

Dinoflagellaten aus der Nordsee II.

Helgolandinium subglobosum gen. et. spec. nov.

H. A. v. STOSCH

Botanisches Institut der Universität Marburg, Marburg/Lahn

ABSTRACT: Dinoflagellates from the North Sea II. *Helgolandinium subglobosum* gen. et spec. nov. *Helgolandinium subglobosum* has been isolated in culture from marine plankton obtained near Helgoland. It is described, and drawings as well as photographs and German and Latin diagnoses are presented. Its cell wall is thin. The sutures of tabulation are invisible in living cells. Plates are non-ornamented light-microscopically; the plate formula places *Helgolandinium* into the family Pyrophacaceae. The species is motile; its cell division occurs after disintegration and shedding of the skeleton inside a newly formed thin and non-composed cellulose envelope. Both daughter flagellates are liberated after, and by, dissolution of the envelope.

EINLEITUNG

Am 15. April 1967 isolierten wir aus Helgoländer Plankton eine fast kugelförmige Peridinee, die sich einer neuen Gattung als zugehörig erwies. Der Flagellat wird in der von uns (v. STOSCH & DREBES 1964) angegebenen modifizierten Schreibertlösung kultiviert, wobei die Kieselsäure in Fortfall kommt und an Vitaminen Cobalamin, Aneurin und Biotin zugesetzt werden. Die Kulturen stehen bei 15° C unter dem Licht von Osram 40 W/35-Leuchtstofflampen bei einer Tagesdauer von 16 Std und einer Beleuchtung von ca. 1000 Rlx (vgl. v. STOSCH & DREBES).

Die Darstellung der ohne Präparation nicht analysierbaren Panzer geschah mit der in der ersten Arbeit dieser Serie (v. STOSCH 1969) angegebenen Jod-Jodwasserstoff-Chloralhydrat-Methode. Für die elektronenmikroskopische Abbildung der Platten wurde etwas von dem Sediment einer Kulturschale mit der kürzlich beschriebenen Mikrofiltriereinrichtung (Cellafilter!) abfiltriert (v. STOSCH 1969), mit Alkohol extrahiert, danach mit 1:3 verdünntem käuflichem Eau de Javelle 5 min zur Reinigung des Materials (vor allem von Bakterien) behandelt, mit Wasser gewaschen, resuspendiert und auf befilmte Netzblenden aufgetragen. Danach wurde mit Gold-Palladium schräg bedampft oder auch unbedampft mikroskopiert.

BESCHREIBUNG VON *HELGOLANDINIUM SUBGLOBOSUM*

Die Zellen treten in jeder Kultur in zwei Formen, einer sehr breit eiförmigen bis kugeligen, beweglichen und einer kugelrunden, unbeweglichen Form auf. Letztere mag einerseits temporäre Ruhestadien umfassen, ist andererseits Teilungscyste oder wenn man will, Zoosporangium. Der Größenbereich (Abb. 1, 2) ist mit $22,4\ \mu\text{m}$ – $56\ \mu\text{m}$ für die Breite (am Körper gemessen) bzw. den Durchmesser, bei einem Längen-Breiten-Index des Flagellaten von 1,09 im Mittel und den Grenzen 1,01–1,19, sehr beträchtlich, was auf den Entwicklungsstadien beruht. Die kleinsten Zellen sind chromatophoren-

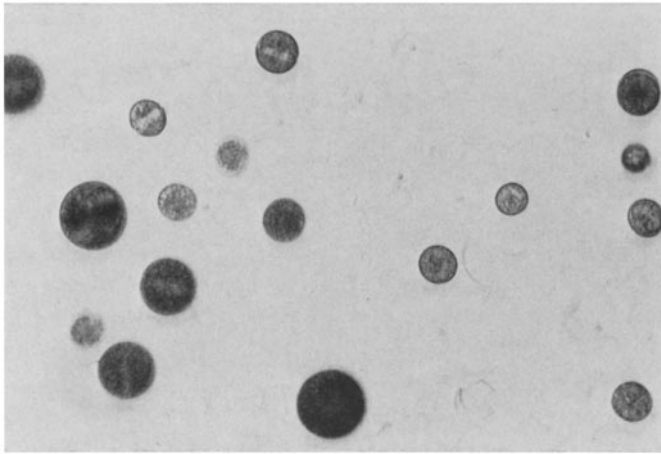


Abb. 1: Zellen einer älteren Klonkultur, die Größendifferenzierung zeigend; links eine große Teilungscyste (Meiocyte). Im Untergrund abgestoßene Panzerteile. (160:1)

