

7098

# MITTHEILUNGEN

AUS DER

## ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

### REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

---

**18. BAND.**

1. HEFT.

MIT 7 TAFELN.

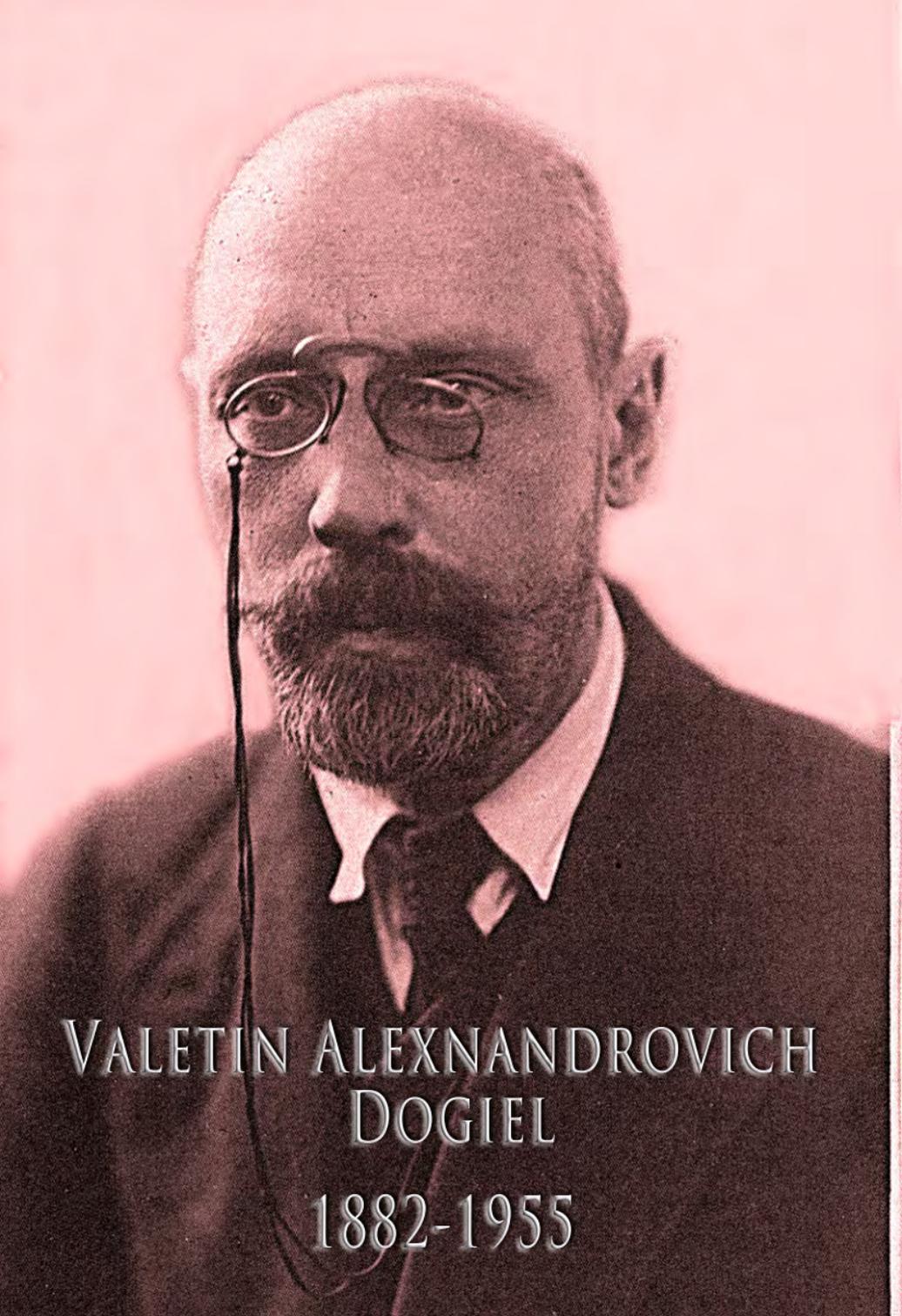
---

*F*  
**BERLIN.**

VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

1906.

*Ausgegeben den 29. Dezember 1906.*



VALETIN ALEXNANDROVICH  
DOGIEL

1882-1955

# Inhalt des achtzehnten Bandes.

## Erstes Heft.

Ausgegeben den 29. Dezember 1906.

|  | Seite |
|--|-------|
| Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. Von V. Dogiel. (Mit Taf. 1 und 2.)   | 1     |
| Osservazioni sullo sviluppo embrionale e larvale del <i>Saccocirrus papillocercus</i> Bobr. Per Umberto Pierantoni. (Con le tavole 3 e 4.) . . . . . | 46    |
| Azione della pioggia di cenere, caduta durante l'eruzione del Vesuvio dell' Aprile 1906, sugli animali marini. Per Salvatore Lo Bianco . . .         | 73    |
| Contribuzioni allo studio della <i>Phylliroë bucephala</i> Péron & Lesueur. Per Nicola Vessichelli. (Con le tavole 5 e 6.) . . . . .                 | 105   |
| Eine auf <i>Tethys leporina</i> parasitisch lebende Pantopodenlarve ( <i>Nymphon parasiticum</i> n. sp.). Von Hugo Merton. (Mit Taf. 7.) . . . . .   | 136   |

## Zweites und drittes Heft.

Ausgegeben den 5. Juni 1907.

|  |     |
|--|-----|
| Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. 25. Von Anton Dohrn. (Mit Taf. 10—22.) . . . . .  | 143 |
| Sulla sessualità dei Protodrili. Per Umberto Pierantoni. . . . .   | 437 |
| Sur quelques cas d'asyntaxie blastoporale chez l' <i>Amphioxus</i> . Par R. Legros. (Avec 6 figures dans le texte et les planches 8 et 9.) . . . . .                         | 440 |
| The Reactions of the Vertebrate Embryo to Stimulation and the Associated Changes in the Nervous System. By Stewart Paton. (With one text-figure and plates 23—25.) . . . . . | 535 |

## Viertes Heft.

Ausgegeben den 8. Januar 1908.

|  |     |
|--|-----|
| Recherches sur les Liriopsidae. Par Maurice Caullery. (Avec 8 figures dans le texte et la planche 26.) . . . . . | 583 |
| Über einige Alloiocoelen des Mittelmeeres. Von J. Wilhelmi. (Mit 12 Textfiguren.) . . . . .                      | 643 |

# Beiträge zur Kenntnis der Peridineen.

Von

V. Dogiel in St. Petersburg.

Mit Tafel 1 und 2.

Den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bilden einige bisher noch nicht erforschte Erscheinungen bei der Vermehrung der Peridineen; hieran schließen sich kurze Bemerkungen über die Ernährung und Exeretion dieser Organismen so wie die Beschreibung einiger neuer Arten, deren feinerer Bau von Interesse ist. Die hier mitgetheilten Untersuchungen wurden auf der Zoologischen Station in Neapel von Anfang Mai bis Mitte Juli 1905 ausgeführt.

Ich halte es für eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle dem Director der Neapler Station, Herrn Prof. A. DOHRN, für die Überlassung eines Arbeitsplatzes so wie Herrn Dr. S. LO BIANCO für seine beständige Sorge um frisches Material, welches bei dem Studium der Protozoen so unumgänglich nothwendig ist, meinen aufrichtigsten Dank anzusprechen. Meinem Kollegen Herrn S. SUSLOFF bin ich sehr verpflichtet für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er während meiner Abwesenheit einige Entwicklungsstadien von *Gymnodinium lunula* verfolgte und für mich das Material fixirte. Meinem Lehrer Herrn Professor SCHEWIAKOFF an der Petersburger Universität, welcher mich mehrfach mit seinem Rathe unterstützte, bin ich zu großem Dank verpflichtet.

Untersuchungsmethoden. Die Untersuchung erfolgte hauptsächlich, ja fast ausschließlich an lebendem Material. Zu diesem Zweck wurden die Thiere unter ein Deckgläschen mit Wachsfüßchen gebracht; die Dimensionen der Peridineencysten waren so gering, dass diese mit Hilfe von REICHERTS homogener Ölimmersion  $\frac{1}{12}$ " untersucht werden konnten. Von Zeit zu Zeit wurde ein Tropfen Meerwasser unter das Deckglas hinzugefügt, um eine stärkere Concentration des Wassers infolge Verdampfens zu verhindern. Die zu

den viele Tage dauernden Beobachtungen bestimmten Cysten wurden in kleinen Aquarien untergebracht und diese in ein flaches Gefäß mit fließendem Wasser gestellt; von oben wurden die kleinen Aquarien mit einem Glasdeckel bedeckt, dessen Ränder in das Wasser des Gefäßes hineinragten. Unter solchen Bedingungen blieben die Peridineen sehr lange am Leben.

Als viel schwieriger und fast unmöglich erwies sich das Fixiren der Peridineencysten; ihre dicke Hülle lässt die fixirende Flüssigkeit so langsam und allmählich durchdringen, dass die Thiere unterdessen absterben und zerfallen, indem sie ihre ursprüngliche Gestalt vollständig verlieren. Am meisten Schwierigkeiten bereitete das Fixiren von *Gymnodinium lunula*; bei den übrigen Species gelang es häufiger. Die wenigen Dauerpräparate, welche ich anfertigen konnte, wurden mit FLEMMINGS Gemisch oder mit Sublimat fixirt und dementsprechend mit Safranin oder MAYERS Hämacalcium gefärbt.

### Literatur.

1. Bergh, R., Der Organismus der Cilioflagellaten. in: Morph. Jahrb. 7. Bd. 1882 pag. 178—288 Taf. 12—16.
2. —, Über den Theilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. in: Z. Jahrb. 2. Bd. 1886 pag. 73—86 Taf. 5.
3. Blanc, H., Note sur le *Ceratium hirundinella*. in: Bull. Soc. Vaud. Sc. N. Lausanne (3) Vol. 29 1893 pag. XXV.
4. Bovier-Lapierre, E., Notes sur les chaines des Péridiniens appartenant au genre *Polykrikos*. in: C. R. Soc. Biol. Paris (8) Tome 8 1886 pag. 535—536.
5. Bütschli, O., Einiges über Infusorien. in: Arch. Mikr. Anat. 9. Bd. 1873 pag. 657—678 T. 25, 26.
6. —, BRONNS Klassen und Ordnungen des Thierreichs. 1. Bd. Protozoa. 1885 2. Abth. pag. 906—1029 Taf. 51—55.
7. —, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der *Noctiluca*. in: Morph. Jahrb. 10. Bd. 1885 pag. 529—577 Taf. 26—28.
8. Claparède, E., & J. Lachmann, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858.
9. Dangeard, M., La nutrition animale des Péridiniens. in: Le Botaniste (3) 1892 pag. 6—27 Taf. 1.
10. Gouret, P., Sur les Péridiniens du Golfe de Marseille. in: Ann. Mus. H. N. Marseille Zoologie Tome 1 1883.
11. Klebs, G., Über die Organisation der Flagellatengruppen. in: Unters. Bot. Inst. Tübingen 1. Bd. 1883 pag. 233—362 Taf. 2, 3.

12. Klebs, G., Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. in: Bot. Zeit. 42. Jahrg. 1884 pag. 721—733, 737—745.
13. Lankester, E. R., On green Oysters. in: Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 26 1886 pag. 71—94.
14. Lauterborn, R., Protozoenstudien. 1. Kern- und Zelltheilung von *Ceratium hirundinella*. in: Zeit. Wiss. Z. 59. Bd. 1895 pag. 167—191 Taf. 12—14.
15. Molisch, H., Notiz über eine blaue Diatomee. in: Ber. D. Bot. Ges. 21. Bd. 1903 pag. 23—26 Taf. 3 Fig. 5.
16. Nemiloff, A., Zur Frage der amitotischen Kerntheilung bei Wirbelthieren. in: Anat. Anz. 23. Bd. 1903 pag. 353—368.
17. Penard, E., Les Péridiniaées du Leman. in: Bull. Soc. Bot. Genève N. 6 1891 63 pag. 5 Taf.
18. —, Recherches sur le *Ceratium macroceros*. Thèse Genève 1888 45 pag.
19. Pouchet, G., Sur l'évolution des Périдиниens et les particularités qui les rapprochent des Noctiluques. in: C. R. Acad. Sc. Paris Tome 95 1882 pag. 794—796.
20. —, Contribution à l'histoire des Cilioflagellés. in: Journ. Anat. Phys. Paris Tome 19 1883 pag. 399—455 Taf. 19—22.
21. —, Nouvelle contribution à l'histoire des Périдиниens marins. *ibid.* Tome 21 1885 pag. 28—88 Taf. 2—4.
22. —, Sur l'oeil des Périдиниens. in: C. R. Soc. Biol. Paris (7) Tome 3 1886 pag. 223—224.
23. —, Quatrième contribution à l'histoire des Périдиниens. in: Journ. Anat. Phys. Paris Tome 23 1887 pag. 87—112 Taf. 9, 10.
24. —, Cinquième contribution à l'histoire des Périдиниens. *ibid.* Tome 28 1892 pag. 143—150.
25. —, Sur *Pyrophacus horologium*. *ibid.* Tome 31 1895 pag. 505—510 Taf. 13.
26. Schilling, A., Untersuchungen über die thierische Lebensweise einiger Peridineen. in: Ber. Bot. Ges. 9. Bd. 1891 p. 199—208 Taf. 10.
27. —, Die Süßwasserperidineen. in: Flora Marburg 1891 pag. 220—300 Taf. 8—10.
28. Schütt, F., Über die Sporenbildung mariner Peridineen. in: Ber. D. Bot. Ges. 5. Bd. 1887 pag. 364—374 Taf. 18.
29. —, Über Peridineenfarbstoffe. *ibid.* 8. Bd. 1890 pag. 9—32 Taf. 1, 2.
30. —, Über Organisationsverhältnisse des Plasmaleibes der Peridineen. in: Sitzungsber. Akad. Berlin 1892 pag. 377—384 Taf. 2.
31. —, Die Peridineen der Plankton-Expedition. 1. Theil 1895.
32. —, Peridinales. in: Engler & Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien.... 30 pag.
33. —, Centrifugales Wachsthum der Membran und extramembranöses Plasma. in: Jahrb. Wiss. Bot. 33. Bd. 1899 pag. 594—690.
34. Stein, F., Der Organismus der Infusionsthier. 3. Abth. 2. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten: Einleitung und Erklärung der Abbildungen. Leipzig 1883.
35. Zacharias, O., Über Pseudopodienbildung bei einem Dinoflagellaten. in: Biol. Centralbl. 19. Bd. 1899 pag. 141—144 9 Figg.
36. Zederbauer, E., Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Ceratium hirundinella*. in: Ber. D. Bot. Ges. 22. Bd. 1904 pag. 1—9 Taf. 1.

### Gymnodinium lunula Schütt.

Diese Peridinee war bis jetzt nur in einem Stadium ihrer Entwicklung beschrieben worden, und zwar in Gestalt der sogenannten gehörnten Cysten oder Kystes à croissant verschiedener Autoren; Entstehung und Ursprung der Cysten waren jedoch ein Räthsel geblieben.

Die gehörnten Cysten wurden zuerst von CLAPARÈDE & LACHMANN beobachtet, welche sie mit den beweglichen Formen der Peridineen in Verbindung brachten (8, pag. 71—72 Taf. 13 Fig. 16—20). STEIN ging noch weiter und bezog sogar die von ihm beobachteten zweihörnigen Cysten auf *Peridinium tabulatum*, die einhörnigen dagegen auf *P. cinctum* (34, Taf. 13 Fig. 1—5; Taf. 12 Fig. 20—28).

KLEBS (11, 12) und BERGH (1, 2) sagen nichts Bestimmtes über diese Cysten. POUCHET, welcher gehörnte Cysten mit 2, 4 und 5 Theilungsproducten sah, bezog sie auf *Gymnodinium* und sprach die Vermuthung aus, dass eben aus diesen gehörnten Cysten die Gymnodinienketten entstünden, welche im Plancton angetroffen werden (20, pag. 44—45). Ferner beobachtete SCHILLING die Bildung zweihörniger Cysten bei der Süßwasserperidinee *Glenodinium cornifax* und beschrieb diesen Process in folgender Weise (27, pag. 269—270): an dem Vorderende von *G.* tritt ein weißer Fleck, das bildungsfähige Protoplasma, auf; das Thier bleibt stehen, und unmittelbar darauf stülpt sich am Vorderende ein gekrümmtes Horn aus; in gleicher Weise entsteht auch das hintere Horn, worauf der protoplasmatische Inhalt der zur Bildung gelangten Cyste sich nach deren Mitte zusammenzieht und von Neuem Furchen erhält; mit ihrem vorderen Ende befestigen sich die Cysten durch kurze keulenförmige Fäden an verschiedenen im Wasser befindlichen Gegenständen, so auch an Objectträgern, so dass sie selbst dann, wenn starke Wasserströme hindurch gelassen werden, an einer Stelle haften bleiben. In dieser Fähigkeit, sich zu befestigen, erblickt SCHILLING denn auch die wichtigste Bedeutung der Cysten. Die Beobachtungen von SCHILLING sind sehr eingehend und genau ausgeführt, allein auf Grund dieser Beobachtungen muss man annehmen, dass die zweihörnigen Süßwassereysten mit den zweihörnigen Meeresformen nichts gemein haben, indem sowohl die Bildungsweise als auch das fernere Schicksal der Cysten von *Gymnodinium lunula* durchaus von den oben beschriebenen abweichen.

