,14 35,14—34,61	6,52—6,54 6,54—5,45	—	0 r	
	17. 6 h <sup>15</sup> pm	7	58°10'N 5°12'O	$\frac{300}{0}$	35,14—33,55	7,23—4,54	14 000	47	
	21. 9 h <sup>00</sup> am	9	57°52'N 7°20'O	$\frac{440}{0}$ $\frac{440}{350}$ $\frac{350}{100}$ $\frac{100}{0}$	— 35,23—35,14 35,14—34,69 34,69—32,05	— 6,35—6,44 6,49—6,13 6,38—2,79	16 000 — — —	— 25 29 62	
	21. 6 h <sup>00</sup> pm	10	57°32'N 7°36'O	$\frac{210}{75}$ $\frac{75}{15}$ $\frac{15}{0}$	35,16—34,79 34,97—34,63 34,63—34,07	6,53—5,04 5,04—6,48 5,60—4,52	über 11 000 — —	6 — 670	Fang verloren
	24. 4 h <sup>15</sup> pm	7	58°10'N 5°12,5'O	$\frac{290}{0}$ 0	35,14—33,55 33,46	6,90—4,07 4,19	+ 0	— —	
	24. 9 h <sup>30</sup> am	8	58°22'N 5°31'O	0	34,16	5,24 ?	r	—	
März 1908	4. 6 h <sup>00</sup> pm	17	58°55'N 4°10'O	0	34,52	5,20	r	—	
	5. 9 h <sup>00</sup> am	18	58°48'N 3°15'O	$\frac{50}{0}$	35,10—35,04	6,46—6,70	rr	—	

\*) Angaben aus: „Bulletin trimestriel“ des „Conseil permanent international pour l'exploration de la mer“, Copenhagen.

<sup>11)</sup> Vergl. auch Borgert [4] S. 205.

	Zeit	Station Deutsch- land Nordsee	Position	Tiefe in m	Salzgehalt ‰ Grenzen	Temperatur °C Grenzen	Anzahl der Individuen in der ganzen Wassersäule unter 1 qm	Anzahl der Individuen in den einzelnen Schichten in 1 cbm Wasser	Bemerkungen
Mai 1906	15. 5 h 00 am	6	57°55'N 4°45'O	96/0	35,16—34,83	6,93—7,64	100 000	1042	
	15. 1 h 00 pm	7	58°04'N 5°04'O	245/0	—	—	3600	—	
				245/75	35,25—35,01	6,34—5,83	—	9	
				75/5	35,01—30,03	4,58—7,82	—	29	
				5/0	30,03—30,02	7,82—7,89	—	0	
	15. 8 h 30 pm	8	58°22'N 5°31'O	320/100	35,25—34,74	6,02—5,44	0	—	
				100/0	34,74—24,24	4,07—7,84	rr	—	
	17. 5 h 30 am	9	57°52'N 7°20'O	410/0	—	—	24 000	—	
				410/100	35,16—34,74	5,64—5,25	—	45	
				100/20	34,74—30,25	5,25—4,38	—	75	
				20/5	30,25—19,55	5,18—8,92	—	270	
				5/0	19,55—19,33	8,92—8,94	—	0	
	17. 11 h 45 pm	11	57°17'N 7°47'O	55/0	35,05—34,88	5,48—7,69	8000	145	
Mai 1907	11. 11 h 15 am	9	57°52'N 7°20'O	150/20	34,70—31,35	4,69—5,61	r	—	
Aug. 1906	18. 3 h 00 am	7	58°10'N 5°12,5'O	280/0	35,14—30,81	5,73—14,76	c	—	Netz aus Gaze 12
Aug. 1907	31.	6	57°55'N 4°45'O	97/0	35,22—33,07	6,48—12,20	r	—	
	31.	7	58°10'N 5°12'O	280/0	35,16—31,77	5,57—13,10	c	—	
	29.	10	57°32'N 7°36'O	210/0	35,22—30,59	5,97—13,60	+	—	