arme, männliche Gameten, die größten Zygoten bzw. Meiocyten; doch soll hier auf die sexuelle Fortpflanzung nicht eingegangen werden. Vegetative Zellen dürften zwischen 35 und $45\ \mu\text{m}$ messen. Die Panzer der beweglichen Form werden sehr leicht abgeworfen; z. B. ist es aus diesem Grunde kaum möglich, die Bewegung unter dem Deckglas zu beobachten, der Flagellat stößt zunächst die Geißeln ab (diese konnten noch niemals einwandfrei fixiert werden), es folgt der Panzer, der vorher in seine Einzelplatten zerfiel und dessen Elemente danach, vermutlich mittels ausgeschiedener Gallerte vom abgerundeten Zellkörper abgedrückt werden (Abb. 6a). Vorher ist innerhalb des Panzers, offenbar sehr rasch, eine aus einem Stück bestehende dünne Zellulosewand entstanden (Abb. 6c). Die Panzer werden beim Übergang zum unbeweglichen Zustand auch von nicht künstlich irritierten Zellen abgestoßen, was zur Folge hat, daß sich in älteren Kulturen ein reichliches flockiges Sediment findet (Abb. 1), das aus isolierten Platten der Panzer besteht.

Die bewegliche Zelle ist sehr breit eiförmig, sehr selten oval gestreckt und durch die apikale Porenplatte ganz schwach zugespitzt (Abb. 2). Am Übergang von Vorder- und Hinterkörper in das Cingulum nimmt der Umriß beider Zellhälften leichte Glockenform an, was auf Abbildung 3a, b nach fixiertem Material nicht, wohl aber

auf den Lebendaufnahmen (Abb. 2, links) zu sehen ist. Die gut markierte Ringfurche ist mit niedrigen Randleisten versehen, sie fällt schwach nach links, so daß ihre beiden Enden um etwa die halbe Cingularbreite gegeneinander versetzt sind (Abb. 3). Im Querschnitt ist die Zelle fast kreisförmig, die noch auf der Bauchseite endende Längsfurche ziemlich seicht (Abb. 2, rechts).

Die Panzerung besteht aus dünnen Zelluloseplatten mit schmalen Suturen, wobei die Einzelelemente keine lichtoptisch erkennbare Ornamentierung zeigen. Wohl aber findet man im elektronenmikroskopischen Bild zahlreiche Poren von $0,015-0,04 \mu\text{m}$ Durchmesser in allen Platten (Abb. 4c, d). Der Panzer bildet, soweit zu erkennen, die einzige Hülle der beweglichen Zelle. Das Plattenmuster ist von relativ hoher

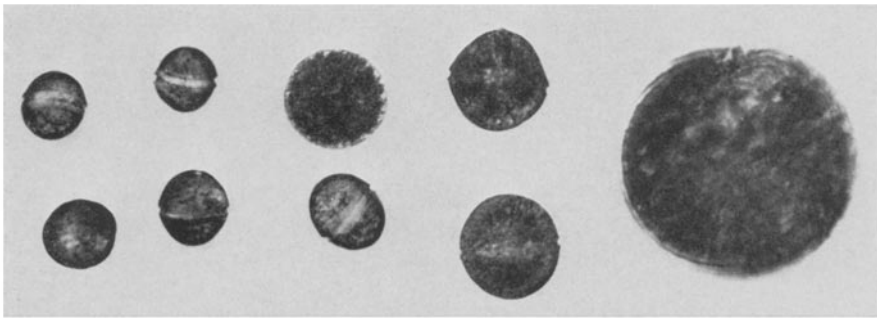


Abb. 2: Links: Schwärmerformen in Bewegung aufgenommen (250:1). Rechts: Flagellat im optischen Querschnitt, etwa auf Cingularhöhe eingestellt, oben Sulcus (750:1)

Symmetrie und bleibt konstant in der Zahl der Elemente und trotz des breiten Zellgrößenspektrums auch weitgehend in den Formen einander entsprechender Platten.