SCHÜTT, einer der letzten Forscher, welcher diese Gebilde untersuchte, spricht sich über die von ihm beobachteten Cysten von *G. lunula* in folgender Weise aus (31, pag. 4): „Tafel 24 und 25 zeigen in Fig. 80 eine im vegetativen Zustande nackte Peridinee, *Gymnodinium lunula*, die zu gewissen Zeiten sich mit einer weichen Cellulosemembran von gedrehter Halbmondform umgibt.“ Diese Beschreibung beweist, dass SCHÜTT nie den eigentlichen Process der Bildung halbmondförmiger Cysten gesehen hat; indem er von einem solchen spricht, stützt er sich einzig und allein auf seine Voraussetzungen, welche sich in diesem Fall als irrthümlich erweisen.

Gehen wir nunmehr zu meinen eigenen Beobachtungen über.

Das Material wurde in einer Tiefe von 50 Metern zwischen 7—9 Uhr morgens gefischt und auf der Station gegen 10 Uhr eingeliefert. In diesem Plankton aus großer Tiefe erregten runde, einkernige Cysten meine Aufmerksamkeit, welche die ersten Stadien in dem mir bekannten Theil des Entwicklungszyclus von *Gymnodinium lunula* darstellen. Die eigentliche Bildung der runden Cysten, die sehr wahrscheinlich als die Folge einer Copulation anzusehen ist, muss in noch früheren Morgenstunden oder vielleicht sogar in der Nacht vor sich gehen, indem ich im Plankton selbst die einkernigen Cysten nur selten antraf: meist kamen mir bereits weiter fortgeschrittene Stadien in der Entwicklung zu Gesicht.

Es ist bereits von vielen Protozoen bekannt, dass die Fortpflanzung (darunter auch die Theilung im freibeweglichen Zustand bei vielen Peridineen) bei ihnen nur in der Nacht vor sich geht; man kann daher nichts Merkwürdiges darin erblicken, wenn ein solcher Fall auch hier vorläge.

Eine jede derartige Cyste (ich will dieselbe mit *A* bezeichnen) hat das Aussehen einer Kugel, deren Wandung die ziemlich dicke, doppelt conturirte, bläuliche Hülle der Kapsel bildet (Taf. 1 Fig. 1). Die Färbung der Hülle ist nicht durch Pigment bedingt. Der Protoplasmakörper des Thieres ist (wie bei *Noctiluca*) an einer Stelle der Kugel, und zwar an deren Peripherie, in Gestalt einer unregelmäßig-sternförmigen Masse concentrirt; von dieser Masse aus verbreitet sich unter der gesammten Hülle eine sehr dünne Plasmaschicht, welche stellenweise verdickt ist. Bei Einstellung des Mikroskops auf die Oberfläche bemerkt man, dass der Cystenhülle von innen aus ein dünnes Plasmanetz anliegt, dessen Knotenpunkte und Stränge den im optischen Querschnitt sichtbaren Verdickungen der Plasmaschicht entsprechen; die Maschen des Netzes

dagegen repräsentiren die verdünnten Stellen des Plasmaschlauchs. Die gesammte Ausdehnung der Cyste innerhalb der dünnen plasmatischen Wandschicht wird von einer riesigen Vacuole oder Höhlung eingenommen, welche mit einer durchsichtigen farblosen Flüssigkeit angefüllt ist; in dieser Flüssigkeit bewegt und drängt sich eine zahllose Menge bisweilen äußerst kleiner, mitunter aber auch größerer Körnchen, welche in Brownscher Molecularbewegung begriffen sind.

Diese Körnchen darf man unter keinen Umständen mit jenen Anhäufungen von in moleculärer Bewegung befindlichen Körnern verwechseln, die in dem Körper der Peridineen beim Absterben des Thieres oder überhaupt beim Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen beobachtet werden; solche Ansammlungen sind von SCHÜTT beschrieben worden (31, pag. 124).

Das Volum des Hohlraumes übertrifft dasjenige des plasmatischen Körpers des Thieres um das Zehnfache. Was die morphologische Bedeutung der Höhlung betrifft, so vergleicht SCHÜTT (31, pag. 41) die Vacuolen und die «mit Zellsaft gefüllten Hohlräume» der Peridineen mit den Höhlungen (Safträumen) in den Zellen höherer Pflanzen, wobei er darauf hinweist, dass die Grenzen zwischen der Höhlung und dem Plasmakörper bei den Peridineen weniger deutlich hervortreten, als bei den höherstehenden Pflanzen. Im vorliegenden Fall sind diese Grenzen ziemlich deutlich ausgesprochen.

Sowohl der Kern als auch die Chromatophoren und die farblosen Einschlüsse sind ausschließlich in der oben erwähnten sternförmigen Plasmamasse angeordnet, ohne sich auf die plasmatische Wandschicht auszubreiten. Der Kern ist groß und rund, seine fadenförmigen Chromatinelemente sind ganz regellos mit einander verflochten.

Bringt man eine mit einem Kern versehene Cyste A des Morgens unter das Deckglas, so kann man sie bis zum Abend am Leben erhalten und die successiven Theilungen so wie die Bildung der 16 Tochtereysten verfolgen, welche ich mit  $C_{16}$  bezeichnen will. Zuerst nimmt der runde Kern der Cyste A eine ovale Gestalt an, welche sich immer mehr und mehr in die Länge zieht; sodann beginnt er sich in der Mitte einzuschnüren und wird hantelförmig, worauf schließlich die Brücke zwischen beiden Hälften des Kerns sehr dünn wird und durchreißt; so erhalten wir zwei Tochterkerne (Fig. 2).

Der Kern, welcher vor der Theilung unregelmäßig und knäuel-

förmig erschien, nimmt nunmehr ein parallel-faseriges Aussehen an; ich werde mich jedoch hier nicht weiter bei der Kerntheilung aufhalten, da sie weiter unten eingehend beschrieben werden soll. In dem Protoplasma sind keine Anzeichen der bevorstehenden Theilung zu sehen; man bemerkt nur eine allmähliche Loslösung der plasmatischen Schicht von den Wänden der Cyste (Fig. 2), was späterhin zur Bildung einer peripheren Höhlung voll Flüssigkeit zwischen der Cystenhülle und dem Körper des Thieres führt. Diese Flüssigkeit stammt zweifellos von der inneren Höhlung des Thieres ab.

Es machte mir den Eindruck, als zöge sich die plasmatische Wandseicht nicht überall gleichmäßig zurück, sondern als gäbe es Stellen, wo sie längere Zeit hindurch mit der Cyste in Berührung bleibt; derartige Stellen sind infolgedessen bei der Loslösung der umgebenden Theile durch dünne plasmatische Stränge oder Säulchen mit der Cystenwandung verbunden (Fig. 1 s).

Unmittelbar nach der 1. Theilung strecken sich beide Tochterkerne sofort wieder in die Länge, nehmen eine hantelförmige Gestalt an und theilen sich, allein in einer zu der 1. Theilungsebene senkrechten Ebene (Fig. 3). Das Protoplasma hat sich zu dieser Zeit bereits überall von der Cystenwand zurückgezogen, innerhalb deren sich eine etwas comprimirt Plasmakugel mit 4 Kernen an einem Pole bildet. Gleichzeitig bemerkt man am kernlosen Pol den Beginn der Theilung des Protoplasmas in 4 Theile: zwei senkrecht zu einander verlaufende Furchen, welche an diesem Pol auftreten, schneiden immer tiefer und tiefer in den Körper des Thieres ein, indem sie die Höhlung mit den Körnehen in 4 Kammern zerlegen. Schließlich nimmt der vollständig getheilte Körper des Thieres die Gestalt einer in 4 Theile geschnittenen Apfelsine an (Fig. 6).

In der obigen Beschreibung ist der völlige Anfall des Stadiums der Zweitheilung des Thieres hervorzuheben. In allen vier  $C_4$  befindet sich ein Abschnitt der Höhlung mit tanzenden Körnehen;  $C_4$  hat nicht mehr eine kugelförmige, sondern eine länglich-ovale Gestalt (Fig. 5). Ein jedes der Theilstücke  $C_4$  wird von einer dünnen Hülle umgeben, welche bei den späteren Theilungen gleichzeitig mit dem Protoplasma eingesehnürt wird. Der Kern lagert sich sammt der ihn umgebenden plasmatischen Masse in der Nähe des einen Poles von  $C_4$ ; er liegt dicht an der Oberfläche der Cyste, wobei er mit dem Protoplasma zusammen in Gestalt eines schmalen Gürtels die Hälfte des Cystenumfangs umfasst; der ganze übrige Theil der Cyste ist von der Höhlung mit den Körnehen eingenommen. Die Chroma-

tophoren liegen im Plasmagürtel angehäuft, besonders aber um die Einschnürungen der hantelförmigen Kerne.

Die Theilung geht inzwischen weiter. Auf die gleiche Weise, wie sich die  $C_4$  bildeten, entstehen nunmehr durch Längstheilung 8 längliche Theilungsproducte  $C_8$ ; ihre Kerne strecken sich sofort in die Länge, nehmen eine hantelförmige Gestalt an und bereiten sich zu einer neuen Theilung vor. Die Cysten  $C_8$  liegen paarweise und in paralleler Richtung zu einander in der Cyste  $A$ ; in einem jeden Paar befinden sich die Längsachsen der hantelförmigen, von protoplasmatischer Masse und Chromatophoren umgebenen Kerne in einer Linie. Die 4 Paare von Cysten  $C_8$  geben in der Cyste  $A$ , wenn man sie von einem der spitzen Enden aus betrachtet, das Bild eines gelblichen, in der Mitte durchschnittenen Quadrats: die Seiten werden von den Anhäufungen von Protoplasma mit Kernen gebildet, während in der Mitte und außerhalb dieser Anhäufungen die gemeinsame Höhlung der Cyste  $A$  durchscheint. Diese normale Anordnung der Tochtercysten wird jedoch durch Druck auf das Deckglas leicht verändert und gestört, worauf sich die Cysten  $C_8$  und selbst  $C_4$  ganz unregelmäßig lagern. Ein derartiger Fall ist in der Fig. 5 abgebildet, wo der Beginn der Theilung von  $C_4$  in  $C_8$  dargestellt ist. Nach der Bildung der 8 Cysten  $C_8$  unterbleibt in einigen Cysten  $A$  (allein ziemlich selten) eine weitere Theilung, während viel häufiger eine jede Cyste  $C_8$  sich nochmals theilt; im ersteren Falle werden im Inneren der Cyste  $A$  8, im letzteren 16 lange sichelförmige Cysten gebildet. Ich habe keinerlei Regelmäßigkeit oder Abhängigkeit von äußeren Ursachen in der Bildung der Cysten mit 8 oder 16 Sicheln bemerkt; die Dimensionen der aus den  $C_8$  und  $C_{16}$  hervorgehenden Sicheln wichen in einigen Fällen ziemlich stark von einander ab (Fig. 15 für  $C_8$  und Fig. 10–12 für  $C_{16}$ ).

Die ersten Anzeichen der Theilung sind an den Enden der Cysten zu bemerken, wo auf der Hülle eine leichte Furche auftritt; diese vertieft sich sodann sehr beträchtlich und geht in einen schmalen Ausschnitt über (Fig. 5). Man sieht, wie die Stränge des durchsichtigen Protoplasmas, welches die Cystenhülle auskleidet, allmählich und dem sich vertiefenden Ausschnitt folgend in die eine der beiden sich bildenden Tochtercysten verlaufen (Fig. 5). Gleichzeitig mit der Theilung geht jedoch hier auch ein rasches Wachstum vor sich: die Enden der entstehenden Tochtercysten, die zuerst stumpf waren, spitzen sich zu, ziehen sich stark in die Länge und krümmen sich; dabei legt sich das Ende der einen Tochtercyste

hinter das entsprechende Ende der andern (Fig. 8). Die Theilung schreitet von den Enden der Cyste immer weiter nach der Tiefe zu fort, indem sie sich dem Kern nähert, der sich immer noch auf dem hantelförmigem Stadium befindet. Wie ich schon oben bemerkt habe, ist der hantelförmige Kern in der Weise in der Cyste angeordnet, dass seine Längsachse senkrecht zu der der Cyste verläuft; der Kern selbst bildet mit dem ihn umgebenden Plasma, indem er der Cystenwand von innen anliegt, gewissermaßen die Hälfte eines engen Gürtels, welcher die Cyste der Quere nach umfasst. Man kann demnach in einer jeden Cyste  $C_1$  (zur Vereinfachung der Beschreibung eine »ventrale« Seite (worin der plasmatische Halbgürtel der Wandung anliegt) und eine »dorsale« Seite unterscheiden. Die Theilung geht auf der dorsalen Seite rascher vor sich als auf der ventralen, so dass die Cyste in kurzer Zeit der Länge nach bereits vollständig in zwei Theile getheilt ist, mit Ausnahme eines kleinen medianen Bezirks auf der ventralen Seite, wo der noch immer nicht gänzlich getheilte Kern liegt (Fig. 9). Die Theilung des Protoplasmas (mit Ausnahme der ersten Stadien) erfolgt sehr rasch in wenigen Minuten, während die des Kerns vom Beginn des Auftretens einer leichten Einschnürung bis zu der Loslösung der beiden Tochterkerne mehr als eine Stunde in Anspruch nimmt. Es lassen sich infolgedessen in der Theilung der  $C_1$  zwei Perioden unterscheiden. In der 1. Periode eilt der Kern dem Plasma beträchtlich voran, indem letzteres sich nur an beiden Enden theilt. Sodann tritt, wenn der Kern sich annähernd im Stadium der Fig. 8 befindet, rasch eine Theilung der Cystenhülle mit dem Protoplasma an allen Stellen ein, mit Ausnahme des Bezirks um den Kern, während nunmehr der Kern in der Geschwindigkeit der Theilung hinter dem Plasma zurückbleibt. Hierauf erfolgt die rasche definitive Theilung der Cyste in zwei Abschnitte: es bilden sich die sichelförmigen  $C_{16}$ . Für die Dauer der Theilung des Kerns und des Plasmas bestehen jedoch augenscheinlich keine strenge Regeln; jedenfalls beobachtet man nicht selten Abweichungen von dem oben beschriebenen typischen Verlauf der Theilung.

Vom Beginn der 1. Theilung an befinden sich die Kerne bis zu der Bildung der Cysten  $C_{16}$  ununterbrochen in Theilung, ohne ein Stadium der Ruhe durchzumachen. Was die Einzelheiten der Kerntheilung betrifft, so nimmt der anfangs runde Kern zuerst eine ovale Gestalt an, worauf er von einer breiten aber wenig tiefen Quersfurche umfasst wird; das Chromatin, das sich bis dahin im

knäuel förmigen Stadium Spirem befauden hatte, ordnet sich zu einer compacten Masse von Fäden an, deren Richtung parallel zur Längsachse des Kerns und senkrecht zur Theilungsebene verläuft (Fig. 7a). Hierauf wird die ringförmige Einschnürung tiefer, und die Chromosomen werden gleichsam von den beiden einander gegenüberliegenden Polen des in der Theilung begriffenen Kerns angezogen, wo sie mit fortschreitendem Auseinandertreten der beiden Kernhälften ihre parallele Lage einbüßen und sich krümmen (Fig. 7b). Weder Centrosomen noch irgend welche plasmatische Strahlungen sind dabei in der Umgebung des Kerns zu beobachten. Die ringförmige Einschnürung greift noch tiefer ein, und schließlich bleiben zwischen den auseinander tretenden Hälften des Kerns nur noch einige wenige Chromatinfäden übrig (Fig. 7c). Sodann zerreißen auch diese Fäden, treten auseinander, und zwischen den beiden Tochterkernen bleibt nur noch kurze Zeit hindurch eine dünne homogene Brücke bestehen. In Anbetracht dessen, dass von mir am Kern von *G. obtusum* eine Kernmembran mit Sicherheit constatirt wurde, während bei der Theilung die gleichen Bilder zur Beobachtung kamen, glaube ich vermuthen zu können, dass die Brücke im gegebenen Fall eben von dieser noch nicht durchbrissenen Membran gebildet wird.

Bei der Theilung des Kerns von *G. lunula* ist hervorzuheben, dass die Theilungsebene senkrecht zu dem Längsdurchmesser des Kerns gerichtet ist, während sie bei *Ceratium hirundinella*, wo die Theilung ausführlich von LAUTERBORN (13, pag. 178, 179) beschrieben wurde, diesem Durchmesser parallel ist, und die Chromatinfäden sich parallel zur kurzen Achse des Kerns lagern. Die Anordnung der Chromatinfäden an den Kernpolen konnte ich, gleich LAUTERBORN, nicht genau feststellen.

Gegen das Ende der Theilung befinden sich demnach in der Cyste 4 16 sichelförmige  $C_{16}$ , welche paarweise angeordnet sind. Infolge des gleichzeitigen starken Wachstums der Tochtercysten werden die Wandungen der Muttercyste stark ausgedehnt, wobei sich der Umfang der letzteren bedeutend vergrößert.