Was zunächst die hydrographischen Bedingungen anlangt, so geht aus der Tabelle mit Sicherheit nur soviel hervor, daß *Ph. pygmaea* im allgemeinen in Wasser von 35,16—34,16 ‰ Salzgehalt lebte. Das stärkste Auftreten (nach den Zählungen) weist der Fang vom 15. Mai 1906 Station 6 auf mit 100 000 Individuen unter 1 qm bei 35,16—34,83 ‰ Salzgehalt und 6,03—7,64 °C. Aber auch in bedeutend salzärmerem Wasser ist die Art scheinbar durchaus lebensfähig, wie der Fang vom 17. Mai 1906 Station 9 20/5 m mit der Volksstärke von 270 Individuen pro 1 cbm in höchstens 30,25 ‰ Salzgehalt beweist. Sie verträgt mit Sicherheit eine Temperatur von 5,20—6,48°. Die Grenzen liegen vermutlich beträchtlich weiter auseinander. Um jedoch die Grenzen der zuträglichen Temperatur und des Salzgehaltes oder die bevorzugten hydrographischen Zustände zu fixieren, müßte man bei einer größeren Zahl von Stationen die ganze Wassersäule in viel kleineren Stufen (etwa von 10 zu 10 m) mit dem Schließnetz abfischen. Denn die Wassermassen, welche in den vorliegenden Fängen durchfischt sind, weisen in unserem Gebiete in den verschiedenen Schichten vielfach sehr ungleiche Salzgehalts- und Temperaturverhältnisse auf. Bei einem langen Netzzuge läßt sich dann nicht nachweisen, ob die *Phaeocolla* und daselbe gilt natürlich auch von allen anderen Organismen — die Schichten mit dem höchsten oder

dem niedrigsten Salzgehalt (bzw. Temperatur) oder aber die Mitte zwischen beiden bevorzugt hat. Nehmen wir z. B. von dem Stufenfang 15. Mai 1906 Station 7 die Stufe  $7\frac{2}{3}$  m mit dem Salzgehalt 35,01—30,03, so läßt sich daraus nur entnehmen, daß *Phaeocolla* in Salzgehalt von 35,01 ‰ noch lebensfähig ist, nicht aber daß sie noch einen Salzgehalt bis 30,03 verträgt, denn die gefangenen Exemplare können sich alle in der Schicht von 35,01 ‰ aufgehalten haben.

Die Exemplare, welche Borgert vorlagen, stammten von der Plankton-Expedition und zwar aus dem Labradorstrom (50, 8° N 47,3° W): 200 m Tiefe, 10,6° Oberflächentemperatur, 34,5 ‰ Salz, 29. Juli, 1889. Von anderen Plätzen war *Ph. pygmaea* bisher nicht bekannt geworden.

Während der Terminfahrten beobachtete ich sie an folgenden Stationen: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18. Die horizontale Verbreitung im untersuchten Teile der Nordsee umfaßt also ein zusammenhängendes Gebiet über der norwegischen Rinne, welches sich von der Linie der Stationen 9, 10, 11 bis zu den nördlichsten von uns besuchten Stationen 17 und 18 und, wie ich annehme, darüber hinaus in das Nordmeer und in den atlantischen Ozean hinein erstreckt. Ich komme auf diese Verbreitung unten nochmals zurück. Für die vertikale Verbreitung geht aus obiger Tabelle mit ziemlicher Sicherheit hervor, daß *Ph. pygmaea* zwar auch die tieferen Schichten der norwegischen Rinne (bis ca. 440 m) bewohnt, aber nach der Oberfläche stetig an Häufigkeit zunimmt und in den obersten Lagen in größter Zahl angetroffen wird, vorausgesetzt, daß der Salzgehalt die genügende Höhe erreicht. Auch die Angaben Borgerts über die vertikale Verbreitung der Phaeocollen „deuten auf ein ausgesprochen oberflächliches Vorkommen hin“ ([5] S. 291). Angesichts dieser unverkennbaren Bevorzugung der höheren Wasserschichten und des Existenzvermögens in ziemlich salzarmem Wasser wie 34,16 ‰ und weniger muß man sich fragen, warum sich das Vorkommen, wie es scheint, streng auf das Gebiet über und in der Nähe der norwegischen Rinne beschränkt und nicht auf die flachen Teile der Nordsee übergreift, wo die hydrographischen Lebensbedingungen nicht ungünstiger zu sein scheinen als in den höheren Schichten der Rinne.