Die gestreckt fünfeckige apikale Porenplatte (po) trägt einen kommaförmigen Wulst, der an seinem dorsalen, manchmal auch an seinem ventralen Ende durch schlitzähnliche Poren durchbrochen erscheint (Abb. 3). Das kommt dadurch zustande, daß in den dorsalseits nach rechts schmal hakenartig erweiterten Porus eine leicht gebogene, am dorsalen Ende ebenfalls einseitig verdickte Spange so eingesetzt ist, daß rechts dorsalwärts ein breiterer, rechts ventralwärts ein schmalerer Spalt übrig bleibt (Abb. 3e). Die Porenplatte ist von 4 fast gleichgroßen Apikalplatten umgeben. In die Suture der beiden ventral gelegenen Apikalplatten schiebt sich der zugespitzte Teil der skalpellförmigen Rautenplatte (1'') ein Stück weit hinein, ohne aber entfernt die Porenplatte zu erreichen. Nahe ihrem hinteren Ende trägt 1'' einen Porus, dessen Umfang aber nur zu etwa $\frac{3}{4}$ von ihr selbst, in seinem Rest durch eine schmal trapezische links in einen Ausschnitt der Rautenplatte einerseits und einen solchen der nach links folgenden Präcingularen andererseits eingreifende recht kleine Platte gebildet wird. Diese muß zu den Präcingularplatten gerechnet werden und erhält, da auf die Rautenplatte (1'') sieben weitere Präcingularen (einigermaßen einheitlicher Größe) folgen, die Bezeichnung 9''. Alle 9 Präcingularen tragen an ihrem hinteren Rand Leisten, die zusammen die vordere Randleiste der Ringfurche bilden, wie dies entsprechende vordere Randleisten der 7 Postcingularen für die hintere Cingularleiste