Über den Grad dieser Vergrößerung und die Geschwindigkeit, womit sie erfolgt, kann man am besten auf Grund nachstehender Messungen urtheilen. Der Durchmesser einer Cyste mit 8  $C_8$  erwies sich auf einer mit Hilfe der Camera lucida entworfenen Zeichnung gleich 10 cm: nach 2 Stunden, im Stadium  $C_{16}$ , betrug er bereits 12 cm. Da nun das Verhältnis der beiden Radien  $\frac{R}{r} = 1,2$  beträgt

wobei  $R$  den Radius der 2. Messung bedeutet, das der Volumen dagegen  $\frac{V}{v} = 1.2^3 = 1.728$ , so ergibt es sich, dass das Volumen sich fast verdoppelt hat. Infolge eines solchen Anschwellens der Cyste  $A$  und der dadurch verursachten Anspannung ihrer Wandung zerreißt einige Zeit nach der Bildung der  $C_{16}$  die Cyste, und die 16 Sichel treten aus. Dieser Vorgang tritt gewöhnlich zwischen 3 und 5 Uhr Nachmittags ein. Die ganze Entwicklung von  $C_1$  bis  $C_{16}$  dauert demnach 5—7 Stunden.

Die soeben nach außen gelangte sichelförmige Cyste hat ein Aussehen, wie es in Taf. 1 Fig. 10 abgebildet ist. Der Plasma-schlauch erfüllt die gesammte Cyste, indem er nur an beiden Enden von ihrer Hülle etwas absteht. Die Cystenhülle, die bei der Einwirkung von Chlorzinkjod eine ziemlich deutliche Reaction auf Cellulose gibt, wird mit der Zeit compacter und weniger durchlässig für die fixirenden Flüssigkeiten.

Die Cyste hat die Gestalt eines regelmäßigen Halbmonds oder vielmehr einer Sichel mit einer geringen Vorwölbung in der Mitte der eingebogenen Seite; dieser Vorwölbung liegt der Kern mit der hauptsächlichsten Anhäufung von Protoplasma und Chromatophoren an.

In Übereinstimmung mit der früheren Bezeichnungsweise wollen wir die concave Seite des Halbmondes, auf welcher der Kern liegt, als die ventrale, die convexe Seite als die dorsale bezeichnen. Der Kern liegt demnach an der Mitte der ventralen Seite der Cyste, indem er sich nach dem Innern der letzteren vorwölbt und fast bis an die dorsale Seite reicht, wo zwischen Kern und Cystenhülle dicke, kurze Plasmastränge ausgespannt liegen. Im Reste der Cyste bildet das Plasma eine dünne Wandschicht, auf welcher ein Netz verdickter plasmatischer Stränge hervortritt; in letzteren liegen hier und da Chromatophoren und längliche farblose Einschlüsse (Leucoplasten) zerstreut. Das Innere des Plasmaschlauchs ist von einer farblosen durchsichtigen Flüssigkeit angefüllt, in welcher sich eine Menge kleiner Körnchen umherbewegt. Der Kern ist zum erstenmal seit Beginn der Theilung in ein Ruhestadium getreten: seine Chromatinfäden sind zu einem Knäuel verwirrt. Dies ist auch wohl begreiflich, indem die Theilung nunmehr auf lange Zeit unterbrochen wird, und die weitere Entwicklung sich während mehrerer Stunden auf die allmähliche Concentration des Protoplasmas innerhalb der Cyste beschränkt. Dabei zieht sich die dünne plasmatische Wand-

schiebt nach und nach von der Cystenwand zurück; an den Enden der Cyste geht dieser Process viel rascher vor sich, als in der Mitte, so dass wenn in der Mitte, zwischen Plasmaschlauch und Cysten-hülle, erst ein schmaler Raum zu bemerken ist, sich an den Enden der Sichel bereits geräumige Höhlungen gebildet haben (Fig. 11).

Indem sich der Plasmaschlauch von der Wandung der Cyste zurückzieht, nimmt er gleichzeitig an Umfang ab und concentrirt sich auf die Mitte der Cyste. Dies erfolgt langsam, allmählich, ohne starke lokale Einstülpungen oder Zerreißen, wie solche von SCHÜTT (31, Taf. 25 Fig. 80; Tafelerklärung pag. 167) angegeben wurden. SCHÜTT erklärt seine Abbildung in nachstehenden Worten: »Zurückziehung des Plasmakörpers aus den Hörnern der Membran. In der Mitte jedes Hornes hat eine Einstülpung den Plasmaschlauch dem centralen Plasmabalken genähert, vier schmale Plasmahörnerchen an der Cellulosewand zurücklassend.«

Eine derartige Erscheinung habe ich, wie bereits oben bemerkt, niemals beobachtet, und sie scheint mir nicht normal zu sein. Die Zurückziehung und Concentration erfolgt augenscheinlich auf Kosten der Flüssigkeit im Plasmaschlauch; diese sickert wohl durch das Plasma hindurch und tritt in die Höhlung der Cyste über. Es ist von Interesse, dass in dieser Höhlung zu gleicher Zeit kleine umhertanzende Körnchen auftreten; auf welche Weise diese, d. h. feste Theilchen, aus der Höhlung des Plasmaschlauchs in die der Cyste gelangen, kann ich nicht angeben.

Bei der ferneren Concentration tritt in der unmittelbaren Nachbarschaft des Kerns ein charakteristischer vacuolenartiger Einschluss auf (Fig. 11, 12 *Incl.*). Er ist meist bereits etwa 3 Stunden nach dem Austritt der  $C'_{16}$  (ich werde die Reihenfolge der Theilungen und der Bildung neuer Individuen innerhalb der Sichel durch Zahlen oben an dem Buchstaben  $C_{16}$  bezeichnen:  $C'_{16}$ ,  $C''_{16}$ ,  $C'''_{16}$  . . . .) aus der Muttercyste zu bemerken, allein sein Auftreten selbst habe ich nicht verfolgen können. Später, während der Theilung des Inhalts der Sichel, nimmt der erwähnte Einschluss allmählich an Umfang ab und scheint den Charakter eines Tropfens Flüssigkeit zu verlieren, indem er vielmehr die Gestalt eines Klümpchens annimmt. Eine wichtige Bedeutung kommt diesem Einschluss jedenfalls nicht zu, da er bei der Theilung des Plasmaschlauchs unverändert in eines der neuen Individuen übertritt und darauf auch in einer der  $C'_{16}$  constatirt wird; häufiger jedoch verschwindet er schon im Stadium  $C''_{16}$ .

Einige (4—5) Stunden nach dem Austritt aus der Muttercyste erreicht die Concentration des Protoplasmas in  $C_{16}^1$  ihr Ende (Fig. 12). Die Anordnung des Kerns und der größten Plasmaansammlung bleibt dabei wie vorher; in der übrigen Ausdehnung des Plasmaschlauchs nimmt die Dicke der plasmatischen Schicht und der Plasmastränge infolge der Concentration zu. Die stäbchenförmigen Chromatophoren, die früher einzeln in den langen plasmatischen Strängen zerstreut lagen, rücken nunmehr zusammen und beginnen zu verästelten Plättchen zu verschmelzen; die Enden des Plasmaschlauchs allein bestehen aus vollständig farblosem, durchsichtigem Plasma ganz ohne Chromatophoren.

Nachdem der Inhalt der Sichel eine solche Gestalt angenommen hat, schreitet er zur 1. Theilung, als deren erstes Merkmal das Auftreten einer seichten und schräg ringförmigen Furche etwa in der Mitte des länglichen Plasmaschlauchs angesehen werden darf; diese Furche ist auf der ventralen und dorsalen Seite stärker, während sie sich auf beiden lateralen Seiten verliert; sie nimmt allmählich an Tiefe zu und schnürt den Plasmaschlauch in zwei Theile ein; die Theilungsebene steht nicht senkrecht zur Längsachse des Plasmaschlauchs, sondern schneidet sie unter einem schiefen Winkel (Fig. 13); infolgedessen legen sich die Enden der beiden neuen Individuen schief über einander.

Nach dem Auftreten der Ringfurche gibt der Kern seine Ruhe auf und streckt sich in die Länge, seine Chromatinfäden lagern sich parallel zu einander, und er theilt sich ganz so, wie es für  $C_4$  und  $C_5$  beschrieben worden ist.

Der Plasmaschlauch von  $C_{16}^1$  theilt sich gewöhnlich in zwei Theile, von denen der eine etwas größer ist als der andre. Das Chromatin in den Kernen beider Sprösslinge tritt in Ruhe, d. h. in das Knäuelstadium ein; nach einiger Zeit streckt sich der Kern in dem größeren Sprössling wiederum in die Länge; es bildet sich eine Ringfurche um das Individuum, und es erfolgt eine Theilung, die zum Stadium  $C_{16}^3$  (Fig. 14) führt, d. h. zu einer Sichel mit 3 Sprösslingen. Hierauf theilt sich die kleinere Hälfte des ursprünglichen Plasmaschlauchs allein, und es entsteht das Stadium  $C_{16}^4$ . Um diese Zeit haben die Chromatophoren ein zartes Wandnetz aus verästelten Plättchen gebildet (Fig. 16); die Grenzen der Plättchen sind nicht zu unterscheiden, und die Getrenntheit der letzteren wird nur durch ihr Zusammenschrumpfen zu einzelnen gelben Klümpchen beim Absterben des Thieres bewiesen. Das Tanzen der Körnchen im Inneren

der stark reducirten Höhlungen der Theilungsproducte dauert an. Außerdem bemerkte ich an der Oberfläche der Individuen  $C_{16}^4$  (Fig. 17), nach außen von den Chromatophoren, ein äußerst zartes, fortwährend oscillirendes Geflecht äußerst dünner, farbloser, stark lichtbrechender Fädchen; diese bestehen aus rosenkranzförmig angeordneten Körnchen und scheinen an einigen Punkten gleichsam fixirt zu sein, wobei die Fadenstücke zwischen den Befestigungsstellen sich in zitternder und oscillirender Bewegung befinden; der Faden kann an einem dieser Punkte abreißen, sich an einer andern Stelle der Oberfläche wieder befestigen und von neuem zu oscilliren beginnen. Auf diese Weise verändern diese körnigen Fäden allmählich ihre Lage. Es ist schwer zu entscheiden, welchen Ursprung sie haben, und worin ihre Bedeutung besteht.

Unmittelbar nach dem Stadium  $C_{16}^4$  entstehen durch neue Theilungen die Cysten  $C_{16}^5$ ,  $C_{16}^6$  und schließlich  $C_{16}^8$ . Das letztere Stadium habe ich im ganzen nur 2 oder 3 Male, und zwar in Gestalt bereits ausgebildeter Gymnodinien angetroffen.

In solch regelmäßiger und gleichförmiger Weise verläuft jedoch die Theilung nur im allergünstigsten Falle; sehr häufig geht sie dagegen auf etwas andere Weise, oder aber sie gelangt nicht bis zu dem Stadium der 8 Gymnodinien.

Erstens theilt sich der Plasmasehlauch in jenen seltenen Fällen, wo aus der Muttercyste  $A$  nur 8, nicht aber 16 sichelförmige Cysten  $C_8^1$  gebildet werden, bei den letzteren in 2 vollkommen gleiche Hälften; in Übereinstimmung hiermit theilen sich später beide Sprösslinge gleichzeitig (Fig. 15), so dass sofort das Stadium  $C_8^4$  entsteht; das Stadium  $C_8^3$ , welches  $C_{16}^3$  (in den Sicheln mit ungleichen Producten der 1. Theilung) entspricht, fällt hier demnach aus.

Ebenso fallen offenbar die Stadien  $C_8^5$ ,  $C_8^7$  (und vielleicht auch  $C_8^6$ ) aus, und es entsteht sogleich  $C_8^8$ , eine sichelförmige Cyste mit 8 Sprösslingen. Vielleicht ist dies aber auch die ursprüngliche Erscheinung.

Zweitens haben wir es mit einer Erscheinung zu thun, welche das Verständnis des Entwicklungsgangs anfangs bedeutend erschwert und wahrscheinlich infolge des Lebens unter künstlichen Bedingungen eintritt: es ist dies die Hemmung der Theilung in den Sicheln in den Stadien  $C_{16}^6$ ,  $C_{16}^5$  . . . und sogar in  $C_{16}^4$ , sowie die vorzeitige Bildung von geißeltragenden Gymnodinien. Beim normalen Verlauf der Theilungen behalten die Theilungsproducte in den sichelförmigen Cysten bis zu  $C_{16}^8$  die Gestalt runder plasmatischer Körper, welche

noch keine Anzeichen der Organisation von Gymnodinien an den Tag legen; jedenfalls habe ich in den sichelförmigen Cysten niemals die Theilung der bereits ausgebildeten Gymnodinien gesehen. Sehr häufig erhalten jedoch die Theilungsproducte nach ein- oder mehrmaliger Theilung eine Längs- und eine Querfurche, bilden Geißeln und nehmen die Gestalt richtiger Gymnodinien an, wenngleich diese auch etwas größer sind, als in den Sieheln mit 8 Sprösslingen. Ist es einmal bis zu der Bildung von Gymnodinien gekommen, so bedeutet dies, dass die Theilung ein Ende erreicht hat, und dass keine weiteren Entwicklungsvorgänge mehr zu erwarten sind.

Derartige vorzeitig zur Bildung gelangte Gymnodinien erweisen sich jedoch als durchaus lebensfähig, und es gelang mir, sie mehrere Male 12 Tage lang am Leben zu behalten. Es fragt sich nur, ob man derartige Erscheinungen als normal ansehen kann, und ob sie auch unter natürlichen Bedingungen auftreten.

Ich vermute, dass die Hemmung in der Entwicklung ganz den künstlichen Bedingungen zuzuschreiben ist, worin sich die Cysten befinden; der Mangel an Sauerstoff, die geringe Quantität von Wasser, dessen beträchtlicher Temperaturwechsel — alles dieses kann die Entwicklung hemmen. Die für viele Fälle von Sporenbildung so überaus typische Zahl der Sporen, nämlich 8, das Auffinden sichelförmiger Cysten mit 8 Sprösslingen im Meere durch CLAPARÈDE & LACHMANN (8, pag. 72—73) sowie der Vergleich mit den weiter unten beschriebenen Gymnodinien, veranlassen mich andererseits dazu, gerade die letztere Zahl für das normale Verhalten anzusehen.

Den extremsten Fall von Entwicklungshemmung, nämlich die Bildung von nur einer großen Gymnodinie in der Siehel, hat auch SCHÜTT beobachtet, worauf vielleicht auch seine Erklärung vom Ursprung der sichelförmigen Cysten durch Encystirung der Individuen bei *G. lunula* zurückzuführen ist (31, pag. 4).

Eine solche Bildung von Gymnodinien im Stadium  $C_{16}^1$  ist in Taf. 1 Fig. 20 dargestellt; der Beginn dieses Processes, und zwar die Bildung der Querfurche, erinnert an den Beginn der Theilung und unterscheidet sich von dieser nur dadurch, dass sich über der Ringfurche ein ringförmiger Wulst erhebt, der hervorragende Rand der zukünftigen Querfurche (Fig. 18). Die Lage der Längsfurche habe ich nicht gesehen, sondern bei derartigen Individuen, gleich SCHÜTT, nur eine einzige Geißel, und zwar die Querfurchengeißel, beobachtet. (Bei der genannten Art ist es sehr leicht, die Längsfurchengeißel von der Querfurchengeißel schon durch die Art und Weise des

Schwingens zu unterscheiden: jene schwingt sehr rasch, während sich diese nur langsam wellenförmig hin und her biegt, wobei die Schwingungswellen von der Basis nach der Spitze der Geißel zu verlaufen.) Ich glaube sogar am Vorhandensein einer Längsfurche bei den Gymnodinien  $C_{16}^4$  zweifeln zu müssen; vielleicht wird eine solche bei einer so weitgehenden Entwicklungshemmung überhaupt nicht gebildet. Dies ist um so wahrscheinlicher, als SCHÜTT (31, Taf. 25 Fig. 80) eine solche Längsfurche ebenfalls nicht abbildet. In solchen Exemplaren beobachtet man klümpchenförmige Überreste des oben beschriebenen vacuolenartigen Einschlusses. Derartige extreme Fälle von Hemmungen in der Entwicklung werden nur selten beobachtet: ich selbst habe deren nur 3 zu Gesicht bekommen.

In den häufigsten Fällen bleibt die Entwicklung auf den Stadien  $C_{16}^3$ ,  $C_{16}^5$  und  $C_{16}^6$  stehen. Die Gymnodinien sind in solchen Sichel bereits ganz normal und unterscheiden sich von denen in  $C_{16}^8$  nur durch ihre bedeutendere Größe. Ihr Körper hat eine annähernd ovale Gestalt (Fig. 22), wobei seine Länge die Breite nur um ein wenig übertrifft. Die Windung der Querfurche ist unbedeutend und nähert sich einem Kreis; betrachtet man eine *G. lunula* von der Seite der Längsfurche aus, so schneidet das rechte Ende der Querfurche die Längsfurche höher als das linke. Am Anfang des rechten Endes der Querfurche nimmt die Querfurchengeißel ihren Ursprung; sie liegt niemals in der Querfurche, sondern ragt in die Höhlung der Cyste herein, wo denn auch ihre langsamen, wellenförmigen Bewegungen erfolgen. Die Längsfurchengeißel ist direct nach hinten gerichtet und entspringt hinter der Querfurchengeißel.