Bezüglich dieser Frage kann ich nur die Vermutung aussprechen, daß die reproduktive Fortpflanzung der Art von größeren Tiefen mit stark salzigem atlantischem Wasser von mehr als ca. 35,2 ‰ Salzgehalt abhängig ist, Bedingungen, die im größten flacheren Teil der Nordsee nicht erfüllt sind. Doch bleibt diese Abhängigkeit immerhin eine Vermutung, denn außer Tiefe, Salzgehalt, Temperatur kommen sicherlich eine Reihe weiterer uns unbekannter chemischer, physikalischer und biologischer Momente für die Bestimmung der Verbreitung in Betracht.

Das salzreiche atlantische Wasser bedeckt in der Nordsee überall den Boden, wo die Tiefen etwa 150 m erreichen, im wesentlichen also die Gebiete „Tampen“ und „Revet“<sup>12)</sup> und die

<sup>12)</sup> Das nördliche Gebiet der Nordsee mit mehr als 100 m Tiefe bis zur 200 m Linie, von wo die Tiefe plötzlich auf 1000 m nach dem Nordmeer zu abfällt, wird von den skandinavischen Fischern „Tampen“ genannt, und der östlich hiervon gelegene Abhang der Nordseebank nach der tiefen „norwegischen Rinne“ zu, der sich von „Tampen“ aus parallel mit der norwegischen Küste bis ins Skagerrak fortsetzt, führt den Namen „Revet“. (Vergl. „Rapports et Procès verbaux. Conseil permanent international pour l'exploration de la mer.“ Vol. X. Copenhagen, 1909 S. 27.) Die allgemeine Einführung dieser Bezeichnungen für Gebiete, die in hydrographischer und biologischer Beziehung viele Übereinstimmungen aufweisen, dürfte sehr zu empfehlen sein.

„norwegische Rinne“ selbst. Die tiefen Schichten der Gebiete „Tampen“ und „Revet“ werden vom salzigsten atlantischen Wasser von ca. 35,2 ‰ erfüllt (vergl. hierzu: „Bulletin trimestriel des resultats acquis pendant les croisières periodiques etc. Conseil permanent international pour l'exploitation de la mer. Année 1906–1907. Partie supplémentaire. Copenhagen, 1908 Taf. I u. II).

Diese von „Tampen“ in südöstlicher Richtung vorgestreckte, den Boden von „Revet“ ganz bedeckende Zunge mit ca. 35,2 ‰ Wasser fällt mit dem stärksten Auftreten unserer Art zusammen. Das atlantische Wasser in der Tiefe der norwegischen Rinne selbst bildet bekanntlich an dem Abfall des Nordsee-Plateaus nach der „norwegischen Rinne“ eine etwas mächtigere Schicht, d. h. es reicht näher an die Oberfläche heran als am Abhange des norwegischen Festlandes. Diese Verhältnisse stimmen ebenfalls sehr gut mit dem Auftreten von *Ph. pygmaea* überein, denn wie aus der Tabelle hervorgeht, findet sie sich am regelmäßigsten an Station 7 und in größter Zahl an Station 6, während sie an der norwegischen Küste niedrigere Zahlen aufweist oder ganz fehlt. Man darf wohl annehmen, daß sich das Verbreitungsgebiet über Station 17 und 18 hinaus über „Tampen“ erstrecken wird, und auch im Golfstromgebiet des Nordmeeres dürfte sich ihr Vorkommen nachweisen lassen. Auf der anderen Seite wird Station 10 wahrscheinlich nicht die östlichste Grenze bezeichnen, sondern man wird die Art noch im Skagerak selbst erwarten können. Zum Schluß sei noch hervorgehoben, daß in dem auf den deutschen Terminfahrten untersuchten Gebiete die größte Häufigkeit (nach den Häufigkeitszeichen) im August angetroffen wurde. Leider konnten aber die Augustfänge nicht gezählt werden, sodaß sie nicht direkt mit den Februar- und Mai-Fängen vergleichbar sind. November-Material lag mir nicht vor.