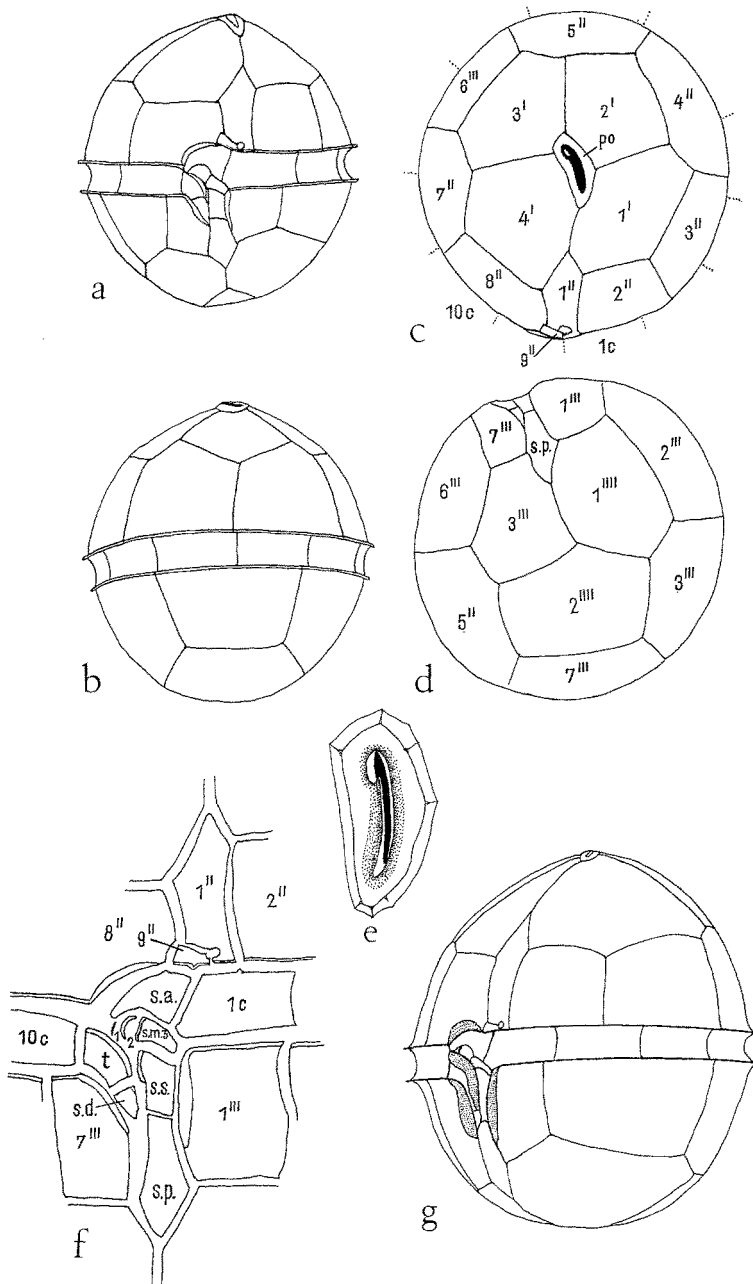


Abb. 3: Plattenmuster a Bauch-, b Rückenseite, c Apikal-, d Antapikalansicht (930:1). e Apikale Porenplatte. Punktiert: verdickter Rand des Porus, schwarz ausgefüllt: die in den Porus eingesetzte Spange (2500:1). f Sulcus und Umgebung (1400:1). g Totalansicht, die Flügel am Sulcus zeigend, konstruiert

tun. Das Cingulum selbst besteht aus 10 rinnenförmigen Platten. Ihm folgen nach hinten die erwähnten 7 Postcingularen, von denen die beiden links und rechts an die Längsfurche angrenzenden schmaler als die übrigen sind. Abgeschlossen wird die Hypotheka durch 3 Antapikalplatten, von denen die dorsal gelegene die größte, die

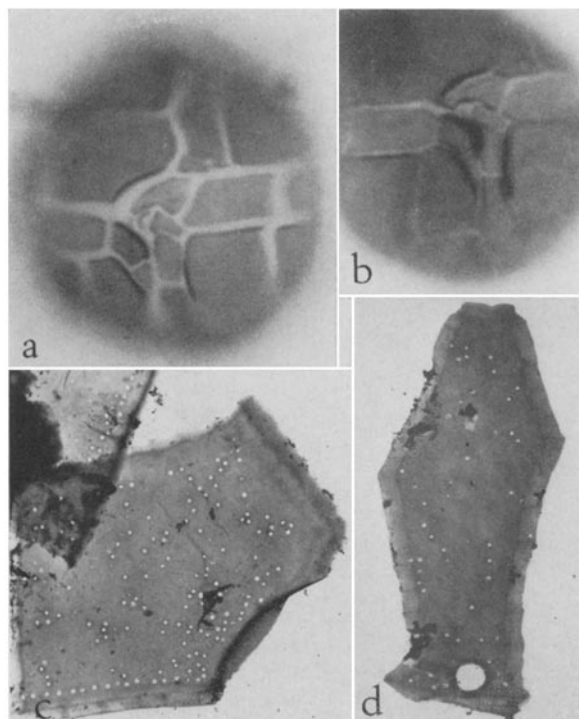


Abb. 4: a, b Bauchseite mit Jod-Jodwasserstoff-Chloralhydrat behandelter Zellen. b Plattenfugen nur wenig, a Plattenfugen stärker durch Quellung erweitert (1500:1). c Platte 8'', elektronenmikroskopisch, oben Teil einer Cingularplatte (3500:1). d Platten 1'' und 9'' elektronenmikroskopisch, Fugenverlauf unterhalb des Porus nicht erkennbar, schrägbedampft (4000:1)

rechts vom Sulcus liegende die kleinste ist. Zwischen letztere (3''''') und die erste Antapikalplatte (1''''') schiebt sich der zugespitzte Teil der skalpellförmigen hinteren Sulcusplatte (s.p.) ein Stück weit ein.

