Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Beiträge zur Kenntnis der Peridineen.

I. Zur Morphologie und Biologie von *Peridinium Borgei* LEMMERMANN.

Von

Géza Entz,

Zoologisches Laboratorium der Universität in Utrecht.

(Hierzu 33 Textfiguren und Tafel 16.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorbemerkungen	398
A. Formen und deren Bestandteile .	400
I. Bepanzerte Form .	400
Form und Größe .	400
Panzersubstanz. . . .	401
Plasma und Wachstum . .	405
Farbe und Chromatophoren .	407
Pusule	408
Roter Fleck .	408
Reservestoffe .	409
Geißeln	410
Kern, Nucleolen und Kernteilung .	411
II. Gymnodinienform .	412
III. Glenodinienform.	413
IV. Encystierte Form . .	413
V. Gloeo-Hypnodinienform .	414
B. Vorkommen und Fundstätte	416
C. Phänologie .	418
D. Biocönose	420
E. Biologischer respektive experimenteller Teil .	424
Benehmen im Dunkeln .	427
Benehmen im Lichte	429

Seite
Bahn der Bewegung 432
Vermehrung . 436
Panzerabwurf 437
Encystierung 441
Absterben . 441
Lebenscyclus . 444
Tabellen.
I. Tabelle der Bestandteile . . 402
II. Tabelle der Maße 415
III. Tabelle des Vorkommens 420
IV. Tabelle der Peridineen des Horthyteiches 422
V. Tabelle der Populationsglieder des Horthyteiches nach ihrer Zugehörigkeit in verschiedene Gewässerarten 424
VI. A. und B. Protistenpopulation des Horthyteiches 425
VII. Tabelle über das Benehmen und Veränderungen, welche an *Peridinium Borgei* im Dunkeln sich abspielen . . . 428
VIII. Benehmen *P. Borgei* gegenüber dem Lichte 430
IX. Depression und Absterben bei verschiedenen äußeren Bedingungen . 439
X. Benehmen in verschieden konzentrierten NaCl-Lösungen . . . 440
Literaturverzeichnis . . . 445
Tafelerklärung . 446

Vorbemerkungen.

Im Jahre 1908 erhielt ich von der ungarischen Akademie der Wissenschaften den Auftrag die Biologie der Peridineen Ungarns zu studieren. Ich begann 1909 meine Untersuchungen und ging auf Exkursionen mit Planktonnetz, Centrifuge, Mikroskop usw. ausgerüstet um an Ort und Stelle Aufzeichnungen machen zu können. Auch setzte ich an mehreren interessanten Gewässern (Balaton [Plattensee], Velencze-er-See, Palicser Teich [Natronteich des Alföld] Csorbaer See in der Tátra, Mezőzáher See in Siebenbürgen) Planktonnetze aus um die Periodizität durch wöchentliches Sammeln zu verfolgen. Wenn möglich — sah ich monatlich nach. Besonders eingehend verfolgte ich die Periodizität und Populationen der Gewässer der Umgebung von Budapest. Die Untersuchungen erstreckten sich von 1909—1919. Mit meiner Übersiedlung nach Utrecht wurden sie abgebrochen. Aus den Protokollen entstand eine Reihe Aufzeichnungen, welche manch biologisch interessante Tatsachen enthalten. Diese Beobachtungen, ergänzte ich mit Aufzeichnungen vom fixierten — z. T. geschnittenem — Material, wodurch auch morphologische Einzelheiten besser bekanntgemacht werden konnten.

Nachdem ich zur Publikation eines größeren Werkes vielleicht nie Gelegenheit haben werde, will ich die interessanteren Arten und die an ihnen gemachten Beobachtungen einzeln veröffentlichen. Einige aus diesen Untersuchungen entstandenen Mitteilungen sind schon erschienen, so:

1. Über mitotische Teilung von *Ceratium hirundinella*,
2. Over de groei van Peridineen (sehr kurze, vorläufige Mitteilung).
3. Über Cysten und Encystierung der Süßwasserceratien.
4. On Chain formation in *Ceratium hirundinella*.
5. On the catenation of the *Peridineae*.

so daß diese Publikation über *Peridinium Borgei* eigentlich die sechste aus dieser Reihe ist.