Innerhalb der Gymnodinien sind anfangs noch Überreste der Höhlung mit tanzenden Körnchen zu sehen; später hört die Bewegung der Körnchen auf, und die Höhlung verschwindet. Die Chromatophoren haben das Aussehen verästelter Plättchen. Der Kern befindet sich im Knäuelstadium. Zwischen den Gymnodinien besteht keine directe Verbindung, wie sie von POUCHET (21, pag. 44—45) angeblich beobachtet wurde, was ihn denn auch dazu veranlasste, die frei im Planeton herumschwimmenden Paare kleiner Gymnodinien mit den siehelförmigen Cysten in Verbindung zu bringen. Allein die Gymnodinien liegen in der Cyste, ohne im geringsten ihre Lage zu verändern, und indem sie sich gegenseitig berühren; nur durch das Eintreten ungünstiger Bedingungen, wie z. B. das Übertragen in Fixirmische, werden sie dazu veranlasst, ihre Lage

zu verändern: in solchen Fällen entfernen sich die Gymnodinien von einander und beginnen sich lebhaft in der Cyste umherzudrängen. Eine regelmäßige Lage der Gymnodinien in der Cyste, welche auf ihre Abstammung von zwei ursprünglichen Theilungsproducten hinweist, ist durchaus nicht so beständig anzutreffen, wie POUCHET (20) es angibt. Man kann dies aus Taf. 1 Fig. 22 und 23 ersehen: auf der ersteren haben die 3 Individuen eine ganz gleiche Lage, auf der 2. dagegen sind die 8 Individuen symmetrisch in 2 Gruppen zu je 4 Individuen geordnet.

Wie ich bereits bemerkt habe, blieben einige Cysten während 12 Tage am Leben, wobei die Bewegung der Geißeln die ganze Zeit über ununterbrochen andauerte. Sodann begann die Hülle der Sichel zu schrumpfen, sich zusammenzuziehen, ihre Conturen wurden undeutlich, und schließlich zerriss sie, während die Gymnodinien in das Wasser fielen. Allein noch bevor dies geschah, bildete sich um eine jede eine dünne membranöse Hülle. Diese neugebildeten einzelnen kleinen Cysten waren von regelmäßiger ovaler Gestalt, ohne Spuren einer Quersfurche; ihr Inhalt nahm infolge der Concentration des Protoplasmas mit Chromatophoren eine mehr intensiv gelbe Färbung an und zog sich von der Hülle zurück, wobei er um sich herum eine Höhlung mit tanzenden Körnchen zurückließ. An dem Körper des Thieres waren immer noch eine Längs- und eine Quersfurche zu unterscheiden, obgleich sie stark abgeflacht erschienen (Fig. 25). Im Innern solcher Cysten sind keine Geißeln enthalten; in der Höhlung zwischen den ovalen Cysten und der Wandung der zusammengeschrumpften Sichel sind dagegen stets einige Vacuolen oder Bläschen zu bemerken; letztere entstehen aus den Geißeln, welche von den Gymnodinien vor der Encystirung abgeworfen werden. Die Geißeln rollen sich nach einer ziemlich langen selbständigen Bewegung, wie schon von BÜTSCHLI (7) beschrieben, innerhalb der Cyste auf und verschmelzen eine jede zu einer kleinen Vacuole, welche noch ziemlich lange nachher erhalten bleibt.

In dem oben beschriebenen Zustande verblieben die Gymnodinien noch mehrere Tage; schließlich begannen sie anzuschwellen, die Chromatophoren schrumpften zu kleinen Klümpchen zusammen, der Kern nahm bedeutend an Volum zu, mit einem Wort: es trat der Tod ein.

Die ovalen kleinen Cysten kann man als »individuelle« bezeichnen im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Arten von

Cysten — den »Fortpflanzungscysten« oder »gemeinsamen Cysten«. Offenbar werden die individuellen Cysten erst bei dem Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen gebildet; in der Natur muss nach den sichelförmigen Cysten eine Periode des freibeweglichen Lebens eintreten, worauf die Bildung von geißeltragenden Gymnodinien innerhalb dieser Cysten hinweist. Die Bildung individueller Cysten wird auch bei vielen andern Peridineen häufig beobachtet.

In dem Entwicklungscyclus von *G. lunula* treten demnach Cysten von dreierlei Art auf: a) die große runde Muttercyste A, welche b) 16 sichelförmige Cysten entstehen lässt; eine jede der letzteren kann c) 8 ovale individuelle Cysten hervorbringen. Im allgemeinen verläuft die Entwicklung annähernd in folgenden Zeitintervallen: um 10 Uhr Morgens trifft man die Cysten A mit 2 (seltener mit 1) Kernen an; gegen 2 Uhr befinden sich in ihnen bereits 8 C<sub>16</sub>; um 4 Uhr platzt die Cyste A, und es treten 16 sichelförmige C<sub>16</sub> nach außen; gegen 4—6 Uhr Morgens des nächsten Tages enthält jede Siehel bereits 2 C<sub>16</sub><sup>2</sup>, um 10 Uhr Morgens dagegen 3 oder 4 Theilungsproducte. Die ferneren Termine für die Weiterentwicklung konnten nicht festgestellt werden. Unter natürlichen Bedingungen muss der Proceß augenscheinlich rascher verlaufen und bis zu der Bildung der C<sub>16</sub><sup>8</sup> nicht mehr als 1 Tag brauchen.

Das Endresultat der Entwicklung bilden die aus einer Muttercyste A hervorgehenden  $16 \times 8 = 128$  kleinen Gymnodinien.

Bis jetzt ist die Bildung vieler Sporen bei den Peridineen nur von SCHÜTT, welcher »Sporenhäufen« von 64 ovalen Sporen sah, deren Ursprung er jedoch nicht nachweisen konnte (31), und POUCHET (21, pag. 63—66) beobachtet worden. Letzterer Autor beschreibt die Bildung zahlreicher (die genaue Anzahl ist nicht angegeben) geißeltragender Gymnodinien bei dem parasitischen *G. pulvisculus*; diese Art vermehrt sich jedoch ohne die Bildung einer gemeinsamen Cyste, durch einfache fortgesetzte Zweitheilung. Der Beobachtung von POUCHET ist wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden, und zwar einerseits wahrscheinlich aus dem Grunde, weil sie eine aberrante, parasitische Species betrifft, andererseits aber deshalb, weil die Zugehörigkeit von *G. pulvisculus* zu den Peridineen noch nicht genau festgestellt ist: BARGONI, welcher diese Art nach POUCHET untersuchte, aber seine Arbeit nicht kannte, beschreibt die Species als *Salpicola amylicca* und stellt sie zu den Rhizopoda monothalamia. Allein BARGONI befindet sich im Irrthum, und POUCHET ist mit seiner Bestimmung unstreitig im Recht.

Im Entwicklungszyclus von *G. lunula* bleibt noch eine wichtige Lücke zwischen dem Stadium des kleinen geißeltragenden *Gymnodinium* und der großen, das letztere hundertfach an Umfang übertreffenden Cyste *A* bestehen. Welches sind nun die Vermuthungen, die in dieser Beziehung gehegt werden?

Bis zur neuesten Zeit war nur die ungeschlechtliche Vermehrung der Peridineen durch Theilung bekannt, obgleich alle Autoren einstimmig auch für diese Gruppe von Protozoen das Vorhandensein eines geschlechtlichen Aktes für nothwendig erkannten. Kürzlich gelang es ZEDERBAUER (36) bei der Süßwasserspecies *Ceratium hirundinella*, eine echte Copulation nachzuweisen; es copuliren die Plasmaschläuche zweier Individuen, nachdem sie sich zuvor vom Panzer zurückgezogen haben, worauf sie zu einer runden Zygospore verschmelzen. Von letzteren bemerkt der Autor nur, dass sie »vermuthlich zu den sogenannten Cysten werden« (36, pag. 8). Der ganze Process erinnert sehr an die Copulation bei vielen Conjugatae, besonders aber bei den Desmidiacea.

Ich vermute, dass wir es auch im gegebenen Fall nicht mit einer einfachen Theilung »im dauernden Ruhezustande« zu thun haben, sondern mit einer Theilung der Zygospore (der Cyste *A*), welcher ein geschlechtlicher Akt vorausgegangen ist.

Wahrscheinlich leben die kleinen Gymnodinien, die die sichelförmigen Cysten verlassen, eine Zeitlang frei, copuliren darauf und lassen eine große, runde Zygospore, die Cyste *A*, entstehen. Die Copulation erfolgt wahrscheinlich in der Nacht, indem ich am Morgen stets bereits fertige Cysten mit 1 oder 2 Kernen zu Gesicht bekam. Die fehlende Übereinstimmung in den Dimensionen der kleinen Gymnodinien und der riesigen Cyste *A* darf uns nicht stören, da das Wachsthum bei *G. lunula*, worauf bereits oben hingewiesen wurde, sehr rasch vor sich geht; außerdem wird der größte Theil der Cyste *A* nicht von Protoplasma, sondern von einer riesigen Höhlung oder Vaenole mit tanzenden Körnchen eingenommen.

Die Unmöglichkeit Plancton zu erhalten, welches Nachts erbeutet worden wäre, beraubte mich der Gelegenheit, die Lücke in dem Entwicklungszyclus von *G. lunula* auszufüllen; aus diesem Grunde bleiben die oben ausgesprochenen Vermuthungen rein hypothetischen Charakters.

Es erübrigt noch einige Worte über die verwandtschaftlichen Beziehungen von *G. lunula* zu sagen. In seiner Übersicht über »Die natürlichen Pflanzenfamilien« hält SCHÜTT (32, pag. 3) die

sichelförmige Cyste noch immer für eine selbständige Art und ein besonderes Individuum; er lässt diese Cysten *Pyrocystis noctiluca* Murray nahestehen und vereinigt sogar beide Species zur Gattung *Pyrocystis*, deren Diagnose lautet: »Zelle mit dünnem, der Membran anliegendem Plasmasclauch und großem Safttraum, nur zeitweilig Gymnodinienform annehmend«.

Die von mir angefundene kugelförmige Cyste *A* widerlegt zwar die spezifische Selbständigkeit der sichelförmigen Cysten, muss aber die beiden oben erwähnten Species einander noch näher bringen, indem diese Cysten *A* den *Pyrocystis*, welche ich in Neapel in Menge angetroffen habe, außerordentlich ähnlich sehen. Andererseits aber hat *P.* niemals ein Gymnodinienstadium, und wenn man bei ihr auch eine Theilung in 2 und sogar in 4 Sporoblasten beobachtet, so treten letztere später aus der Mutterhülle aus, indem sie eine eigene Hülle erhalten, und geben demnach in verkleinertem Maßstab eine genaue Copie des mütterlichen Organismus ab.

Auf jeden Fall bin ich gegen eine Ausscheidung von *G. lunula* aus der Gattung *Gymnodinium*; so lange die Entwicklung der Peridinea, speciell der Gymnodiniacea nicht vollständig untersucht ist, kann als einziger Maßstab bei der Vergleichung zwischen einzelnen Gattungen und Arten dieser Gruppe einzig und allein die freibewegliche geißeltragende Form dienen. Letztere zeigt bei *G. lunula* keinen wesentlichen Unterschied von den übrigen Arten der Gattung, zu welcher die von mir untersuchte Species aus diesem Grunde denn auch gestellt werden muss.

*Gymnodinium roseum* nov. sp.

Ende Mai, etwas später als *G. lunula*, kamen mir Cysten andrer Art zu Gesicht, welche ebenfalls zu den Peridineen gehörten, aber sich durch noch eigenthümlichere Merkmale auszeichneten. Im frühesten von mir beobachteten Stadium haben solche Cysten das Aussehen einer Kugel mit einem röthlichen, körnigen plasmatischen Inhalt, worin stets eine ziemlich geräumige Höhlung enthalten ist, und einer ziemlich dicken festen Membran. An einer Stelle der Kugel ist in der Hülle eine kleine runde Öffnung zu bemerken, durch welche ein ebenfalls rundes Plasmaklümpehen nach außen ausgestülpt wird (Taf. 2 Fig. 26). Dieses ist farblos, im Gegensatz zu dem röthlichen Plasma der Cyste selbst (welche wir als die Cyste *X* bezeichnen werden); man bemerkt darin zahlreiche kleine Körnehen und ein größeres, rundes, convex-concaves schalenförmiges Gebilde,

das sich bei genauerer Betrachtung als das Deckelchen der Öffnung in der Cyste *X* erweist; dieser Deckel wird demnach nicht abgeworfen, sondern tritt in das die Cyste verlassende Plasma über, wo er bis zum Schluss der Fortpflanzung nachgewiesen werden kann. Rings um die Öffnung in der Cyste *X* liegt ein Kranz von 15–30 großen ziegelrothen Klümpchen, die aller Wahrscheinlichkeit nach fettiger Natur sind.

Nach und nach beginnt das Protoplasma in immer größerer Menge aus der Cyste *X* herauszutreten, so dass sich der Inhalt der Cyste langsam von deren Hülle zurückzieht; dabei erweist es sich, dass der sich zusammenziehende Inhalt unter dieser Hülle noch von einer anderen, viel dünneren Hülle umgeben ist.

Infolge dieses Processes nimmt die plasmatische, sich aus der Cyste *X* vorstülpende Kugel immer mehr an Umfang zu und erreicht schließlich die Größe der Cyste *X* (Fig. 27): so entstehen zwei Kugeln, die sich an einer Stelle berühren. Bisweilen verliert jedoch die Cyste *X* ihre runde Gestalt, und die neue Kugel kommt, indem sie gegen die Cyste *X* einen Druck ausübt, in eine große Ausbuchtung, die sich in letzterer bildet, zu liegen (Fig. 29). Schon früh wird das sich vorstülpende und anfangs nackte Plasmaklümpchen mit einer dünnen Hülle umgeben, die denn auch die Hülle der Cyste 2. Ordnung darstellt (letztere bezeichnen wir auf Grund ihrer fast zweifellosen Homologie mit der Cyste *A* von *G. lunata* auch hier mit dem Buchstaben *A*). Die Thatsache, dass das Plasma zuerst nackt aus der Cyste *X* austritt, wird durch die Lage des Deckelchens innerhalb der sich vorstülpenden plasmatischen Kugel bewiesen; träte das Plasma aus, nachdem es sich mit einer Hülle umgeben hat, so würde das Deckelchen abgestoßen werden oder der Hülle von außen anhaften, nicht aber in die Plasmamasse hereingezogen werden.

Wenn der Austritt des Plasmas aus *X* noch nicht ganz beendet ist, die Cyste *A* jedoch bereits die Größe von *X* erreicht hat, so zieht sich der Inhalt von *A* von der Hülle zurück und bildet einen ovalen Plasmaschlauch mit innerer Höhlung (Fig. 27). Der Sack stellt mit dem Inhalt der Cyste *X* durch die oben erwähnte runde Öffnung in Verbindung; hieraus folgt, dass die Hülle der Cyste *A* hier noch nicht zur Bildung gelangt ist. Der Plasmaschlauch weist noch keine Anzeichen von einer Theilung auf, obgleich er schon mehrere (ich unterschied deren 4) hantelförmige Kerne enthält. Den Ursprung dieser Kerne habe ich nicht ermittelt. Es muss überhaupt

hervorgehoben werden, dass alle frühen Stadien in der Bildung der Sporblasten in der Cyste *A* nur mit großer Mühe verfolgt werden können, indem das Protoplasma um diese Zeit außerordentlich durchsichtig und farblos erscheint, während die bei der Untersuchung der Vermehrung als die wichtigsten Stützpunkte dienenden Kerne fast das gleiche Lichtbrechungsvermögen haben, wie das Plasma.

Der Kern ist längsfaserig, gleich den in der Theilung begriffenen Kernen von *G. lunula*; die Chromatinfäden sind außerordentlich dünn und zart. Die Kerne nehmen sammt dem sie umgebenden durchsichtigen Plasma eine größtenteils randständige Lage ein, während sich in der Mitte des Plasmaschlauchs eine geräumige Höhlung voll Flüssigkeit befindet (Fig. 28). In der äußern Schicht des Plasmaschlauchs liegen viele farblose, ziemlich stark lichtbrechende Körner oder Körperchen (Leucoplasten?).

Bald nach der Bildung des ovalen Plasmaschlauchs hört der Übertritt des Plasmas aus *X* in die Cyste *A* auf; in *X* bleibt hierauf immer noch ein ziemlich beträchtliches Klümpchen von Plasma zurück, das nicht zur Verwendung gekommen ist (Fig. 29). Dieses zeigt eine viel dunklere rosarothte Färbung, als dies beim Beginn des Austritts der Plasmamasse aus der Cyste *X* der Fall ist. Eine solche Verdichtung der Farbe liefert uns den Beweis dafür, dass die färbende Substanz bei ihrem Übertritt in die Cyste *A* nicht etwa (wie man dies hätte voraussetzen können) infolge irgend welcher chemischer Vorgänge farblos wird, sondern einfach in ihrem ganzen Bestande in *X* zurückbleibt, wobei sie die Intensität der Färbung des hier zurückbleibenden Plasmas erhöht; auch die ziegelrothen Klümpchen verbleiben in *X*.