Der Sulcus selbst setzt sich (Abb. 3f, 4a, b), soweit wir feststellen können, aus 8 Platten zusammen. Der hakenförmigen, rechts an 1c anschließenden apikalen Sulcusplatte s.a. folgen nach hinten 3 mittlere Sulcusplatten (s.m.1–3), von denen die in Abbildung 1e rechts (in bezug auf die Gesamtzelle) eingezeichnete am kleinsten ist und in ihrer Lage in bezug auf die übrigen nicht genau festgelegt werden konnte. Die nach links folgende (s.m.2) erscheint spangenförmig, doch ist mindestens eins dieser beiden Elemente, von der Fläche her betrachtet, ein oval 6eckiges Plättchen. s.m.3 ganz links, die größte der mittleren Sulcusplatten, hat etwas gebogen schmal trapezische Gestalt und trägt an ihrem rechten Rande eine Leiste. Auf diese Platte folgt nach

hinten die recht große, etwa rechteckige linke Sulcusplatte (s.s.), die an ihrem nach rechts vorgezogenen rechten oberen Rande eine Leiste trägt, und auf jene die bereits erwähnte skalpellförmige hintere Sulcusplatte. Den rechten Teil des Cingulums bogenförmig in den Sulcus hinein weiterführend, liegt die am apikalen und linken Rande mit einem Flügel versehene Übergangplatte t, nach hinten gefolgt von der kleinen dreieckigen rechten Sulcusplatte, s.d. Die Platten s.a., s.m.2 und s.m.3 sowie t lassen zwischen sich eine große Öffnung im Panzer, die vermutlich den Durchtritt der

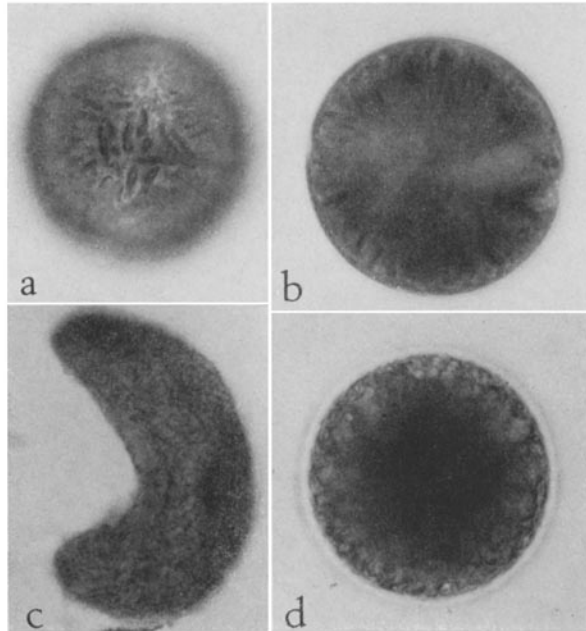


Abb. 5: a, b Zwei Einstellungen der gleichen, ziemlich kleinen Zelle: Anordnung der Plastiden (1000:1). c Kern mit Karminessigsäure gefärbt und etwas gepreßt, links im Bug Nucleolus (1000:1). d Dickwandige Cyste (500:1)

Geißeln vermittelt. Der Sulcus wird links und rechts durch kurze und nicht sehr hohe, von den Platten 1^{'''} und 7^{'''} gebildete Flügel begrenzt, ein weiterer Flügel findet sich am sulcalen Rande der Platte 8^{'''} (ein vierter, wie erwähnt, an t) (Abb. 3f, 4a). Die Plattenformel lautet also: po, 4', 9'', 10c, 7''', 3''', dazu s.a., s.m.1, s.m.2, s.m.3, t, s.d., s.s., s.p.