Bevor ich auf die spezielle Besprechung der Morphologie und Biologie von *P. Borgei* eingehe, muß ich bemerken, daß *P. Borgei* — wie die meisten Peridineen — in verschiedenen Formen erscheinen kann. Diese Formen von *P. Borgei* sind:

A. Freibewegliche Formen, mit Geißeln und zwar:
   1. die bepanzerte Form, also ein typisches *Peridinium*;
   2. die panzerlose Form ohne erkennbare Membran, ein *Gymnodinium*;
   3. panzerlose Form mit dünner, in Panzerplatten nicht deutlich aufgeteilter Membran, ein *Glenodinium*.

B. Formen ohne Geißeln, diese kann sein:
   a) Cyste ohne Gallerthülle;
   b) Cyste mit Gallerthülle, ohne oder mit Fremdkörperchen an der Oberfläche.

C. mit Hülle versehene, aber langsam am Grunde sich vorschiebende, geißellose Form, ein *Gloeodinium-Hypnodinium* ähnliche Form.

Zu diesen Formen kommen Teilungs- und Wachstumsstadien, welche z. T. an den gepanzerten, z. T. an den panzerlosen, z. T. aber an den Gloeohypnodinien-Formen sich beobachten lassen.

Die morphologischen und biologischen Eigenschaften all dieser Formen will ich z. T. einzeln, z. T. aber gemeinschaftlich besprechen.

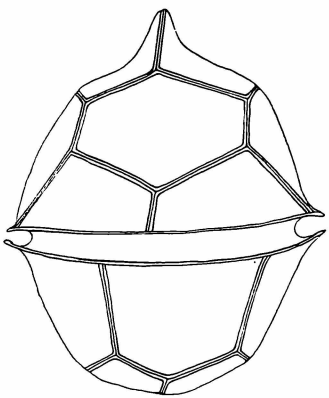
A. Formen und deren Bestandteile.

I. Bepanzerte Form.

Form und Größe.

LINDEMANN schreibt (22), daß *P. Borgei* eine kugelige und eine mehr elliptische Form hat. Die Richtigkeit dieser Behauptung beweisen auch die von mir beigelegten Textfig. 1 und 2, sowie die Maße.

Textfig. 1.



Textfig. 2

Textfig. 1. Ein im Dunkeln gehaltenes Exemplar von *P. Borgei* mit großer Pusule (in der Mitte), großen Vakuolen (= Safträume) radiär angeordnet, Chromatophoren (auch radiär), Stärke (wenig) im apikalen und viel im antapikalen Teil, ein Fremdkörper im Apex, Kern (rechts im Antapex). Umrißzeichnung, Plasma angedeutet.

Textfig. 2. Umrisse der Täfelung von *P. Borgei* von der dorsalen Seite, mit eng anschließenden Tafeln.

Peridinium Borgei	Länge μ	Breite μ	Dicke μ
aus Schweden (LINDEMANN)	45	45	—
„ „ „	40	54	—
„ Budapest (ENTZ)	36—44	26—40	26
„ Mezözáh (ENTZ)	36—60	36—60	—

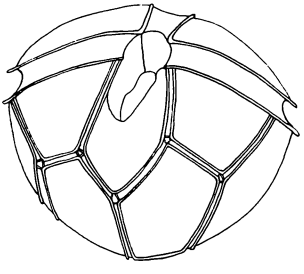
Wie aus dieser kleinen Tabelle ersichtlich ist, variieren die Maße unserer Art nicht beträchtlich.