Inzwischen beginnt der Plasmaschlauch der Cyste *A* sich zu theilen; hierauf weist das Auftreten einer den Schlauch quer umfassenden Ringfurche hin (Fig. 28).

Die Zahl der Kerne beträgt augenscheinlich 4, und alle zeigen eine hantelförmige Gestalt. Das Stadium der Theilung des Plasmaschlauchs in 2 Theile habe ich nicht bis zu Ende beobachtet (vielleicht habe ich es versäumt), dagegen später diesen Schlauch bereits in einem Stadium gesehen, wo er in 4 Sporblasten zerfallen war (Fig. 29). Diese sind oval und anfangs paarweise angeordnet, was für eine ursprüngliche Theilung des Plasmaschlauchs in 2 Theile (nicht aber sofort in 4, wie bei *G. lunula*) spricht. Späterhin erleidet diese Anordnung der Sporblasten eine Störung. Die Sporblasten füllen die Höhlung der Cyste *A* nicht vollständig

aus, sondern es bleiben in derselben noch viele freie Zwischenräume übrig.

In jedem Sporoblasten befinden sich 2 hantelförmige Kerne, welche ohne eine bestimmte Regelmäßigkeit angeordnet sind. Von großem Interesse ist das Verhalten der Kerne während der Theilung der Sporoblasten. Die Kerntheilung nimmt hier im Allgemeinen den gleichen Verlauf, wie bei *G. lunula*, allein zwischen den beiden auseinandertretenden Kernen bleibt noch lange Zeit hindurch eine Verbindung in Gestalt einer Brücke oder eines Strangs erhalten, die aus abgesondertem und etwas intensiver färbbarem Plasma besteht (Fig. 29). Die Tochterkerne können zu einer weiteren Theilung schreiten und eine hantelförmige Gestalt annehmen, während zwischen ihren einander zugewandten Polen immer noch eine Plasmabrücke bestehen bleibt. Auch bei der Theilung eines Sporoblasten in 2 neue Sporoblasten niederer Ordnung bleiben die Brücken zwischen den Kernen am längsten erhalten und verhindern ein endgültiges Auseinandertreten der Tochttersporoblasten; bisweilen beobachtete ich, wie 2 Sporoblasten sich bereits vollständig gesondert und eine ovale Gestalt angenommen hatten, wobei die einzige Verbindung zwischen ihnen aus einer Plasmabrücke bestand, welche zwischen einem der Kerne des 1. Sporoblasten und einem der Kerne des 2. ausgespannt ist (Fig. 29). Die bei einer derartigen Theilung der Kerne auftretenden Bilder erinnern sehr an ähnliche Vorgänge bei der Kerntheilung vieler Protozoen, besonders aber an die von NEMLOW (16, pag. 357—359, Fig. 4 u. 7) beschriebene Kerntheilung in den Epithelzellen der Harnblase von *Mus*.

Die 4 ersten ovalen Sporoblasten ergeben durch fernere Theilungen zuerst 8, sodann 16 mehr abgerundete Sporoblasten von bedeutend geringerer Größe. Die Theilung geht oft ungleichmäßig vor sich: während einer der Sporoblasten sich bereits getheilt hat, ist bei einem andern eben erst die Ringfurchung aufgetreten usw. Infolgedessen treten die 8 oder 16 Sporoblasten nicht gleichzeitig auf, sondern es ergibt sich eine Reihe von dazwischen liegenden Zahlen.

Die weitere Entwicklung verlief in den 3 besonders genau untersuchten Cysten nicht ganz gleichmäßig; dies beruht höchst wahrscheinlich darauf, dass ich die Entwicklung der einen Cyste die ganze Zeit hindurch in etwas comprimирtem Zustande unter dem Deckgläschen beobachtete, d. h. unter sehr anomalen Bedingungen; die Folge dieses Umstandes war eine Unregelmäßigkeit und Hemmung in der Entwicklung. Die beiden andern Cysten entwickelten

sich in kleinen, unter einer Glocke in kaltes Wasser gestellten Aquarien; bei ihnen ging die Entwicklung gleichförmig und viel regelmäßiger vor sich, als in dem ersteren Fall. Auf Grund der letzteren Beobachtungen kann man die obenerwähnten 16 Sporoblasten oder Tochtercysten den 16 sichelförmigen Cysten von *G. lunula* gleichstellen; ich werde sie daher ebenfalls als  $C_{16}$  bezeichnen. Der Unterschied zwischen beiden Species besteht darin, dass die Cyste *A* bei *G. roseum* nicht sofort nach der Bildung der  $C_{16}$  platzt, sondern noch einige Zeit hindurch erhalten bleibt, bisweilen bis zur Bildung der  $C_{16}^2$ , bisweilen aber sogar bis zu  $C_{16}^4$ ; hierauf platzen fast gleichzeitig die Cyste *A* und die Cysten  $C_{16}$ , während die kleinen Gymnodinien herauschwimmen und ihre letzte Theilung, welche  $C_{16}^8$  ergibt, bereits im freibeweglichen Zustand beendigen.

Jede Cyste  $C_{16}$  ist von einer dünnen, durchsichtigen Hülle umgeben (Fig. 31 u. 33); die Cyste hat eine fast kugelförmige, nur in der einen Richtung leicht ausgezogene Gestalt. An dem einen Pol der Cyste befindet sich eine asymmetrische Verdickung (Fig. 33) oder ein Vorsprung der Hülle, den man mit einem der Hörner der sichelförmigen Cysten von *G. lunula* vergleichen kann. Außerdem erheben sich an der Oberfläche der Cyste 2—4 hohle Vorsprünge, die das Aussehen sich unter der Hülle vordrängender Vaeuolen haben. In den Höhlungen der Vorsprünge sieht man kleine Körnchen oder ganze körnige Fäden sich umherbewegen, die schwer zu unterscheiden sind (Fig. 31). An einer der Cysten bemerkte ich, wie sich unmittelbar aus dem Vorsprung ein dünnes, körniges Fädchen nach außen streckte und schwache schwingende Bewegungen ausführte (Fig. 32); sein eines Ende vibrirte frei im Wasser, während das andre in dem Vorsprung verschwand. Seinem Aussehen und seinen Bewegungen nach hatte das Fädchen keine Ähnlichkeit mit einer echten Geißel. Nach einigen Minuten riss es dicht an seiner Basis ab, führte noch einige schwankende Bewegungen aus, wickelte sich sodann zu einem Knäuel auf und zerfloss, eine Erscheinung, welche an das Absterben der Geißeln erinnert. Nach anderthalb Stunden zeigte sich am selben Vorsprung ein neues körniges Fädchen, das nach wenigen Minuten ebenfalls abbriss. Die Bedeutung dieser Fäden bleibt unaufgeklärt.

Inzwischen zieht sich der plasmatische Inhalt in den  $C_{16}$  von der Hülle zurück, indem er an seiner Peripherie eine Höhlung zurücklässt, und die fernere Theilung wird fortgesetzt. Anfangs enthalten die  $C_{16}$  nur einen einzigen hantelförmigen Kern, dessen

Längsachse mit der der Cyste zusammenfällt. Dieser Kern theilt sich, und die Tochterkerne schreiten ihrerseits zur Theilung; ihre Theilungsebene steht jedoch senkrecht zur Ebene der vorhergehenden Theilung. Im Plasma gibt eine seichte Ringfurehe lange Zeit hindurch das einzige Merkmal für die vor sich gehende Theilung ab, und erst dann, wenn die Einschnürung der sich theilenden Tochterkerne stark ausgeprägt erscheint, wird der plasmatische Inhalt der Cyste durchschnürt, so dass wir das Stadium  $C_{16}^2$  (Fig. 32) erhalten. Die Längsachsen der hantelförmigen Kerne in beiden Theilungsproducten verlaufen einander parallel und liegen in ein und derselben Ebene; allein später werden beide Sporoblasten derart um  $90^\circ$  verlagert, dass die Längsachsen der Kerne sich unter einem rechten Winkel schneiden (Fig. 31); den Längsachsen der Kerne entsprechen auch die der ovalen Sporoblasten. Infolgedessen lagern sich nach der Theilung des plasmatischen Inhalts in 4 Sporoblasten  $C_{16}^4$  diese nicht in einer Ebene, sondern in Gestalt eines aus 4 Kugeln bestehenden Tetraeders; durch den Druck des Deckgläschens werden die Sporoblasten jedoch leicht aus ihrer Lage gerückt, und wir erblicken sie dann in einer Ebene angeordnet (Taf. 2 Fig. 33).

Die Theilung, aus welcher sich die  $C_{16}^4$  ergeben, verläuft in der gleichen Weise wie alle vorhergehenden, wobei zwischen den auseinander tretenden Tochterkernen stets die oben erwähnte Brücke zu beobachten ist. In einer der  $C_{16}^4$  kann man bisweilen noch das Deckelchen der Öffnung in der Cyste  $X$  nachweisen; es ist sehr merkwürdig, dass ein anscheinend so überflüssiger und sogar beschwerlicher Ballast so lange in dem Sporoblasten erhalten bleibt.

Schon im Stadium  $C_{16}^4$  (in einem Fall, bei verzögerter Entwicklung sogar in  $C_{16}^2$ ) beobachtete ich die Bildung schwingender Geißeln (Fig. 37), obgleich die Theilung noch nicht beendet war, und jeder Sporoblast einen hantelförmigen Kern enthielt. In diesem Stadium erfolgte, wenigstens bisweilen, das Zerreißen der Cyste  $A$  und der Austritt der Cysten  $C_{16}$  nach außen. Diese Tochtercysten platzen nach Verlauf eines mehr oder weniger beträchtlichen Zeitraums, bisweilen fast gleichzeitig mit  $A$ ; gleich nachher treten aus ihnen geißeltragende Gymnodinien  $C_{16}^4$  aus und beginnen sich lebhaft im Wasser herumzutummeln (Fig. 34). Die Stelle, wo die Geißel austritt, habe ich nicht feststellen können, indem die  $C_{16}^4$  sofort nach dem Auflegen des Deckgläschens ihre Geißel abwarfen und bisweilen sogar schon eine dünne Hülle, die »individuelle Cyste«, abgeschieden hatten.

Die Gymnodinien  $C_{16}^1$  theilen sich im frei beweglichen Zustand in die definitiven  $C_{16}^2$  (Fig. 35), deren Kern nicht mehr hautförmig, sondern rund ist (zum 1. Mal während der ganzen Fortpflanzung). An diesen kleinen Gymnodinien ist die Quersfurehe deutlich; die eine Körperhälfte (nach der einen Seite der Quersfurehe) ist voll dunkler Körnchen, die andre bedeutend heller. Eine Längsfurehe konnte ich nicht unterscheiden. Diese Gymnodinien bewegen sich lebhaft, augenscheinlich mit einer einzigen Geißel, im Wasser umher und bleiben lange Zeit hindurch am Leben: in den kleinen Aquarien erhielten sie sich 3 Tage. Ich habe sie aber während dieser Periode nicht aufmerksamer genug beobachtet und kann daher keine Angaben über die Veränderungen an ihnen machen; bei den weiter unten zu beschreibenden Arten hingegen erhalten sie eine Längsfurehe und werden so zu typischen Gymnodinien.

Nach 3 Tagen sanken die kleinen Gymnodinien auf den Boden und starben ab, indem sie sich mit concentrischen Schichten von Schleim umgaben, wie dies von andern Autoren für viele Gymnodinien beschrieben worden ist. Zwei oder drei Mal brachte ich Gymnodinien des Stadiums  $C_{16}^2$  von zwei verschiedenen Cysten  $A$  in einen Behälter zusammen, wobei ich erwartete, eine Copulation zu sehen, allein es erfolgte nichts Derartiges. Solche vereinzelte Versuche haben übrigens keinerlei Beweiskraft, und für zahlreichere Experimente besaß ich kein genügendes Material.

Bei der Fortpflanzung von *G. roseum* sind demnach die gleichen Stufen zu verzeichnen wie bei *lumula*: aus einer einzigen Cyste  $A$  entstehen durch ununterbrochene Theilung 128 kleine Gymnodinien oder, richtiger gesagt, Schwärmosporen, indem diese noch nicht alle Eigenthümlichkeiten des Baues der typischen Gymnodinien besitzen.

Außer den 3 Arten von Cysten, die wir bei *G. lumula* antreffen (der Cyste  $A$ , den Cysten  $C_{16}$  und den individuellen Cysten), finden wir bei *roseum* die große, kugelförmige, dickwandige Cyste  $X$ , aus welcher  $A$  durch eine kleine Öffnung nach außen tritt.

Von der Bedeutung dieser Cyste sowie von einigen andern Eigenthümlichkeiten in der Entwicklung wird weiter unten, nach Besprechung zweier andern, *G. roseum* nahe stehenden Species, die Rede sein.

*Gymnodinium affine* nov. sp.

Außer den Cysten von *G. roseum* kamen im Plancton, wenn auch viel seltener, sehr ähnlich aussehende Cysten eines andern

*Gymnodinium* vor. Sie waren annähernd von derselben Größe, besaßen die gleiche runde Öffnung und unterschieden sich nur durch die völlige Farblosigkeit des Inhalts der Cyste X. Diese Cysten entwickelten sich schwerer, so dass nur an einem Exemplar die Entwicklung ausführlich beobachtet werden konnte.

Ich weiß nicht, ob dies die Folge einer Unregelmäßigkeit in der Entwicklung war, allein hier bildeten sich in der Cyste A nicht 16 achtfache, sondern 32 vierfache Tochtereysten —  $C_{32}^4$ . In jeder von diesen lagen 2 in Theilung befindliche Sporoblasten mit hantelförmigen Kernen (Fig. 38). Jeder Sporoblast war, trotzdem die Theilung noch nicht ihr Ende erreicht hatte, bereits mit je einer Geißel (vielleicht sogar mit 2 Geißeln) versehen, die lebhaft hin und her schwingen. Die beiden länglichen Sporoblasten lagen (wie bei den  $C_{16}^4$  von *G. roseum*) kreuzweise übereinander unter einem Winkel von  $90^\circ$ . Es ist von Interesse, dass ich nach einiger Zeit an den Sporoblasten kaum sichtbare gelbliche Flecke und später sogar gleichsam ein zartes Netz von Chromatophoren beobachtete. Das Vorhandensein eines solchen Netzes kann ich nicht mit Bestimmtheit behaupten, indem diese Ersehnung nicht deutlich genug zu Tage trat, um jeden Zweifel auszuschließen. Die gelben Flecke waren sicher vorhanden.

Ein anderes Exemplar derselben Art lieferte einen guten Beweis dafür, wie weit die Bildung der Cysten bei den Gymnodinien variiren kann, und wie sehr letztere zur Abscheidung von Hüllen neigen. Bei diesem Individuum sah ich außer zahlreichen vierfachen kleinen Cysten  $C_{32}^4$  eine viel größere mit 8 großen Sporoblasten die Cyste A verlassen (Fig. 40); jeder Sporoblast musste sich, nach seinen Dimensionen zu urtheilen, noch zweimal theilen und eine Cyste  $C_{32}^4$  entstehen lassen. In der großen Cyste mit 8 Sporoblasten lagen zwischen den Sporoblasten an verschiedenen Stellen abgeworfene und aufgerollte Geißeln. Augenscheinlich waren nach der Viertheilung des Inhalts der Cyste A 3 der dabei entstandenen Sporoblasten zur Entwicklung gelangt, wie dies auch bei dem vorher besprochenen Exemplar der Fall war, indem ein jeder 8  $C^4$ , d. h. je 8 kleinen vierfachen Cysten (Fig. 38) den Ursprung gab. Der 4. Sporoblast, welcher das Deckelchen von der Öffnung der Cyste A enthielt, gerieth aus irgend welchem Grunde (vielleicht infolge der nahen Nachbarschaft und des Drucks der Cyste A, mit welcher er in Verbindung stand) in ungünstige Bedingungen, umgab sich mit einer eigenen Hülle und theilte sich weiter in 8 Tochttersporoblasten; diese

gingen, ohne vierfache kleine Cysten zu ergeben, zu Grunde. Derartige, oft durch völlig unerklärliche Ursachen hervorgerufene Variationen in der Entwicklung erschweren die Untersuchung außerordentlich.

Über die Bildung der Cysten mit 4 Sporen ging die Entwicklung bei *G. affine* nicht hinaus.

*Gymnodinium parasiticum* nov. sp.