Die Zellen sind von hellbrauner Farbe, ihre Plastiden zahlreich, in der Gestalt keilförmiger Bänder. Dabei liegen die Basen der Keile in der Zelloberfläche, die Spitzen strahlen in das Zellinnere ein (Abb. 5a, b). Als Polysaccharid tritt Stärke auf. Der Kern hat Hufeisenform und liegt in Höhe des und etwa parallel mit dem Cingulum. Seine Schenkel weisen zur Bauchseite. Das Chromatin ist ziemlich feinfädig, und das Nucleolenmaterial zeigt sich meist zu einer gestreckten, an der Innenseite des Kernbogens liegenden Masse vereinigt (Abb. 5c).

Die ruhenden Zustände haben, wie schon erwähnt, meist ihre Panzer abgeworfen (Abb. 6a). Nur selten, wie in Abbildung 6d, führen sie noch den Panzer als äußere Hülle. Ihre Zellwand färbt sich gewöhnlich mit Jod-Jodwasserstoff stärker an als der Panzer selbst, besteht also ebenfalls aus Zellulose. Manchmal erkennt man in ihr zwei Poren ungleicher Größe (Abb. 6c), die möglicherweise den Geißelporen entsprechen. Alle Teilungen finden, und zwar ausschließlich als Zweiteilungen in diesen Teilungscysten statt (Abb. 1, 6b). Merkwürdigerweise wird die recht derbe Wand der Cysten bei der Freisetzung der beweglichen Tochterzellen nicht abgeworfen, sondern aufgelöst. Daher finden sich in den Kulturen zwar, wie erwähnt, reichlich Panzerteile, doch keine

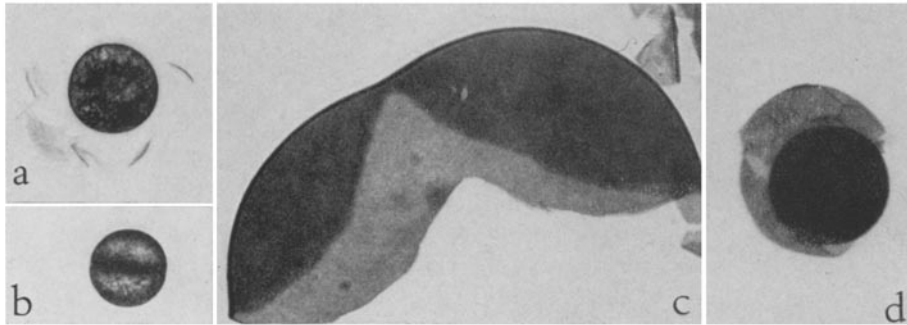


Abb. 6: Zelle stößt nach Ausbildung der dünnen Cystenhülle die Platten des Panzers ab. b Teilungscyste (beide 250:1). c Membran einer dünnwandigen Cyste mit Geißelporen, rechts einige Panzerplatten, Unterschied in der Stärke der Zellulosereaktion zeigend (750:1). d Dünnwandige Cyste aus Panzer ausgedrückt (400:1; c und d mit Jod-Jodwasserstoff-Chloralhydrat gefärbt)

Cystenhüllen. Die beiden Tochterzellen sind also unmittelbar frei und sogleich beweglich. Soweit sie vegetativen Teilungen entspringen, hängen sie zuerst in Tandemanordnung aneinander. Die Bewegung der Flagellaten ist ziemlich langsam und gradlinig unter leichter Rotation des Körpers.

In alten Kulturen kommen dick- und glattwandige Kugelcysten unbekannter Dignität vor (Abb. 5d).

DISKUSSION

Daß *Helgolandinium* nicht früher beschrieben wurde, dürfte einerseits mit seiner fast kugeligen Gestalt und der durch diese gegebenen Ähnlichkeit mit kugelförmigen Peridiniumarten oder etwa mit *Goniodoma sphaericum* PAULSEN und andererseits mit der Vergänglichkeit und der Neigung zum totalen Zerfall des Plattenpanzers zu erklären sein.