Die allgemeine Form, sowie Plattenanordnung von *P. Borgei* hatte LEMMERMANN (21) und LINDEMANN (22) so eingehend beschrieben, daß ich nichts beizufügen habe. Bezüglich der Variabilität der Plattenanordnung kann ich auch auf LINDEMANN verweisen.

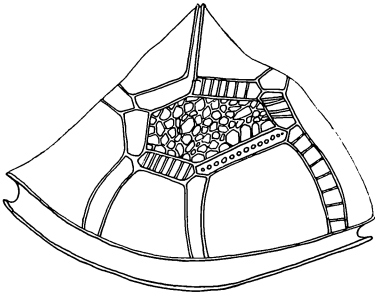
Der Panzer der typischen Form. Der Apicalteil (Epivalve) wird

durch 10 Platten gebildet; eine Apicalpore ist vorhanden. Die Platten sind — wie LINDEMANN (22, p. 379) mitteilt — 6 pr + 1 r + 2 vap + dap; der antapicale Teil (Hypovalve) besteht aus 7 Platten und zwar 5 pst + 2 at.

An den ganz jungen Formen schließen sich die Platten eng an, es sind keine Intercalarstreifen vorhanden (Textfig. 2), mit zunehmendem Alter erscheinen sie und können zu breiten Intercalarien auswachsen (Textfig. 3), welche an älteren Formen eine aus Querbalken bestehende Struktur haben können (Textfig. 4). An den Tafeln läßt sich eine Areolierung zumeist nur mit Immersion konstatieren; an älteren erscheinen diese etwas deutlicher (Textfig. 4). An Schnitten denke ich



Textfig. 3.



Textfig. 4.

Textfig. 3. Umrisse von *P. Borgei* schief von der Antapikalseite mit etwas voneinander gewichenen Platten.

Textfig. 4. Abgesprengter Apikalteil des Panzers, mit deutlicher Struktur, allein in der Dorsalplatte und Interkalarstreifen gezeichnet.

wahrgenommen zu haben, daß der Panzer aus zwei Lamellen besteht, zwischen welchen vertikale Bälkchen stehen, am distalen Ende in einem Knöpfchen endigend. Diese Knöpfchen sind miteinander an jungen Panzern mit feinen Fäden verbunden, wodurch die von der Oberfläche beobachtbare Areolierung entsteht. An „alten" Individuen werden aus diesen feinen Fäden dicke Leisten, wodurch die grobe Panzerstrucktur entsteht. Die Intercalarien können eine nur in der horizontalen Ebene liegende, aus Stäbchen bestehende Verdickung haben, welche an den Tafelspitzen zu je drei zusammenkommen und ein Dreieck bilden (Textfig. 4). An Längs- und Spiralfurchenplatten hatte ich keine Areolierung beobachtet.

Panzersubstanz.

Die Reaktionen (s. Tab. I) mit Chlorzinkjod (Violettfärbung) und Jod und Schwefelsäure (auch violett) sowie Doppelbrechung könnten

I. Tabellarische Übersicht des Verhaltens der einzelnen Lichte, behandelt mit Farbstoffen

	Panzer	Halbmonde	Kern	Chromatophoren	Reservestoffe
Polarisiertes Licht	leuchtet auf				leuchtet auf
Destilliertes Wasser (kalt)					
Donau-Wasser		quillt auf		die Farbe bleibt	
Salzwasser		quillt auf		Farbe wird grün	
Reines ± 80° C Wasser		erscheinen		Farbe wird grün	
1 proz. Methylenblaulösung in Wasser	färbt sich blau	färbt sich blau			
Wässeriges Hämatoxylin DELAFIELD	färbt sich		wird gefärbt	tief blau gefärbt	
Biondi-Ehrlich-Triacid			färbt sich grün		
Eisenhämatoxylin HEIDENHAIN	blauschwarz		tief blauschwarz	schwarz	
Alkohol 96 proz.				die Farbe wird ausgezogen	
Dämpfe von 1 proz. Osmiumsäure	bleibt farblos	bleiben farblos			schwarz
15 proz. Kalilauge	löst den Panzer	löst die Halbmonde auf			
Eau de Javel	löst den Panzer auf	löst die Halbmonde auf			
Essigsäure + konzentrierte Schwefelsäure	löst den Panzer nicht				
Chlorzinkjod	violett	farblos			blauschwarz
Jod + Schwefelsäure	violett (Tastbaumwolle blau)	?			