## Literatur-Verzeichnis.<sup>\*)</sup>

1. Borgert, A. (1891): Ueber die Dictyochiden, insbesondere über *Distephanus speculum*, sowie Studien an Phaeodarien. In: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 51. 1891.
2. — (1900): Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien, speziell von *Aulacantha scolymantha* H. I. Teil. In: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere, Bd. 14. 1900.
3. — (1903): Mitteilungen über die Tripyleen-Ausbeute der Plankton-Expedition. II. Die Tripyleen-Arten aus den Schließnetzfüngen. In: Zool. Jahrb., Abt. f. Systematik etc., Bd. 19. 1904.
4. — (1909 a): Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien, speziell von *Aulacantha scolymantha* H. II. Teil. In: Archiv f. Protistenkunde, Bd. 14. 1909.
5. — (1909 b): Die Tripyleen-Radiolarien der Plankton-Expedition. *Phaeodiniidae, Celementellidae* und *Cannorrhaphidae*. In: Ergebn. d. Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, Bd. III L. h. 7. 1909.
6. Goldschmidt, R. (1905): Die Chromidien der Protozoen. In: Archiv f. Protistenkunde, Bd. 5. 1905.
7. Haeckel, E. (1887): Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. In: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. Zoology Vol. XVIII. 1887.
8. Haecker, V. (1908): Tiefsee-Radiolarien. Allgemeiner und spezieller Teil. In: Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898—1899, Bd. 14, Jahrg. 1—3. 1908.
9. Hertwig, R. (1879): Der Organismus der Radiolarien. Jena. 1879.
10. Karawaiew, W. (1895): Beobachtungen über die Struktur und Vermehrung von *Aulacantha scolymantha* Haeck. In: Zool. Anz., Bd. 18. 1895.

---

<sup>\*)</sup> Nur die für diese Arbeit hauptsächlich in Betracht kommende Literatur ist angeführt. Ausführliche Literaturverzeichnisse über Tripyleen finden sich in den unter 2, 4, 5 und 8 genannten Werken.