Versucht man die systematische Zugehörigkeit zu bestimmen, so bietet sich als verwandte Art *Pyrophacus horologicum* mit der Plattenformel 5', 9'', 9''', 3'''' für die typische Art im Sinne SCHILLERS (1937) an. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Rautenplatte bei *Pyrophacus* bis zum Apex reicht, so daß auch bei ihm nur 4 größere

Apikalplatten vorhanden sind. Rechnet man jene im Sinne dieses Arguments zum Präcingulum, so würden für dieses bei *Pyrophacus* 10 Platten herauskommen gegen 9 bei *Helgolandinium*. Auch die Postcingularen sind mit 9 gegen 7 bei *Pyrophacus* zahlreicher, während wieder gleich viele Antapikalen vorhanden sind. Beide Gattungen zeichnen sich durch das Fehlen apikaler und antapikaler Interkalarplatten aus, und die Lage der Rautenplatte zu den Apikalplatten sowie der hinteren Sulcusplatte zu den Antapikalen ist vergleichbar. Schließlich haben wir bei beiden Gattungen Zoosporenvermehrung, und es sollen sich bei der typischen Form von *Pyrophacus* auch jeweils nur 2 Zoosporen je Mutterzelle entwickeln (LEBOUR 1925), wie auch bei *Helgolandinium*. Allerdings sind mit der Persistenz des *Pyrophacus*-Panzers während der Zoosporenbildung und der Kontraktion der offenbar (SCHÜTT 1895) nicht zellulosehüllenartigen Zoosporangienhülle innerhalb des letzteren beträchtliche Unterschiede gegeben.

Wir möchten *Helgolandinium* daher in die durch LINDEMANN (1928) begründete Familie der Pyrophacaceen einreihen. Allerdings müßte man dazu die Diagnose LINDEMANN'S (1928) für die Pyrophacaceen erweitern. Diese liegt nur in der Form des Bestimmungsschlüssels auf Seite 80 vor: Zellen in Richtung der durch die Pole gehenden Achse abgeplattet + (bis plattgedrückt) [dabei] (entweder keine oder) [mehr als 2 Antapikalplatten vorhanden]. Mindestens 3 Antapikalplatten ++ vorhanden.

Das vor mir in runde Klammern Gesetzte bezieht sich auf die Ostreopsiaceae, bei denen übrigens die Feststellung hinsichtlich des Fehlens von Antapikalplatten nicht zutrifft; ebenso erübrigt sich das in eckige Klammern Gesetzte, und die Erweiterungen würden lauten: +) oder nahezu kugelig; ++) und mindestens 4 Apikalplatten, ohne apikale oder antapikale Interkalaren.

Diagnose: Pyrophacaceae LINDEMANN (1927) (Dinophyta). *Helgolandinium subglobosum* gen. et spec. nov.: Zelle im beweglichen Zustand fast kugelig, breit eiförmig, am Apex sehr leicht apikulat, dorsiventral kaum abgeflacht mit 22,4–56 μm Breite und einem Längen-Breiten-Index von 1,01–1,19, durchschnittlich 1,09. Quersulcus nach links leicht absteigend und ihre Enden um etwa $\frac{1}{2}$ Gürtelbreite gegeneinander versetzt, durch niedrige Randleisten begrenzt. Sulcus ziemlich seicht, durch zwei kurze schmale Flügel beiderseits begrenzt. Zwei weitere Flügel am sulcalen Rande von Platte 8'' und am apikalen und rechten Rande der Übergangplatte t. Theka zellulosehüllenartig zart mit schmalen Suturen und ohne Ornamentierung ihrer Platten. Plattenformel: po, 4', 9'', 10c, 7''', 3''''', dazu wahrscheinlich 8 Platten im Sulcus: s.a., s.m.1, s.m.2, s.m.3, t, s.d., s.s., s.p. Dabei bilden Platten 2' und 9'' gemeinsam einen Porus, die Platten s.a., s.m.2, s.m.3 und t begrenzen einen zweiten. Plastiden flach-keilförmig radial gestellt, zahlreich. Kern feinfädig und hufeisenförmig. Zellteilung nach Abwerfen des Panzers in kugelförmigen Teilungscysten, innerhalb einer aus einem Stück bestehenden Zellulosehülle, immer zwei Tochterzellen liefernd. Außerdem kugelige Cysten mit dicker, glatter Wand.