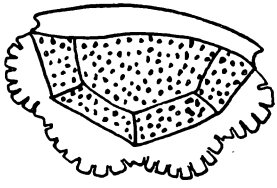
darauf hinweisen, daß im Panzer Cellulose vorhanden sein konnte; der Panzer wird aber auch von einer 1 proz., wäßrigen Methylenblaulösung, sowie von DELAFIELD's Hämatoxylin gefärbt. Der Panzer zerfällt mit Eau de Javelle behandelt in einzelne Tafeln und wird davon auch aufgelöst, wird von Essigsäure mit beigegebener kon-

Bestandteile der Zelle von *P. Borgei* in polarisiertem und einigen Reagenzien.

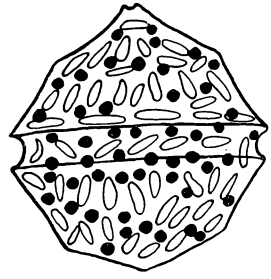
Plasma	Geißel	Pusule	Roter Fleck	Cystenmembran	Hypnodinium	Cysteninhalt
			leuchtet auf	leuchtet auf	die äußerste Schicht leuchtet auf	
tritt an der Längsfurche aus	wird abgeworfen					
quillt u. tritt an der Längsfurche aus	wird abgeworfen, quillt auf. Später bildet sie sich neu					
quillt ?	wird abgeworfen					
schrumpft nicht	wird abgeworfen					
färbt sich blau	färbt sich blau			färbt sich blau		färbt sich blau
wird gefärbt	?					
schwarzblau	?				dunkelblau	
schrumpft	wird abgeworfen	farblos	verschwindet			
grau	bleibt manchmal erhalten		grau	farblos		
wird gelöst	wird aufgelöst					
löst das Plasma auf	löst sich auf					
wird dunkelgrün						
gelbbraun	gelbbraun					
gelbbraun	gelbbraun					

zentrierter Schwefelsäure nicht aufgelöst. Diese Reaktionen resp. Verhalten weisen darauf hin, daß neben (oder statt?) der Cellulose Schleim im Panzer vorhanden ist und da von den Schleimen Pektinschleime sich mit Chlorzinkjod auch violett färben (Strassburger 31 p. 626), wahrscheinlich ein Pektinschleim. Am Panzer erscheinen

beim Absterben, bei Behandlung mit verdünnter Kalilauge, bei Übertragen in heißes (60—80°) Wasser eigentümliche „Halbmonde" (Textfig. 5), welche sich mit 1 proz. wäßriger Methylenblaulösung färben. Von einer 15—30 proz. Kalilaugelösung werden sie aufgelöst. Im Wasser quillen sie zu hohen Kappen auf. Ihre Oberfläche ist klebrig: es bleiben daran Fremdkörper heften. All dies weist darauf hin, daß diese Gebilde aus Schleim bestehen. An Längs- und Queransichten läßt es sich erkennen, daß dieser Schleim zwar an der ganzen Oberfläche der Platten erscheint, aber auch, daß über eine jede Platte eine separate Schleimkappe gebildet wird, welche aufquillend miteinander verfließen. Im Beginn sind sie — wie auch LINDEMANN (22 p. 338) hervorhebt — vertikal gestreift; sie erscheinen so, wie wenn eine jede Panzerplatte an ihrer Oberfläche zu Schleim wurde. Diese Schleimhüllenbildung vom Panzer von *P. Borgei* ist auch LEMMERMANN (21) bekannt gewesen, auch LINDEMANN hebt ihre große Dicke hervor. Oft werden auch die Ruhecysten von so einer Schleimhülle umgeben (Textfig. 22).