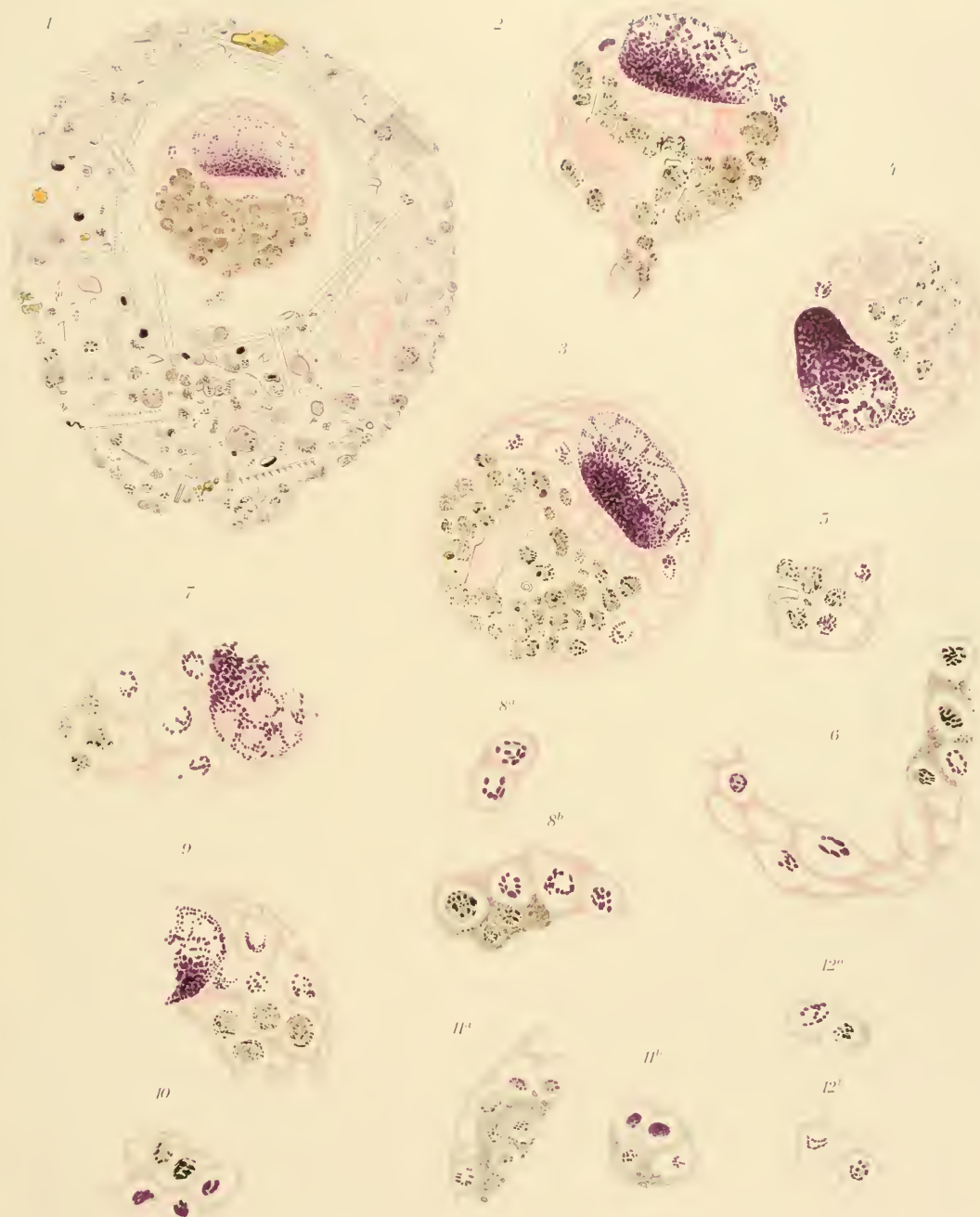
## Tafelerklärung.<sup>\*)</sup>

### Tafel XIV.

- Fig. 1. Vergr. 580. Optischer Schnitt durch eine typische *Phaeocolla pygmaea*: Kern, vakuolisiertes Endoplasma mit Chromidienbläschen, dichtes Endopläodium, Astropyle mit austretenden Phäodellen, Kalymma mit Phäodellen und Fremdkörpern, letztere als Teile von stabförmigen Diatomeen-Schalen besonders dicht gelagert um den die Zentralkapsel beherbergenden Hohlraum. Im Kalymma eine kleine rosa tingierte „gefaltete Membran“.
- Fig. 2. Vergr. 840. Optischer Schnitt durch eine Zentralkapsel mit doppelter Membran, Astropyle mit austretenden Phäodellen und größerem splitterartigen Fremdkörper. Im Endopläodium sind Teile einer großen gefalteten Membran zu sehen. Typischer Kern, Chromidienbläschen.
- Fig. 3. Vergr. 840. Optischer Schnitt durch eine Zentralkapsel oberhalb der Astropyle. Einfache Membran. Ein Chromidienbläschen liegt dicht neben dem Kern, als habe es denselben eben verlassen. Am inneren Rande des Endopläodiums links findet sich eine Phäodelle, die noch ein violett tingiertes Körperchen wie die in den Chromidienbläschen vorkommenden zeigt.
- Fig. 4. Vergr. 840. Optischer Schnitt einer Zentralkapsel von ungewöhnlichem Aussehen. Nur an der linken Seite eine doppelte Membran zu erkennen, rechts erscheint sie einfach. Chromatinansammlung des Kernes nach der Seite verschoben. Chromidienbläschen gewöhnlich. Sehr wenig Phäodellen; einige derselben erscheinen homogen hellviolett, ohne weiteren Inhalt.
- Fig. 5. Vergr. 840. Teil des vakuolisierten Endoplasmas mit 2 Chromidienbläschen und 4 Phäodellen. Zwischen den Phäodellen 2 stark lichtbrechende größere Fremdkörper sowie freie, den Phäodellen ähnliche, aber nicht an solche gebundene Substanz.
- Fig. 6. Vergr. ca. 1000. Teil des vakuolisierten Endoplasmas mit Chromidienbläschen und Phäodellen. Die Phäodellen mit verhältnismäßig großen schwarzen Pigmentkörnern. Frei zwischen den Phäodellen eine diesen ähnliche Substanz.