Diagnosis: Cellula in statu erratico subglobosa, late oviformis, apice breviter apiculato, dorsaliventraliter vix applanata, 24,4–56 μm lata, ratione longitudinis et latitudinis 1,01–1,19. Cingulum sinistrorsum descendens, per dimidium latitudinis dispositum cum collaribus angustis. Sulcus non profundus alis brevibus angustis utrinsecus ornatus. Duae alterae alae in margine sulcali lamellae 8'' et in margine apicali et sinistro lamellulae transitoriae t. Theca tenera e cellulosa constans, suturis angustis

lamellisque non ornatis. Tabulatio thecalis: lamella pori apicalis, 4', 9'', 10c, 7''', 3''', lamellae sulcales probabiliter 8 (s.a., s.m.1, s.m.2, s.m.3, t, s.d., s.s., s.p.). Lamellae 11'' et 9'' (hac minima) porum minutum, lamellae s.a., s.m.2, s.m.3, s.s. et t porum maiorem communiter cingentes. Nucleus hippocrepiformis aequatorius, chromatino tenuiter filiforme expletus. Chromatophora multa complanata anguste cuneiformia radialiter disposita. Divisio cellulae post abiectionem thecae in statu sedentario globoso, intra membranam non compositam e cellulosa constantem duas cellulas filiales procreans. Cystae globosae, membranis crassis glabrisque. Habitatio: in aquis marinis prope Insulam Helgolandiam planctonica. Typus: *Helgolandinium subglobosum* spec. nov.

Holotypus: Figura 3.

ZUSAMMENFASSUNG

1. *Helgolandinium subglobosum*, aus Helgoländer Plankton isoliert, wird als neue Gattung und Art beschrieben, abgebildet und zu den Pyrophacaceen gestellt.
2. Die Art ist photosynthetisch und beweglich. Sie teilt sich nach Abwerfen des Panzers in einer Teilungscyste mit dünner Zellulosehülle in zwei Tochterzellen, die durch Auflösen der Hülle als Flagellaten frei werden.

Danksagungen. Frl. G. THEIL danke ich für unermüdlige Hilfe mit den Kulturen und bei der Herstellung der Photographien. Frau H. VON STOSCH für Richtigstellung der lateinischen Diagnose und Herrn Dr. K. KOWALLIK für die beiden elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

ZITIERTE LITERATUR

- LEBOUR, M. V., 1925. The Dinoflagellates of northern Seas. Marine Biol. Ass. U. K., Plymouth, 250 pp.
- LINDEMANN, E., 1928. Peridineae. In: Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten, . . . Begr. von A. Engler & K. Prantl. Engelmann, Leipzig, 2, 1–102.
- SCHILLER, J., 1937. Dinoflagellatae. T. 2. In: L. Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Aufl. Akad. Verl.Ges., Leipzig, 10 (3), 1–589.
- SCHÜTT, F., 1895. Die Peridineen der Plankton Expedition. I. *Ergebn. Atlant. Ozean Planktonexped. Humboldt-Stift.* 4. Ma. A, 1–170.
- STOSCH, H. A. VON, 1969a. Methoden zur Präparation kleiner oder zarter Kieselemente für die Elektronen- und Lichtmikroskopie, insbesondere von Diatomeen und bei geringen Materialmengen. *Z. wiss. Mikrosk.* (im Druck).
- 1969b. Dinoflagellaten aus der Nordsee. I. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 19, 558–568.
- & DREBES, G., 1964. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an zentrischen Diatomeen. IV. Die Planktondiatomee *Stephanopyxis turris* – ihre Behandlung und Entwicklungsgeschichte. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 11, 209–257.

Anschrift des Autors: Prof. Dr. H. A. v. STOSCH
Botanisches Institut
der Universität Marburg
355 Marburg
Pilgrimstein 4