Textfig. 5.



Textfig. 6.

Textfig. 5. Abgesprengte dorsale Hypovalve mit Schleim„halbmonden". Panzerstruktur angedeutet.

Textfig. 6. Umrisse mit Chromatophoren und Fett (schwarz).

Wie bekannt, basierte SCHÜTT (28, 29) eine Theorie über extrakapsulares Plasma an mit Methylenblau sich färbende extramembranöse Gebilde gewisser Peridinien. In unserem Falle ist diese extramembranöse Substanz Schleim. Eine Schleimproduktion ist von verschiedenen Peridineen bekannt. SCHÜTT berichtet über ähnliches „extramembranöses Plasma" von einer marinen Art (*Protoceratium reticulatum*), aber auch von *Gonyaulax*-Arten der See ist es längst bekannt, daß sie gelegentlich sozusagen in Schleim sich encystieren, wodurch die s. n. Malattia die Mare oder Mare sporco der italienischen Fischer und Aka shiwo der Japaner entsteht (KOFOID 18).

Krause berichtet über einen Fall von Schleimfädenbildung an *Ceratium hirundinella* (19). Aber nicht nur die Schleimproduktion, auch daß die Membran mancher Peridineen aus Schleim besteht ist bekannt so: Cystenmembran von *Gymnodinium fuscum* und *G. aeruginosum* (Klebs 17 p. 391). An *Dinamoeba* lagert sich zwischen Cystenmembran und Cytoplasma Schleim (Pascher 24, p. 120), bei *Peridinium aciculiferum* ebenfalls (Lemmermann 21, p. 225); auch an *Ceratium hirundinella* und *C. h.* forma *forcoides* scheint zwischen Periplast und Cystenmembran eine schleimartige Substanz vorhanden zu sein (Entz 12, p. 155).

Wo und wie dieser Schleim entsteht kann ich nicht sicher angeben. Er kann von dem Plasma direkt gebildet werden, oder durch Verschleimung des Panzers entstehen. Ich denke, daß an *P. Borgei* der Schleim in der Membran vorhanden ist. Nach meiner Auffassung ist der Panzer von *P. Borgei* aus zwei Substanzen und zwar so aufgebaut, daß die eine — der Schleim — von der anderen Substanz von der Cellulose wie von Waben eingeschlossen wird. So einen „wabigen Bau" der Membran denke ich nicht nur an *P. Borgei*, sondern einmal auch an *Ceratium hirundinella* forma *reticulatum* — an Schnitten — konstatiert zu haben.

Daß aber die Schleimproduktion vom Plasma ausgeht, darauf weisen weiter die unten besprechenden s. u. Gloeo-Hypnodinien-Formen, welche an ihrer ganzen Oberfläche Schleim produzieren und zwar — ähnlich wie an *Dinamoeba* (Pascher 24) — zwischen dem Periplast und Protoplast.

In größerer Menge wird der Schleim in der Nähe des Kernes produziert; es scheint wie wenn der Kern auf die Schleimausscheidung einen Einfluß hätte.

Aus den bisherigen Untersuchungen scheint es wahrscheinlich zu sein, daß der Panzer von *P. Borgei* entweder aus Schleim (Pektinschleim) und Cellulose oder aber allein aus Schleim (dem widerspricht die Doppellichtbrechung) besteht und daß dieser Schleim auf gewisse Einwirkungen heraustreten kann. Auch sind einige Erscheinungen, welche darauf hinweisen, daß schleimartige Körper auch im Kern und Plasma vorhanden sind (diesbezüglich siehe noch weiter unten).

Plasma und Wachstum.