- Fig. 7. Vergr. ca. 1000. 4 Chromidienbläschen zwischen Kern und Phäodellen. (Kern nur zur Hälfte angedeutet.)
- Fig. 8 a und b. Vergr. ca. 1000. Aus dem Endoplasma in der Nähe des Phäodiums: Chromidienbläschen in Vakuolen des Endoplasmas. In Fig. b außerdem Phäodium. Links eine Phäodelle, die soeben aus einem Chromidienbläschen gebildet zu sein scheint.
- Fig. 9. Vergr. 840. Aus der Nachbarschaft des Kernes. Das dicht neben dem Kerne gelegene Chromidienbläschen scheint soeben aus demselben hervorgegangen zu sein. In den beiden Bläschen rechts davon ist ein Teil der Chromatinbröckchen geschrumpft und besitzt schwarze Farbe wie die schwarzen Pigmentkörnerchen der Phäodellen.
- Fig. 10. Vergr. 840. Chromidienbläschen, die ganz violett gefärbt sind. Die Chromatinbröckchen sind jedoch noch zu erkennen. Die Phäodellen haben viel schwarzes Pigment aufzuweisen.
- Fig. 11 a und b. Vergr. 840. Fixierung Flemming, Färbung Hämatoxylin, Chromidienbläschen und Phäodium. Zwischen den Phäodellen freie Substanz (Detritusartige Nahrung?). 4 der Chromidienbläschen mehr oder weniger stark violett gefärbt, doch das Vorhandensein der Chromatinbröckchen erkennbar. Letztere sind in dem links unten gelegenen Bläschen fast schwarz. In Fig. a ist der Rand der Zentralkapsel angedeutet.
- Fig. 12 a und b. Vergr. 840. Fixierung etc. wie Fig. 11. Chromidienbläschen aus einer anderen Zentralkapsel wie Fig. 11. In Fig. a hat eins der Bläschen nur schwarze Pigmentkörner, sodaß es wie eine Phäodelle aussieht.

<sup>\*)</sup> Sämtliche Figuren wurden mit Hilfe des Winkel'schen Zeichenprismas gezeichnet. Dabei kamen zur Anwendung: Winkel, Objektiv 5 und 8, Okular 2, sowie Zeiss, Apochromat 2 mm, Ap. 1,30, Homog. Immers.

Wo keine anderen Bemerkungen gemacht sind, handelt es sich um Wiedergabe optischer Schnitte aus Material, welches mit Ehrlich'schem Hämatoxylin und Eosin gefärbt und in Canada-Balsam eingeschlossen war.