Das dritte, den vorhergehenden sehr nahestehende *Gymnodinium* parasitirt in den Eiern eines Copepoden. Die Eier dieser Crustacee sind groß, durchsichtig und an einem großen, grell roth gefärbten Fetttropfen, der stets in ihnen vorhanden ist, leicht zu erkennen. Sie sind von 2 Hüllen umgeben (Fig. 42), einer dünnen, zarten, äußeren und einer mehr resistenten inneren; letztere, welche das Ei eng umschließt, ist von der äußeren durch eine geräumige Höhlung getrennt. Seine Lage in der äußeren Hülle bewahrt das Ei mit Hilfe einer besonderen Suspensionsvorrichtung (Fig. 42F). Die Eier, aus denen später nicht, wie gewöhnlich, ein Nauplius, sondern die Cyste eines parasitischen *Gymnodiniums* hervorgeht, unterscheiden sich von den normalen Eiern durch folgende Merkmale: 1) durch das Vorhandensein einer geräumigen Höhlung im Inhalt des Eies, und 2) dadurch, dass die äußere Hülle mit der inneren nicht nur durch den Suspensionsapparat, sondern auch durch einen stäbchenförmigen Apparat verbunden ist; letzterer spielt beim Austritt des sich encystirenden *Gymnodiniums* aus dem Ei eine wichtige Rolle. Der Procentsatz der inficirten Eier ist sehr gering, und auch von diesen geht ein großer Theil noch vor der definitiven Bildung der gymnodinialen Formen zu Grunde. Infolge aller dieser Umstände sind meine Beobachtungen über diese interessante Species sehr unvollständig ausgefallen. Es ist mir nur gelungen, Folgendes festzustellen.

In einer Zeit, wo in den normalen Eiern die Entwicklung ungehindert vor sich geht, und die Anlagen der Extremitäten des zukünftigen Nauplius bereits hervortreten beginnen, verbleiben die obenerwähnten Eier mit der inneren Höhlung unverändert in demselben Zustand. Nach einiger Zeit verlagert sich das Ei mit seiner inneren Hülle innerhalb der äußeren Hülle aus dem Centrum nach der Peripherie hin, und zwar stets in der Richtung nach dem oben erwähnten stäbchenförmigen Apparat. Wie aus Fig. 44 hervorgeht, besteht dieser aus mehreren Stücken: 1) aus dem abgerundeten

Köpfchen mit einer kleinen inneren Höhlung; 2) dem kurzen, ringförmigen Hals; 3) dem langen, stäbchenförmigen Körper, und 4) dem Endplättchen, das den Apparat an der inneren Eihülle befestigt. Indem nun der Körper dicker, aber auch entsprechend kürzer wird, zieht er das Ei näher an die äußere Hülle heran, bis es letztere berührt. Unmittelbar hierauf tritt da, wo beide Eihüllen sich berühren, die Cyste des parasitischen Gymnodiniums aus. Das weitere Schicksal des stäbchenförmigen Apparats ist mir unbekannt geblieben, jedoch scheint ein Theil davon zur Bildung eines Wulstes zu dienen, der eine in der äußeren und der inneren Hülle auftretende Öffnung umgibt.

Nachdem das Ei dicht an die äußere Hülle herangetreten ist, bemerkt man bald an der Berührungsstelle mit letzterer, wie durch die runde Öffnung ein kugelförmiges Plasmaklümpehen, das allmählich an Größe zunimmt, nach außen tritt; dieses Klümpehen ist dem ersten Stadium der Cyste *A* bei *G. roseum* homolog, das Ei selbst dagegen der Cyste *X*. Der weitere Verlauf ist genau der gleiche, wie bei *G. roseum*. Das austretende Plasmaklümpehen nimmt an Größe zu und umgibt sich mit einer Hülle, mit einem Wort, es kommt zur Bildung einer Cyste *A*; ein kleiner Theil des plasmatischen Inhalts bleibt zusammen mit dem rothen Fetttropfen im Ei zurück und nimmt nicht an der Bildung der Cyste *A* theil. In *A* bilden sich Sporoblasten, deren Theilungen schließlich kleine geißeltragende Schwärmsporen ergeben. Das fernere Schicksal der letzteren ließ sich hier weiter verfolgen als in den früheren Fällen.

Die Cysten mit den Sporoblasten wurden in kleinen Uhrgläschen aufgezogen, die keinerlei andre Gymnodinien enthielten. Die nach außen tretenden Schwärmsporen hatten anfangs das gleiche Aussehen wie bei *G. roseum*, d. h. sie stellten ovale, in der Mitte durch eine Querfurchung eingeschnürte, durchsichtige, farblose, mit Kern und Geißel versehene Körperchen dar. Allein einen Tag nach ihrem Austritt aus der Cyste *A* — ich habe dies 3 Mal, und zwar in 3 verschiedenen Uhrgläschen beobachtet — erschienen zwischen den zum Theil zu Grunde gegangenen Sporen typische, sehr kleine Gymnodinien (Fig. 45) mit Längs- und Querfurchung; in ihnen konnte man deutlich gelbliches Pigment wahrnehmen.

Zahl und Austrittsstelle der Geißeln ließ sich nicht feststellen, indem die Gymnodinien unter dem Deckglas sofort eine dünne Hülle abschieden und zu Grunde gingen. Alles, was ich bei nicht allzustarker Vergrößerung beobachtete, war, dass die Längsfurchengeißel

hinter dem Körper hervorragte. Die Gymnodinien bewegten sich, wie auch viele andre Peridineen, umher, indem sie sich um ihre Längsachse drehten.

Diese Gymnodinien stammen zweifellos von den oben beschriebenen Schwärmosporen ab. Sie können nicht zufällig hierher gerathen sein 1), weil bis zu der Bildung der Schwärmosporen keine fremden Gymnodinien in den Gläsern vorhanden waren; 2) weil wir es nicht mit einem einzelnen Fall zu thun haben; 3) weil in Dutzenden daneben stehender Gläsern, worin sich *G. lunula*, *roseum* und andere Peridineen entwickelten, nichts Derartiges passirte.

Es gehen hier demnach aus dem inficirten Crustaceenei echte Gymnodinien hervor.

Wir können nunmehr unsere Beobachtungen über die Entwicklung von *G. roseum*, *affine* und *parasiticum* ordnen und miteinander vergleichen; auch *G. lunula* kann hier mit herangezogen werden, dessen Entwicklung in vielen Beziehungen der der drei andern Arten nahe steht. Es treten hierbei mehrere Fragen auf.

Erstens, was stellt die Cyste X bei *G. roseum* und *affine* dar? Wir haben gesehen, dass eine solche Cyste bei *parasiticum* nicht auftritt; ihre Stelle nimmt hier die innere Eihülle ein, aus der die Cyste der Gymnodinien A unmittelbar austritt. Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, ob nicht die Cyste X bei *roseum* und *affine* ebenfalls die Hülle des Eies irgend eines Thieres darstellt, in dessen Eiern die erwähnten Gymnodinien parasitiren. Mir scheint diese Annahme wohl kaum einem Zweifel zu unterliegen. Dafür sprechen 1) der Entwicklungsgang von *G. parasiticum*; 2) zwei Fälle, wo ich das Heraustreten von einer Cyste A ähnlichen Peridineen-Cysten aus den stacheligen Kugeln, welche LOHMANN (Ergeb. Plankton-Exp. 4. Bd. N pag. 25) als Copepoden-Eier betrachtet, beobachtete; in diesen Cysten erfolgte genau dieselbe Theilung des Inhalts und Bildung von Sporoblasten, wie bei *G. roseum*; in diesen Fällen wird also die Cyste X durch die Eihülle ersetzt; 3) das Auffinden von Copepodeneiern im Plankton, die nach Größe und Aussehen sehr stark an die Cysten X von *G. affine* erinnern. Jene Eier unterscheiden sich nur dadurch von diesen Cysten, dass eine Höhlung im plasmatischen Inhalt und eine Öffnung mit Deckelchen fehlte, d. h. durch die gleichen Merkmale, welche die normalen Eier mit rothen Fetttropfen von den mit *G. parasiticum* inficirten Eiern trennen.

Es bleibt demnach nur die Entstehung der Cysten *X* bei *G. roseum* völlig unaufgeklärt, da ich im Plancton keine denselben ähnliche Eier gefunden habe; aus Analogie wird man jedoch vermuthen können, dass wir es auch hier mit der gleichen Erscheinung zu thun haben.

Die Cyste *X* repräsentirt also nicht eine eigene Hülle des Gymnodiniums, sondern nur die Hülle des Eies des Thieres, worin das Gymnodinium parasitirt. Für den Austritt des Gymnodiniums nach außen dient bei *G. roseum* und *affine*, wo das Ei nur mit einer einzigen Hülle umgeben ist, eine durch ein Deckelchen verschließbare Öffnung. Bei *G. parasiticum*, das in Eiern mit doppelter Hülle lebt, ist für den gleichen Zweck ein complicirter Apparat vorhanden. Ein Theil dieses Apparats, das Köpfchen, entspricht wahrscheinlich dem Deckelchen der beiden vorhergehenden Arten.

Die zweite Frage ist folgende: warum bleibt ein Theil des plasmatischen Inhalts der Cyste *X* (fahren wir fort, sie der Kürze halber so zu nennen) darin zurück, ohne bei der Bildung der Sporoblasten Verwendung zu finden? Diese Erscheinung wird leicht begreiflich, wenn man den parasitischen Charakter der Gymnodinien anerkennt. In *X* bleibt nämlich nicht ein Theil des Plasmas des Gymnodiniums selbst, sondern ein von letzterem nicht verbrauchter Theil des Wirthskörpers zurück.

Zu Gunsten dieser Auffassung spricht auch das beständige Zurückbleiben des rothen Fetttropfens im Inneren des Crustaceeneies. Beim Ausschlüpfen der Nauplii aus dem Ei wird der Fetttropfen in deren Körper mit nach außen gebracht, beim Austritt der Cyste von *G. parasiticum* aus dem Ei dagegen bleibt er mit einem Theil des Plasmas stets im Ei zurück und zersetzt sich später; den gleichen Charakter haben wahrscheinlich die ziegelrothen Tropfen in der Cyste *X* bei *G. roseum*.

In nahem Zusammenhang mit dem Vorangehenden steht die Frage, in welchem Zustande die Gymnodinien innerhalb der Eier des Wirthes sind. Allem Anschein nach zu dieser Zeit in einem amöboiden Stadium. Dass die Gymnodinien Pseudopodien bilden oder völlig die amöboide Form annehmen, wurde schon öfters beschrieben. ZACHARIAS (35, pag. 142—143) beschrieb die Aufnahme von Nahrung bei *G. palustre* Schill. mit Hilfe von Pseudopodien, die an der Kreuzung der Längs- und Querfurchen, d. h. wahrscheinlich aus der Geißelspalte hervortreten. Bei der von POUCHET (21,

pag. 63) als *G. pulvisculus* beschriebenen Species, die an Appendicularien, Salpen und andern Thieren des Planctons parasitirt, tritt ein Theil des Plasmas als dicker Strang unter der Hülle hervor, dringt in den Körper des Wirthes ein und verästelt sich darin dendritisch; dies enorme dendritische Pseudopodium dient offenbar dazu, die Nahrung auszusaugen.

SCHILLING (26, pag. 201) beschrieb *Gymnodinium hyalinum*, das beim Verschlingen von Chlamydomonaden seine Gestalt sowie die Geißeln ganz verliert, indem es sich in ein richtiges Amöboid verwandelt. Endlich beobachtete DANGEARD (9) die gleiche Erscheinung bei *G. vorticella*; hier umgibt sich das Thier bei der Defécation mit einer Cyste, und darin scheidet das von den »résidus de digestion« befreite Plasma eine 2. Hülle um sich ab.

Augenscheinlich befinden sich die von mir beschriebenen Gymnodinien in den Crustaceeneiern eben in Gestalt einer solchen amöboiden Form; bei der Sporulation treten sie aus den Eiern heraus, umgeben sich mit einer eigenen Hülle, und im Ei bleibt nur der von dem Parasiten nicht verbrauchte Theil der Eizelle zurück. Auffällig ist in dem gegebenen Fall nur der enge Zusammenhang zwischen dem Plasma des Parasiten und dem des Wirthes; zwischen dem Plasma, das die Cyste A erfüllt, und dem in der Cyste X zurückbleibenden besteht durchaus kein scharfer Unterschied. Ebenso ist es unmöglich, in X im 1. Stadium der Bildung von A festzustellen, wo das Plasma des Parasiten aufhört und das des Wirthes beginnt. Es ist jedoch entschieden viel richtiger, sich den Parasiten als ein Amöboid vorzustellen, als mit irgend einer bestimmten und unveränderlichen Körpergestalt. In letzterem Fall müsste der Parasit im Ei sichtbar sein, während das als unregelmäßiger Körper im umgebenden Plasma eingeschlossene Amöboid viel eher darin unbemerkt bleiben kann. Für unsere Auffassung spricht auch der Umstand, dass viele Gymnodinien bei der Nahrungsaufnahme eine amöboide Form annehmen; im Stadium einer solchen intensiven Ernährung befindet sich nun eben der Parasit im Ei.

Bis jetzt war unter den Peridineen nur eine einzige parasitische Species bekannt, nämlich *Gymnodinium pulvisculus*, das von POUCHET (21, pag. 63) entdeckt wurde; es ist dies ein Ectoparasit, der einen langen, verästelten, offenbar zum Aussaugen der Nahrung dienenden Fortsatz in den Körper des Wirthes eindringen lässt. Der aus dem Wirth hervorragende Körper von *pulvisculus* ist von einer Cellulosehülle umgeben, so dass in diesem Stadium der Name

*Gymnodinium* nicht zutrifft. Die Fortpflanzung erfolgt so, dass der Parasit, nachdem er sich von seinem plasmatischen Stiel abgelöst hat, den Wirth verlässt und als ovales, etwa 170—180  $\mu$  langes Körperchen frei umherschwimmt. Dieser ovale Schlauch lässt durch wiederholte Theilung viele (die genaue Zahl wurde nicht festgestellt) kleine Gymnodinien entstehen, welche den Zeichnungen nach den Schwärmosporen von *G. roseum*, *affine* und *parasiticum* außerordentlich ähnlich sehen. Diese Gymnodinien bleiben 1—2 Tage am Leben und gehen sodann zu Grunde<sup>1</sup>.

*G. pulvisculus* stimmt in der Bildung der kleinen Gymnodinien mit den von mir beschriebenen Species überein, unterscheidet sich jedoch dadurch, dass es bei ihm nicht zur Bildung einer gemeinsamen Cyste kommt: der ovale Sack erfährt eine Zweitheilung, und seine beiden Hälften treten auseinander; in der gleichen Weise geht die Theilung sodann weiter.

POUCHET fand bei *G. pulvisculus* nichts, was auf das Vorhandensein eines geschlechtlichen Aktes im Entwicklungscyclus hingewiesen hätte. Auch ich habe in dieser Beziehung keinen Erfolg gehabt, obgleich das Vorkommen einer Copulation oder irgend eines anderen geschlechtlichen Aktes vor der Bildung der Sporoblasten sehr wahrscheinlich ist.

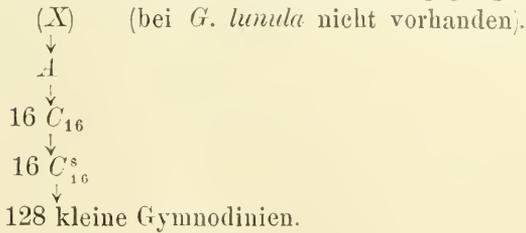
Noch eine andere Erscheinung bei der Entwicklung von *G. affine* und *parasiticum* verdient Beachtung, und zwar das Auftreten von gelbem Pigment in den Schwärmosporen und den aus ihnen entstehenden Gymnodinien. Weder im Inhalt der Cyste *A* noch in sämtlichen Stadien der Sporoblasten bis zur Bildung der  $C_{16}^4$  ist auch nur eine Spur von Pigment enthalten; woher kommt es nun in den Sporoblasten  $C_{16}^4$  und  $C_{16}^8$  zum Vorschein? Zur Beantwortung dieser Frage kann ich einstweilen nur die von SCHÜTT citirte Vermuthung SCHIMPER's anführen, wonach die Leucoplasten (d. h. die farblosen Plastiden, Stoffumsetzungsorgane) Pigment hervorbringen und sich in Chloroplasten verwandeln können.

<sup>1</sup> 1894, d. h. viel später als POUCHET, wenn auch ganz unabhängig davon, beschrieb BARGONI (Ricerca Lab. Anat. Roma Vol. 4 pag. 43—64 Taf. 3, 4) dasselbe Thier, dessen Organisation er jedoch in ganz anderer Weise deutete. Da er die Theilung nicht bis zu Ende verfolgte, so zog er es zu den *Gromia* nahestehenden Rhizopoden und nannte es *Salpicola amyloacea*. Die in vielen Punkten mit der Beschreibung meiner Species übereinstimmende Beschreibung von POUCHET widerlegt auf das Deutlichste die irrthümliche Auffassung von BARGONI.