Am lebenden Organismus sind Kern, Pusule, Fremdkörper und Chromatophoren in das hyaline Plasma eingebettet, welches Granula von einem Bruchteil eines μ, bis 3—5 μ Größe enthält. Im

Absterben begriffene Exemplare haben oft ein rötliches Plasma; diese Farbe stammt wahrscheinlich aus der im Wasser sich lösenden Komponente des Chromatophorenfarbstoffes her. Unterhalb des Panzers ist eine feine, dünne Periplastschicht, dann folgt das in allgemeinem netzförmig angeordnete Plasma mit 3—5 μ großen Kügelchen (Textfig. 1), respektive — an Schnittpräparaten — Räumen ausgelöster Bestandteile. Im Plasma scheint Schleim vorhanden zu sein, wenn man dies aus gewissen Färbungen und Reaktionen (Tab. I) schließen darf. Mit DELAFIELD'S Hämatoxylin wird das Plasma stark gefärbt, mit BIONDI-EHRLICH Triacid Gemisch nimmt es eine grünblaue Farbe an; von einer 1 proz. wäßrigen Methylenblaulösung wird es dunkelblau; mit dem im Wasser löslichen Teil des Chromatophorenfarbstoffes wird es rötlich gefärbt; mit Eisessig und konzentrierter Schwefelsäure nimmt das Plasma eine grüne Farbe an; von einer 13—30 proz. Kalilauge wird es nicht aufgelöst, wohl mit stark verdünntem Eau de Javelle. Daß diese Färbungen und Reaktionen z. T. auf Vorhandensein von Schleim zurückzuführen sind, darauf weist nicht nur die Schleimproduktion beim Absterben (S. 441), sondern auch die Quellung der abgeworfenen und absterbenden Geißel, sowie auch die Quellung des ganzen Protoplasten beim Absterben vieler Peridineen. An *Ceratium hirundinella* wird das Plasma mit Methylenblau auch tief blau gefärbt sowohl in der beweglichen als der encystierten Form (ENTZ 12, p. 155), beim Absterben kann von der Längsfurche ein Plasmaschlauch heraustreten, welcher eine abgerundete Form annimmt und anwachsend endlich platzt (ENTZ 12 a, Taf. I Fig. 4); über einen Fall, bei dem *Ceratium hirundinella* mit Schleimfäden im Plankton verfilzt gewesen ist, hatte ich schon berichtet (KRAUSE 19). Von *Peridinium aciculiferum* hatte ich auch konstatiert, daß es beim Absterben sozusagen zu einer großen Schleimkugel aufschwillt (siehe auch LEMMERMANN).

Beim Eintrocknen schwillt *Gymnodinium Zachariasi* (10) zu einem viel größerem Körper an, als es ursprünglich gewesen ist und zwar dadurch, daß im Plasma eine sehr deutliche Wabenstruktur entsteht, und nicht nur das Plasma, aber auch die Chromatophoren und Chromosomen des Kernes vergrößern sich auf diese Art (ENTZ 10, p. 402).

Wachstum. Aus den angeführten Tatsachen erscheint es mir als sehr wahrscheinlich, daß schleimartige Substanzen im Plasma sehr verbreitet sind, welche vielleicht bei der Vergrößerung, im Streckungsstadium des Wachstums der Peridineen (und vielleicht

auch bei anderen Organismen) eine Rolle spielen. Ich will darauf hinweisen, daß eine Ähnlichkeit bei der Entstehung der *Tintinniden*-Gehäuse Struktur von *Cyttarocylis* (*Favella*) *Ehrenbergii* und dem Auswachsen der Hörner von *Ceratium hirundinella* besteht. An *Cyttarocylis* erscheinen in der ursprünglich hyalinen, homogenen Gehäusesubstanz kleine Kügelchen, welche sich dann vergrößern und dem Gehäuse den wabigen Bau verliehen (Entz 8). In der Hornanlage von *Ceratium hirundinella* erscheinen im hyalinen, homogenen Plasma auch kleine Kügelchen, welche sich vergrößernd einen wabigen, dann aber grobvakuoligem, safträumigem Bau dem Horn verliehen und durch die Vergrößerung dieser Safträume wächst die Hornanlage zum Horn aus. Bei der Encystierung ist gerade der entgegengesetzte Prozeß — nämlich Flüssigkeitsabgabe — vorhanden (Entz 11, 12, p. 158—161).