## Tafelerklärung.

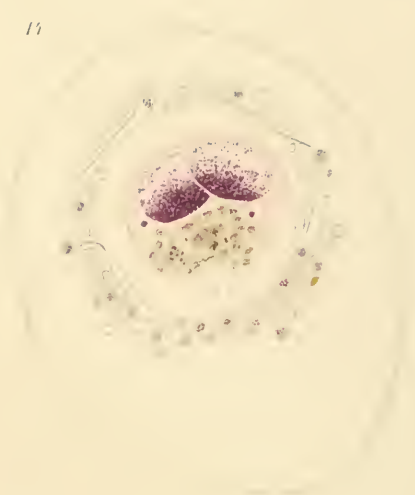
### Tafel XV.

- Fig. 13. Vergr. 840. Optischer Schnitt durch eine lang gestreckte Zentralkapsel nach eben vollzogener direkter Kernteilung. Chromidienbläschen z. T. homogen violett gefärbt. Teil des Phäodiums aus der Astropyle austretend. Endoplasma von der Membran zurückgeschrumpft. (Kalymma nur in der Umgebung des Hohlraumes der Zentralkapsel angedeutet.)
- Fig. 14. Vergr. 580. *Ph. pygmaea* nach eben vollzogener Kernteilung. Der Kern rechts liegt mit seiner linken Spitze über dem anderen. Die übrigen Bestandteile sind im optischen Schnitt gezeichnet. Vom Kalymma sind nur die den Hohlraum begrenzenden Teile sowie der äußere Umriß gezeichnet.
- Fig. 15. Vergr. 250. Zwei mit ihren Kalymmata noch zusammenhängende *Ph. pygmaea*. Davon die eine bereits wieder zwei Tochterkerne zeigend. In diesen sind die Chromatinansammlungen seitlich verschoben, einander zugewandt.
- Fig. 16. Vergr. 580. Flemming-Fixierung. Nicht gefärbt. Tochterkerne auseinandergerückt und Phäodium dazwischen getreten. Zentralkapsel in die Länge gestreckt und bereits in der Mitte etwas eingeschnürt. Im Kalymma eine gefaltete Membran.
- Fig. 17. Vergr. 580. Flemming-Fixierung. Nicht gefärbt. Kern in Teilung. Umrisse des Kalymma angedeutet.
- Fig. 18. Vergr. 250. Karmin-Färbung. In einem gemeinsamen Kalymma zwei dicke „Kapseln“ mit Resten des Zentralkapselweichkörpers. Die untere stark eingebault; in der oberen sind ein sehr verkleinerter Kern, Reste des Phäodiums und eine Astropyle zu erkennen.
- Fig. 19. Vergr. 250. Flemming-Fixierung. Ungefärbt. *Ph. pygmaea* mit dicker, dem kalymmaren Mantel dicht anliegender Ectocapsa und zarter Endocapsa, von der das Endoplasma stark zurückgeschrumpft ist.

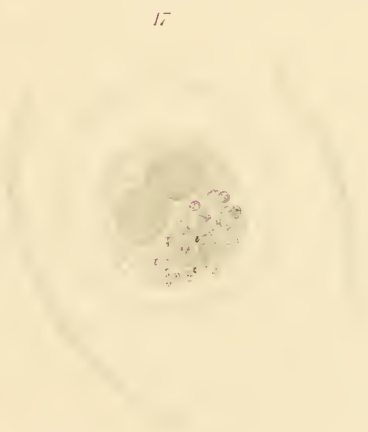
13



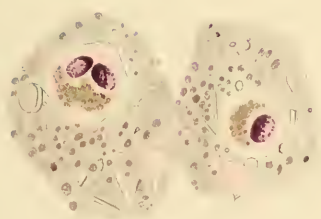
14



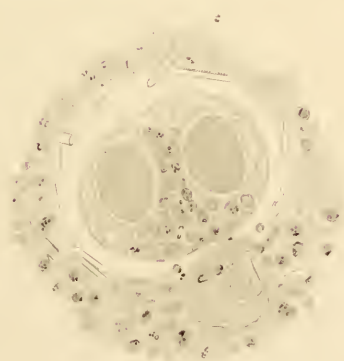
17



15



16



18



19