Ferner muss die Auffindung mehrerer Cysten bei *G. affine* und *roseum*, die sich durch gewisse Eigenthümlichkeiten unterscheiden, hervorgehoben werden. In derartigen Cysten ist ein Theil des Plasmas der Cyste  $X$  in die sich bildende Cyste  $A$  übergetreten, während der übrige Theil sich bereits beträchtlich von der Wand von  $X$  zurückgezogen hat (Taf. 2 Fig. 41). Von Interesse ist der Umstand, dass in der Wand von  $X$  außer der gewöhnlichen runden Öffnung mit Deckelehen 1 oder 2 enge Kanäle zu bemerken waren; außen auf der Cyste befand sich über einem solchen Kanälchen ein kleines geschumpftes Klümpehen Plasma, von dem ein immer dünner werdender und schließlich in einen glänzenden Faden übergehender Fortsatz durch das Kanälchen in die Cyste verlief. Dieses Klümpehen hatte das Aussehen bereits abgestorbenen Plasmas; es stellte die in Zerfall begriffenen Überreste irgend eines Organismus oder eines Theiles davon dar. Das Gesamtbild erinnerte an den Austritt vieler Schwärmosporen aus den Cysten oder an das Heraus-treten von Amöboiden, ähnlich *Vampyrella*; wenn solche Schwärm-sporen beim Verlassen der Cyste zu Grunde gegangen wären, so müsste sich ein dem oben beschriebenen Verhalten ähnliches Bild ergeben haben. In unserem Fall wird man voraussetzen können, dass wir es mit den Überresten von Gymnodinien zu thun haben, die in das Ei eingedrungen sind. Für den Fall eines solchen Eindringens von zwei oder mehr Gymnodinien in das Ei konnte die voraussichtliche Copulation denn auch stattfinden, deren Product, die Zygote, in Gestalt der Cyste  $A$  das Ei verlässt.

Vergleicht man endlich die Entwicklung der 3 oben erwähnten parasitischen Species mit der Entwicklung von *G. lunula*, so kommt man zu der Überzeugung, dass sich alle 4 sehr nahe stehen. Der Unterschied zwischen ihnen besteht nur in der größeren Beständigkeit der Bildung und in der charakteristischen Sichelform der Cysten  $C_{16}$  bei *G. lunula*. Innerhalb der sichelförmigen Cysten geht die Entwicklung auch hier höchst unregelmäßig vor sich, indem sie von den äußeren Bedingungen außerordentlich abhängig ist. Bei den parasitischen Species erstreckt sich die Unbeständigkeit in der Bildung der Cysten auch auf die Cysten  $C_{16}$ : bisweilen kommt es zur regulären Bildung von 16  $C_{16}^8$  (die den sichelförmigen Cysten von *G. lunula* entsprechen), bisweilen zu einer solchen von 32 Cysten  $C_{3,27}^4$  während in anderen Fällen bereits im Stadium von 4 Sporblasten der eine sich absondert und in  $A$  eine besondere Cyste bildet (pag. 27), die übrigen dagegen die Cysten  $C_{16}^8$  ergeben.

Allein trotz aller Unterschiede, trotz aller Unbeständigkeiten bleibt für alle 4 Gymnodinien folgender Entwicklungsgang bestehen:



*Gymnodinium coeruleum* n. sp.

Taf. 2 Fig. 46 u. 47.

Diese sehr interessante Species fand ich in zwei Exemplaren, das eine Mal im Oberflächenplancton, das andere Mal in einer Tiefe von 50 Metern. Die Körperform ist annähernd oval, die Quersfurche umfasst den Körper in der Mitte und macht einen einfachen Schraubenengang. Die Längsfurche ist am hinteren Ende stark erweitert und bildet hier eine tiefe Ausbuchtung. Aus dieser Vertiefung ragt die Längsfurchegeißel hervor; eine Quersfurchegeißel habe ich nicht gesehen. Längs des ganzen Körpers ziehen sich parallel zu einander schmale Vertiefungen oder Rinnen hin, zwischen denen dünne Rippen hervorstehen. Zu beiden Seiten jeder Rippe liegen unter der Oberfläche des Körpers Reihen ovaler Plättchen von kornblumenblauer Farbe. Nach Aussehen und Lage entsprechen diese Plättchen den Chromatophoren der übrigen Peridineen. Beim Absterben des Thieres (was unter dem Deckgläschen schon nach etwa 5 Minuten erfolgt) verlieren die Plättchen rasch ihre Färbung und werden schließlich fast ganz farblos. Dabei ziehen sie sich (was wiederum charakteristisch für typische Chromatophoren ist) zu einem runden blauen Klümpchen zusammen.

Das Auffinden dieser blauen Chromatophoren ist nicht nur aus dem Grunde von Interesse, weil bisher bei den Peridineen nichts Derartiges beobachtet worden ist, sondern auch weil hier zum 1. Mal bei Pflanzen, zu denen die Peridineen von den meisten Autoren gerechnet werden, in typischen plasmatischen Gebilden die Gegenwart von blauem Pigment constatirt worden ist. Im Allgemeinen findet sich, soweit bis jetzt bekannt, der blaue Farbstoff bei den Pflanzen nur im Zellsaft, in den Vacuolen. Vor zwei Jahren fand MOLISCH (15) in Triest auf *Pinna nobilis* eine Diatomee, deren Körperenden himmelblau gefärbt waren; jedoch gelang es ihm nicht fest-

zustellen, in welchem Zustande sich das blaue Pigment in diesem Falle befand. Dieselbe Diatomee ist bereits viel früher von LANKESTER (13) beschrieben und *Navicula ostrearia* benannt worden. Nach der Meinung von LANKESTER trifft man das hellblaue Pigment, das »Marennin«, nicht in den Vacuolen, sondern im Plasma der obigen Diatomee an. Bei *G. coeruleum* lässt sich der blaue Farbstoff entschieden im Plasma des Thieres nachweisen, ja selbst in dessen Plastiden, nämlich in den Chromatophoren. Leider war es mir aus Mangel an Material nicht möglich, irgend welche Untersuchungen über das chemische Verhalten dieser Plättchen anzustellen.

Im hinteren Körperabschnitt liegt ein großer Kern mit mehreren größeren Binnenkörpern und feinfaserigen Chromatinelementen, die unregelmäßig miteinander verflochten sind. Im vorderen Abschnitt des Körpers befinden sich bei dem einen Exemplar 1, beim andern 2 gelblichgrüne große Klümpchen, die Nahrungsballen.

Es ist von Interesse, dass sich bei beiden Exemplaren vor dem Tode genau an der Kreuzungsstelle beider Furchen, d. h. da wo sich die Geißelspalte befindet, eine sehr große Vorstülpung mit einer trichterartigen Vertiefung in der Mitte bildete. Diese Vorstülpung stellt offenbar einen durch die Geißelspalte nach außen getretenen Theil des Protoplasmas dar. Ein derartiges Heraustreten eines beträchtlichen Plasmaklumpens zeigt, dass die Geißelspalte hier recht weit oder doch wenigstens dehbar ist; hierdurch wird uns wiederum das Vorhandensein großer Nahrungsballen im Innern von *G. coeruleum* wie auch anderer Gymnodinien begreiflich gemacht.

*Pouchetia armata* nov. sp.

Diese neue Art habe ich mehrere Male in sehr großer Anzahl im Oberflächenplancton angetroffen. Ihre hauptsächlichsten Merkmale bestehen in Folgendem. Die Längs- und Querfurche sind stark entwickelt. Letztere beschreibt  $1\frac{1}{2}$  Windungen um den Körper, wobei sie vorn rechts von der Längsfurche beginnt und wiederum in diese links, fast ganz hinten mündet. Die Längsfurche beschreibt eine starke S-förmige Krümmung; am hinteren Ende unterhalb der hinteren Erhöhung entspringt die Längsfurchengeißel (Fig. 48). Die Querfurchengeißel geht vom vorderen Ende der Querfurche aus und liegt ganz in dieser.

In dem nackten Körper des Thieres befinden sich folgende Einschlüsse: 1) ein großer langer Kern, mit dicken, parallel zur Längsachse angeordneten Chromatinfäden; er liegt asymmetrisch, näher

der einen Körperseite des Thieres als der andern; 2) das Stigma, bestehend aus einer wohlentwickelten keulenförmigen Linse (was die Einreihung dieses Thieres in die Gattung *Pouchetia* Schütt verlangt), welche ihrem geschichteten Bau nach an ein Stärkekorn erinnert, und einem Haufen schwarzen Pigments an deren Basis; das Stigma liegt ganz hinten; 3) Chromatophoren in Gestalt unregelmäßiger gelber Plättchen, die sich beim Absterben zu größeren oder kleineren Kügelchen zusammenziehen. In Zusammenhang mit den Chromatophoren stehen auch schwarze Körnchen, die in Längsreihen angeordnet sind, beim Schrumpfen der Chromatophoren diesen folgen und sich an der Peripherie der Chromatophorenkugeln lagern (Fig. 49). Die Farbe der schwarzen Körnchen ist genau die gleiche, wie beim Pigment des Stigmas. Es ist dies dasselbe Pigment, von welchem POUCHET bei *G. polyphemus* var. *magna* mittheilt: »Il semble parfois que le pigment noir avoisine d'une façon élective les gros grains de diatomine. C'est le même pigment mélanique qui forme l'amas choroidien.«

Der allerinteressanteste Einschluss besteht indessen 4) aus den Nesselkapseln; diese, deren Zahl 10 oder etwas mehr beträgt, liegen zwischen dem Kern und der Körperwand. Sämmtliche Kapseln convergiren mit ihren zugespitzten Enden gegen das Centrum. Ihr Bau ist annähernd derselbe wie bei *Polykrikos*, wo sie zum 1. Male von BÜTSCHLI beschrieben worden sind (5). Sie bestehen aus einem langen conischen Futteral, worin der spiralförmige Nesselfaden aufgewickelt liegt, und dem ringförmigen Hals, durch den sich die Kapsel während der Entladung umstülpt. Die aus den Kapseln hervorgeschleuderten Fäden sind sehr lang, zwei- oder dreimal länger als der Körper des Thieres. In Glycerin sind die Kapseln viel deutlicher zu sehen als in Damarlack.

Die gegebene Art erhält infolge des Vorhandenseins von Nesselkapseln eine gewisse Bedeutung. Einerseits steht sie durch den Bau des Stigmas, den Verlauf der Furchen, die Anwesenheit zerstreuten Melanins in unmittelbarem Zusammenhang mit *Pouchetia* und kommt auch vielen Vertretern von *Gymnodinium* nahe, d. h. sie ist den echten Diniferen verwandt. Andererseits wird sie durch ein so charakteristisches Merkmal, wie die Nesselkapseln, den Polydiniden genähert, als deren einziger Vertreter bis jetzt *Polykrikos auricularis* bekannt ist. Mit Hilfe der neuen Species wird demnach die Kluft zwischen den beiden Gruppen überbrückt. Die Feststellung einer solchen Brücke wird auch dadurch begünstigt, dass es

mir gelungen ist, ein Exemplar von *Polykrikos* mit 4 Querfurchen und nur 1 Kern aufzufinden; bis jetzt war eine solche solitäre einkernige Species noch nicht beobachtet worden. Es gibt demnach nicht nur unter den Diniferen Species, die den Übergang zu den Polydiniden bilden, sondern auch umgekehrt. Das Auffinden eines einkernigen *Polykrikos* erklärt einigermaßen die Entstehung der segmentirten Polydiniden aus typischen Gymnodiniaceen; es ist sehr wohl möglich — die Entwicklung dieser Organismen ist ja noch so wenig bekannt —, dass der Cyclus von *Polykrikos* nicht nur ein einkerniges Stadium, sondern auch ein Stadium enthält, das nur mit einer Querfurchen versehen ist.

### *Gymnodinium spirale* var. *obtusum*.

Diese Art ist bereits in genügender Weise beschrieben worden, und ich habe nur noch einige Worte über ihre Ernährung und die Theilung im freibeweglichen Zustand hinzuzufügen.

In Plankton werden ziemlich häufig Individuen angetroffen, die in einer dicken, ihnen aber nicht dicht anliegenden Gallerthülle eingeschlossen sind; diese Hülle ist so durchsichtig, dass man sie nur an den ihr anhaftenden Schmutztheilchen erkennen kann. Solche Exemplare sind dadurch ausgezeichnet, dass in ihrem Körper stets Klümpchen »Schmutz« enthalten sind, die aus verschiedenen organischen Überresten bestehen; es sind dies die Nahrungsballen. Entsprechend der Größe dieser Ballen bemerkt man am Körper des Thieres mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von der gewöhnlichen Form, wie sie in Taf. 2 Fig. 51 abgebildet ist.

Bisweilen ist der Ballen nur klein; in diesem Fall verbleibt er in der hinteren Körperhälfte des Thieres, dessen Gestalt sich in keiner Weise von der gewohnten unterscheidet. Wird der Ballen größer, so verbreitet er sich auch nach vorn und erfüllt bei seiner maximalen Entwicklung den gesammten Körper mit Ausnahme eines kleinen Bezirks am vorderen Ende (Fig. 52). Die erste Folge des Auswachsens des Ballens ist die Verlagerung des Kerns. Bei den gewöhnlichen, frei beweglichen Gymnodinien fällt die Längsachse des ovalen Kerns mit der des Körpers zusammen; in derselben Richtung verlaufen auch die Chromatinfäden. Bei Exemplaren mit großen Nahrungsballen wird der Kern so verlagert, dass seine Längsachse senkrecht zu der des Körpers gerichtet ist, und schließlich an das vorderste Ende des Körpers gedrängt, in den Bezirk des

Plasmas, der noch nicht von organischen Überresten erfüllt ist (Fig. 52). Außerdem dehnen die wachsenden Ballen die Körperwand aus, so dass die nächste Veränderung in der Gestalt des Thieres darin besteht, dass die Längsfurche, später auch die Quersfurche wegfällt: die Furchen gleichen sich aus und verschwinden endlich fast ganz (Fig. 52). In extremen Fällen stülpt der Ballen sogar die Körperwand stellenweise in Gestalt unregelmäßiger Vorsprünge vor (Fig. 52). Gleichzeitig mit den Furchen verschwinden die Geißeln, doch kann ich nicht sagen, wie das geschieht.

In den meisten Fällen tritt das Gymnodinium, nachdem es unter das Deckglas gebracht wurde, aus seiner Gallerthülle heraus und bewegt sich unregelmäßig stoßweise umher. Sodann zerreißt die Wandung der hinteren Körperhälfte an irgend einer Stelle, der Nahrungsballen tritt nach außen, das stark zusammengeshrumpfte Thier geht nach 2—3 Minuten zu Grunde und zerfällt. Dabei ist zu bemerken, dass 1) stets nur ein Nahrungsballen vorhanden ist (im Gegensatz zu den zahlreichen Ballen von *Polykrikos*), und 2) dass er von einer dünnen gelblichen, hier und da runzligen Hülle umgeben ist, die vom Thier selbst ausgeschieden wird. Bisweilen kann man im Ballen mehrere concentrische Schichten unterscheiden, jede mit eigener Hülle. Die Hülle gab keine Reaction auf Cellulose. In dem Ballen fand ich folgende organische Überreste: Panzer von Diatomeen (augenscheinlich von *Navicula*), Bruchstücke von Radiolarienskeletten, einachsige Nadeln unbekannter Herkunft, endlich einmal einen Haufen nicht ganz verdaute Diatomeen, die häufig im Plancton angetroffen werden und schleimige Massen bilden (Fig. 53).

Der oben beschriebene Austritt der Nahrungsballen kann nicht als normal gelten, indem darauf stets der Tod des Thieres folgte. Nur ein einziges Mal beobachtete ich einen etwas andern Vorgang. Das untersuchte Thier (Fig. 50) enthielt einen ziemlich großen Ballen, der jedoch nicht umfangreich genug war, um das Verschwinden der Furchen und Geißeln hervorzurufen. Die Längsfurche war vor ihrem Kreuzungspunkt mit der Quersfurche erweitert und bildete eine umfangreiche Vertiefung. Darin lag der eingezogene Theil der Längsfurchengeißel zusammengerollt, während das freie Ende der Geißel ausgestreckt war und Schwingungen ausführte. Derartige Vertiefungen der Längsfurche habe ich bei gewöhnlichen Individuen ohne Nahrungsballen nie gesehen. Die Quersfurchengeißel schlängelte sich in der Quersfurche.

Das Thier verließ seine Gallerthülle und bewegte sich langsam mit seinen Geißeln von der Stelle. Nachdem ich es einige Zeit hindurch nicht beachtet hatte und darauf wieder betrachtete, bemerkte ich, dass der Nahrungsballen bereits ausgeschieden war, d. h. dass die Defäcation sich vollzogen hatte. Es war weder ein Riss in der Körperwand, noch Spuren eines solchen (Narben) zu bemerken; das Thier hatte an Umfang etwas abgenommen, der Kern sich der Körpermitte genähert. Das Thier bewegte sich weiter und lebte noch lange Zeit nach der Defäcation, die hier demnach augenscheinlich normal verlaufen war. Offenbar dient für die Ausscheidung des Nahrungsballens hier, wie auch wohl in vielen andern Fällen, die sogenannte Geißelspalte.

Wir haben die Fähigkeit des Protoplasmas, sich an der Geißelspalte weit hervorzustülpen und nach außen zu wenden, bereits kennen gelernt (*G. coeruleum*, pag. 36). Ferner beschrieb DANGEARD (9, pag. 19) bei *vorticella* die Aufnahme von im Verhältnis zu dem (Umfang des Gymnodiniums sehr großen Monaden durch die Mund- »encoche«; allerdings erfolgt die Defäcation bei *vorticella* nach der Bildung der Cyste und dem Übergang in das amöboide Stadium. BERGH (1, pag. 254—255) beobachtete die Defäcation bei *spirale*, allein er beschreibt sie in ganz unbestimmter Weise; »nur einmal«, sagt er, »habe ich eine sehr deutliche Defäcation gesehen, indem aus dem Vorderende körnige Massen ausgestoßen wurden«.