Diese schleimartigen Substanzen reagieren auf Veränderungen (Reize?) durch Flüssigkeitsaufnehmen, wodurch sie als Faktoren bei dem Mechanismus der Vergrößerung, also im Streckungsstadium des Zellwachstums, eine Rolle spielen. Wie sehr durch Flüssigkeitsentziehung — und entsprechend durch Aufnahme — der Protoplast von *P. Borgei* sich verändert, beweist die Tabelle der Masse der bepanzerten, panzerlosen Form, Gymno- und Hypnodinien sowie Cysten (Tab. II).

Farbe und Chromatophoren.

P. Borgei ist im Frühling und Sommer dunkler, bräunlichgelb, im Herbst heller und mit einem grünen Stich. Die Farbe kommt von den 3—3 μ langen, 0,5—1 μ breiten Chromatophoren her (Textfig. 1 u. 5). Ihre Zahl denke ich auf 50—100 annehmen zu dürfen, basiert auf den Vergleich der Größe und des Farbentones von *P Borgei* mit jenen von *Gymnodinium Zachariasi*. Die Farbe der Chromatophoren schlägt beim Absterben ins grüne um, wobei ein rötlicher Farbstoff austritt und das Plasma hellrötlich färbt. Durch Alkohol, Jodalkohol werden die Bestandteile des Chromatophorenfarbstoffes ausgezogen und es sammeln sich in letztem Falle im Plasma grüne Kügelchen an.

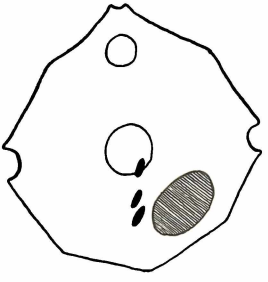
Die Chromatophoren lagern sich, wie dies an Schnitten ersichtlich ist, zumeist dicht unter dem Periplast, aber sie können ihre Anordnung und Lage in der Zelle verändern. Im Lichte sind sie dicht unter dem Periplast (in der Spiralfurche mit der Längsachse die Spiralfurche folgend (Textfig. 5)); im Dunkeln ziehen sie sich in tiefere Plasmaschichten zurück und ordnen sich in den radiären

Plasmasträngen auch radiär an (Textfig. 1). Ähnliche Anordnung der Chromatophoren fand ich in den Cysten von *Ceratium hirundinella* (12, p. 146), KLEBS berichtet, das auch die Chromatophoren von *Hypnodinium* radiär um den Kern angeordnet sind.

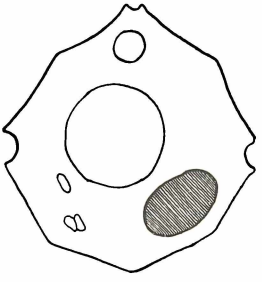
GEITLER hatte (13, p. 343—346) Pyrenoide von einigen Süßwasserperidineen beschrieben. Seine mitgeteilten Abbildungen erinnern stark an die Nacht- und Cystenstellung der Chromatophoren meiner Peridineen, doch hatte ich Pyrenoide nicht gefunden.

Pusule.

Die Pusule ist ungefähr in der Mitte des Organismus. Sie ist kugelrund, im Lichte 13 μ (Textfig. 7) im Durchmesser, nach 12—24stündlicher Haltung in der Dunkelheit vergrößerte sie sich bis auf 30—32 μ (Textfig. 1, 7, 8). Mit 1 proz. Osmiumsäure konnte ich



Textfig. 7.