Man wird demnach einstweilen feststellen können, 1) dass *G. spirale* sich wie ein Thier ernährt, 2) dass sowohl die Aufnahme der Nahrung, wie auch die Defäcation auf Grund aller Angaben durch die Geißelspalte vor sich geht, und 3) dass die Defäcation im freibeweglichen Zustand ohne den Verlust von Geißeln und ohne Übergang in den amöboiden Zustand erfolgen kann, wie dies bei dem von SCHILLING beschriebenen *G. hyalinum* und bei der oben erwähnten *vorticella* der Fall ist. Eine ähnliche Defäcation im freibeweglichen Zustand habe ich bei *Polykrikos* beobachtet; dieser, dessen animale Ernährungsweise schon von vielen Autoren beschrieben worden ist, enthält zahlreiche verschiedenfarbige Nahrungsballen. Ich setzte das Thier in reines Seewasser und beobachtete zweierlei: entweder wurden die Ballen im freibeweglichen Zustand ausgestoßen, wobei der Körper des Thieres ganz von ihnen befreit wurde, oder der Defäcation ging die Bildung einer freien, lockeren, gallertigen Hülle voran. In letzterem Fall drehte sich das Thier in dieser Hülle langsam um seine Längsachse, wobei es Nahrungsballen ausschied, die

in der Hülle verblieben. Ob die Ballen durch die Geißelspalte oder an einer beliebigen Stelle des Körpers nach außen traten, vermag ich nicht anzugeben.

Es muss überhaupt hervorgehoben werden, dass die animale Ernährungsweise bei den Peridineen höchstwahrscheinlich viel mehr verbreitet ist, als bisher angenommen wurde; nach einigen Angaben kommt sie auch bei den panzertragenden Species vor. Ich verfüge nur über wenige eigene Beobachtungen auf diesem Gebiet, allein ich stütze mich hierin außerdem auf die Arbeit von SCHÜTT (31). Dieser untersuchte in seiner ausgezeichneten, leider noch nicht beendeten Monographie die Organisation der Peridineen außerordentlich sorgfältig. Dabei erwähnt er jedoch der animalischen Ernährungsweise nicht und spricht sogar bei solchen Species, wie *G. spirale*, wo sie bereits früher beschrieben worden ist (BERGH 1, pag. 254—255), kein Wort von den Nahrungsbällen, indem er die plasmatischen Einschlüsse beschreibt. Sowohl bei *spirale*, als auch bei vielen andern Gymnodinien weist SCHÜTT jedoch in den Erklärungen der Tafeln auf die großen, unregelmäßigen Einschlüsse hin; er bezeichnet sie als »Klumpen« und »gelber Klumpen«. In Bezug auf einige Species, z. B. *spirale*, kann ich direct sagen, dass hier unter dem »Klumpen« ein wahrer Nahrungsballen zu verstehen ist; von andern, mir unbekanntem Species kann ich nicht mit Sicherheit das Gleiche behaupten, da die Abbildungen dieser »Klumpen« stark schematisirt sind (SCHÜTT, *Gymnodinium*, Fig. 64<sub>1</sub>, 76<sub>1</sub>, 83<sub>1</sub>, 84<sub>1</sub>, 86<sub>1</sub>; *Pouchetia*, Fig. 93<sub>3</sub>, 97<sub>1</sub>). Außer bei den nackten hat SCHÜTT jedoch auch bei vielen gepanzerten Peridineen »Klumpen« gefunden, nämlich bei *Dinophysis*, *Phalacroma*, *Oxytoxum*, *Blepharocysta* (Fig. 7<sub>1</sub>, 13<sub>1</sub>, 52<sub>1</sub>, 61<sub>1</sub> etc.). Er spricht sich nicht darüber aus, ob der Charakter dieser »Klumpen« derselbe ist, wie bei *Gymnodinium*. Zu Gunsten meiner Auffassung, dass nämlich diese »Klumpen« auch hier die Überreste unverdauter Nahrung darstellen, spricht auch die Beobachtung von SCHILLING (26, pag. 206—207) an *Glenodinium edax*: in dieser mit einer deutlichen Hülle umgebenen Species fand er häufig verschluckte Chlamydomonaden.

Wie dem nun auch sein möge, so ist doch jedenfalls wenigstens unter den Gymnodiniaceen die animale Ernährungsweise weit verbreitet.

Was die von mir bei *G. spirale* beobachtete Theilung im freibeweglichen Zustand betrifft, so verdient hier das Verhalten der Geißeln dabei Beachtung, wie ich es an einem der sich theilenden

Individuen festgestellt habe. Bis jetzt war das Schicksal der Geißeln bei der Theilung der Peridineen unaufgeklärt geblieben, und die Ansichten der Autoren gehen in diesem Punkt stark auseinander. So vermuthet PENARD (17, pag. 36) von *Ceratium*, dass die Geißeln während der Theilung verschwinden. BERGH (2, pag. 79) gibt einerseits die Möglichkeit der Rückbildung beider Geißeln des Mutterthieres zu und vermuthet andererseits, dass dem einen Tochterthiere beide Geißeln zukommen können, während sie sich bei dem andern neu bilden. BÜTSCHLI (6, pag. 984) setzt die Neubildung der Geißeln bei der Theilung voraus. LAUTERBORN endlich spricht über *Ceratium hirsutinella* folgende Vermuthungen aus: »wie sich die beiden Geißeln bei der Theilung verhalten, lässt sich — besonders bei der Querfurchengeißel — nur schwer genau ermitteln . . . . . Es scheint mir am wahrscheinlichsten, dass bei der Zelltheilung dem hinteren Individuum die ursprüngliche Längsfurchengeißel (vielleicht auch die Querfurchengeißel) verbleibt, während das vordere dieselben durch Neubildung ersetzt, (14, pag. 185).

Bei dem von mir beobachteten Exemplar (Fig. 54 u. 55) stellte ich mit voller Sicherheit fest, dass bis zum vollständigen Auseinandertreten der Tochterthiere beim hinteren nur eine Längsfurchengeißel vorhanden war, beim vorderen dagegen nur eine Querfurchengeißel. Die eine der beiden Geißeln jeder Tochterzelle stammt demnach von der Mutterzelle ab, während die andere durch Neubildung entsteht. Beide mütterlichen Geißeln sind während der ganzen Theilung in lebhaftem Schwingen begriffen, wodurch sie vielleicht das Auseinandertreten der Tochterzellen begünstigen. Die Theilung geht sehr rasch vor sich und nimmt nur 10 Minuten in Anspruch.

Es bleiben noch einige Worte über den Kern von *G. spirale* zu sagen. Was die Frage betrifft, ob der Kern der Peridineen eine Hülle hat oder nicht, so herrscht hier die gleiche Unbestimmtheit wie über das Schicksal der Geißeln bei der Theilung. Bei *G. spirale* (und ebenso bei *Pouchetia armata*) constatirte ich deutlich eine ziemlich dicke Kernmembran. Durch Druck auf das Deckglas kann man den Kern aus dem Thier heraustreten lassen; durch weiteren Druck werden alle Chromatinfäden des Kerns zerdrückt, die Membran löst sich ab, platzt schließlich an irgend einer Stelle, und der Inhalt des Kerns tritt als Brei aus der Öffnung in der geschrumpften Membran nach außen.

Was den Bau des Kerns betrifft, so möchte ich mich eher

SCHÜTT anschließen, der ihn als faserig oder sogar röhrenförmig ansieht. Einen wabenförmigen Bau, wie ihn BÜTSCHLI (7) von vielen Peridineen und LAUTERBORN (14) von *Ceratium hirundinella* beschreibt, habe ich weder bei *G. spirale* noch bei andern Gymnodiniaceen beobachtet. Die Chromatinelemente haben bei *G. spirale* das Aussehen langer, paralleler Fäden, die in der achromatischen Grundsubstanz liegen. Diese ist beim Auseinandertreten der sich theilenden Kerne da, wo die Brücke zwischen ihnen zerreißt, besonders deutlich.

## Erklärung der Abbildungen.

### Taf. 1.

Alle Abbildungen mit Ausnahme der Figg. 42, 43 (Oc. 4 Obj. REICHERT Nr. 3) und Fig. 45 (Oc. 4 Obj. SEIBERT, 4 mm) sind mit dem ABBESCHEN Zeichenapparat (Oc. 4 Obj. REICHERT Homog. Immersion  $\frac{1}{12}''$ ) angefertigt worden.

Fig. 1—25. *Gymnodinium lunula*.

Fig. 1. Einkernige Cyste *A*. s. Säulchen des sich von der Cystenwand zurückziehenden Protoplasmas. Vergr. 425.

Fig. 2. Cyste *A* mit 2 Kernen. Vergr. 425.

Fig. 3. Dasselbe; späteres Stadium der Theilung. *K* 2 hantelförmige Kerne. Vergr. 425.

Fig. 4. Cyste mit 4 Kernen; das Protoplasma ist noch ungetheilt. Vergr. 425.

Fig. 5. Cyste *A* mit 4  $C_4$  im Beginn der Zweitheilung. *K*, hantelförmiger Kern en face; *K'*, derselbe im Profil. Vergr. 425.

Fig. 1—5 sind nach einer achtfachen Cyste *A* gezeichnet, d. h. einer Cyste, die nicht 16  $C_{16}^8$  sondern 8  $C_8^8$  ergibt.

Fig. 6. Cyste *A* mit in 4 Theile getheiltem Inhalt, von oben gesehen. Jedes Stück enthält 2 Kerne. Vergr. 425.

Fig. 7. *a—d*. Verschiedene Stadien der Kerntheilung in den Cysten  $C_8$  innerhalb der Cyste *A*. Vergr. 560.

Fig. 8. Bildung der sichelförmigen Cysten  $C_{16}$  innerhalb der Cyste *A*, von der nur ein Teil zur Darstellung gelangt ist. *M* Hülle der Cyste *A*; *Str* plasmatische Wandstränge. Vergr. 560.

Fig. 9. Optischer Querschnitt durch eine in Theilung begriffene Cyste  $C_8$ , auf dem gleichen Stadium wie in Fig. 8. Der Schnitt verläuft in der Ebene des Kerns. *d* Dorsalseite; *v* Ventralseite. Vergr. 560.

Fig. 10. Eine sichelförmige Cyste  $C_{16}$ , sofort nach ihrem Austritt aus der Cyste *A*. Vergr. 560.

Fig. 11. Weitere Veränderungen an derselben sichelförmigen Cyste. *Incl.* vacuolenartiger Einschluss. Vergr. 560.

Fig. 12. Dasselbe; ein späteres Stadium. *Incl.* vacuolenartiger Einschluss. Vergr. 560.

Fig. 13. Zweitheilung des Plasmaschlauchs in  $C_{16}$ . Vergr. 560.

Fig. 14. Theilung des Plasmaschlauchs einer  $C_{16}$  in 3 Theile; in einem dieser Theile ein ruhender Kern. *G* Geißelförmige Fäden. Vergr. 560.

- Fig. 15. Theilung des Plasmasehlauchs einer  $C_{16}$  in 4 Theile. *Incl.* vacuolenartiger Einschluss. Vergr. 560.
- Fig. 16. Theil eines Netzwerks aus plättchenförmigen Chromatophoren, nach demselben Exemplar gezeichnet wie Fig. 15. Vergr. 560.
- Fig. 17. Dasselbe Exemplar; Netzwerk der rosenkranzförmigen körnigen Fäden, welche an seiner Oberfläche oscilliren. Vergr. 560.
- Fig. 18. Bildung eines einzigen großen Gymnodiniums in einer sichelförmigen Cyste; die Querfurche beginnt sich zu bilden. Vergr. 560.
- Fig. 19. Dasselbe; späteres Stadium. Vergr. 560.
- Fig. 20. Völlig ausgebildetes einziges Gymnodinium in einer sichelförmigen Cyste. Vergr. 560.
- Fig. 21. Sichelförmige Cyste mit 2 Gymnodinien. Vergr. 560.
- Fig. 22. Sichelförmige Cyste mit 3 Gymnodinien. Vergr. 560.
- Fig. 23. Sichelförmige Cyste mit 8 Gymnodinien. Vergr. 560.
- Fig. 24. Geschrunpftc sichelförmige Cyste mit 4 individuellen Cysten darin. Vergr. 560.
- Fig. 25. Einzelne individuelle Cyste; es sind Spuren der Längs- und Querfurche zu bemerken. Vergr. 560.

## Taf. 2.

Fig. 26—37. *Gymnodinium roseum*.

- Fig. 26. Cyste  $X$  mit Anlage der Cyste  $A$ ;  $D$  Deckelchen;  $Oe$  Öffnung der Cyste  $X$ ;  $Tr$  ziegelrothe Tropfen. Vergr. 425.
- Fig. 27. Cyste  $A$  mit 4 hantelförmigen Kernen, nach ihrem Austritt aus der Cyste  $X$ ;  $M$  Hülle der Cyste  $A$ . Vergr. 425.
- Fig. 28. Der Inhalt der Cyste  $A$  theilt sich in 2 Sporoblasten; die Kerne liegen in den wandständigen Plasmaanhäufungen. Die Cyste  $X$  hat sich zusammengezogen. Vergr. 425.
- Fig. 29. Cyste  $A$  mit 4 Sporoblasten. Vergr. 425.
- Fig. 30. Cyste  $A$  mit vielen Sporoblasten. Vergr. 425.
- Fig. 31. Cyste  $C_{16}$  mit 2 ovalen, unter einem Winkel von  $90^\circ$  zu einander liegenden Sporoblasten. Vergr. 850.
- Fig. 32. Dasselbe; von 2 Vorsprüngen der Hülle gehen die geißelförmigen körnigen Fäden aus. Vergr. 850.
- Fig. 33. Cyste  $C_{16}$  mit 4 Sporoblasten in Zweitheilung. Vergr. 850.
- Fig. 34. Sporoblast  $C_{16}^4$  in Zweitheilung begriffen. Vergr. 850.
- Fig. 35. Schwärmspore  $C_{16}^8$ . Vergr. 850.
- Fig. 36.  $a-b$ . Zwei fixirte Sporoblasten  $C_{16}^4$ ; ihre Kerne haben sich bereits getheilt. Vergr. 850.
- Fig. 37. Sporoblast, der infolge gehemmter Entwicklung vor der Zeit eine Geißel gebildet hat. Vergr. 850.

Fig. 38—41. *Gymnodinium affine*.

- Fig. 38. Vierfache kleine Cyste  $C_{32}^4$  mit 2 Sporoblasten in Theilung. Die Geißeln sind bereits gebildet. Vergr. 850.
- Fig. 39. Dasselbe. Vergr. 850.
- Fig. 40. Anomale Cyste  $C_4$  mit 8 Sporoblasten darin, von denen jeder eine vierfache kleine Cyste  $C_{32}^4$  ergeben muss.  $G$  abgestorbene aufgerollte Geißeln. Vergr. 425.

- Fig. 41. Cyste *X* mit der heraustretenden Cyste *A*. *Z* Spuren der in die Cyste eingedrungenen Gymnodinien? Vergr. 425.  
 Fig. 42—45. *Gymnodinium parasiticum*.
- Fig. 42. Crustaceenei, von einem *Gymnodinium* befallen. *F* Suspensionsfäden; *H* Höhle in dem Eiinhalt; *M* innere, *M*<sub>1</sub> äußere Hülle des Eies; *St* stäbchenförmiger Apparat; *Tr* rother Fetttropfen. Vergr. 50.
- Fig. 43. Crustaceenei, aus dem eine Cyste *A* heraustritt; *A* Cyste *A*. Vergr. 50.
- Fig. 44. Stäbchenförmiger Apparat. *K* Köpfchen; *H* Hals; *R* Körper; *E* Endplättchen. Vergr. 425.
- Fig. 45. *a—c*. Aus einer Cyste von *G. parasiticum* stammende Gymnodinien. Vergr. 500.
- Fig. 46—47. *Gymnodinium coeruleum*.
- Fig. 46. Lebendes Thier. *N* Nahrungsballen. Vergr. 425.
- Fig. 47. Dasselbe, fixirt. *N* Nahrungsballen; *K* Kern mit einigen Binnenkörpern. Vergr. 425.
- Fig. 48—49. *Pouchetia armata*.
- Fig. 48. Während des Lebens gezeichnetes Exemplar. *L* Linse; *Lf* Längsfurche; *Nk* Nesselkapsel; *P* Pigmentanhäufung; *Qf* Querfurche. Vergr. 850.
- Fig. 49. Geschrunpfte Chromatophoren mit anliegenden Körnern schwarzen Pigments. Vergr. 850.
- Fig. 50—56. *Gymnodinium spirale* var. *obtusum*.
- Fig. 50. Exemplar mit großem Nahrungsballen. Vergr. 425.
- Fig. 51. Dasselbe Exemplar nach der Defécation. Vergr. 425.
- Fig. 52. Exemplar mit ungeheurem Nahrungsballen, der sich hier und da durch die Körperwand vorstülpt. Vergr. 425.
- Fig. 53. Exemplar mit aufgenommenen Algen. Vergr. 425.
- Fig. 54. Theilung von *G. obtusum*. Vergr. 425.
- Fig. 55. Dasselbe; späteres Stadium. Vergr. 425.
- Fig. 56. Exemplar in Theilung, mit Sublimat fixirt; Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. Vergr. 425.