Textfig. 8.

Textfig. 7. Umrisse mit Andeutung von Kern (schraffiert), Pusule (klein in der Mitte), roter Fleck (schwarz) und Fremdkörper (oben, *Chrysococcus*). Exemplar aus dem Lichte.

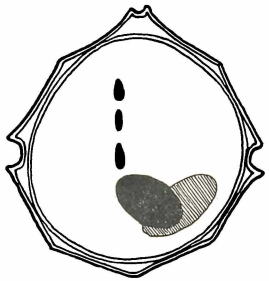
Textfig. 8. Umrisse mit Kern (schraffiert), rote Flecke (Umrisse), Pusule (groß in der Mitte), Fremdkörper (oben). Exemplar aus der Dunkelkultur.

mich von einer eventuellen Anwesenheit einer exkretorischen Plasmaschicht nicht überzeugen.

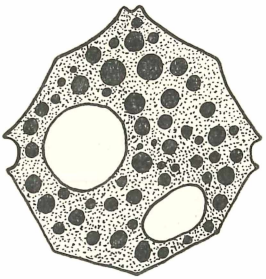
Roter Fleck.

Im Plasma von *P. Borgei* kann man gewöhnlich mehr minder rot- oder orangefarbige Flecke beobachten. Diese sind nach meinen Untersuchungen von verschiedener Herkunft. Ein roter Fleck kommt gewöhnlich im apikalen Teil vor. Er ist abgerundet, 3—4 μ im Durchmesser und stellt sich bei näherer Untersuchung als ein Fremdkörper und zwar als eine *Chrysomonadine* dar, mit Kern, Chromatophoren usw. Gewöhnlich ist es ein *Chrysococcus* (Textfig. 8). Außer diesem kommen im Plasma und zwar an sehr verschiedenen Plätzen

orangefarbige, oder rote Flecke vor, welche in verschiedener (1—5) Zahl vorhanden sein können. Ihre Größe variiert bei einer Länge von 3—6,5 μ, mit einer Breite von 1—2 μ. Sie können rund, elliptisch sein, auch können sie gebogene Lamellen darstellen. Gewöhnlich liegen sie im antapikalem Teil, oft an der Stelle wo die Geißel entspringt. Sie lassen sich auch in den Cysten (Textfig. 9), sowie Gymno- und Gloeo-Hymodinienform auffinden. In der Dunkelheit verschwanden sie auch nach 72 Stunden nicht. Mit 1 proz. Osmiumsäure konnte ich an ihnen



Textfig. 9.



Textfig. 10.

Textfig. 9. Umrisse der Cyste innerhalb des Panzers. In der Cyste Kern (schraffiert), rote Flecke (schwarz).

Textfig. 10. Umrisse eines mit Osmiumdämpfen behandelten Exemplares aus der Dunkelkultur. Plasma grau, mit viel Fett (schwarz), Kern und große Pusule.

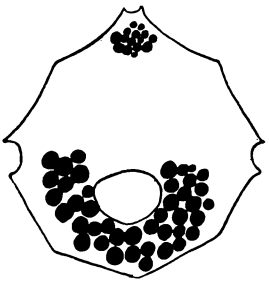
keine Schwärzung konstatieren. Mit Jodalkohol behandelt verschwanden sie. Ähnliche rote Gebilde, Flecke oder rote Tropfen kenne ich auch von *Ceratium hirundinella*, an welcher Art sie mit 96 proz. Alkohol behandelt, in einer halben Stunde verschwinden. Im polarisiertem Lichte leuchten sie bei *C. hirundinella* auf. Vielleicht ist der Farbstoff von vielen dieser Gebilde identisch mit den von mehreren Peridineen bekannten Farbstoff: Hämatochrom (vgl. Suchlandt 32, p. 245 und Entz 12, p. 147). Für Stigmata halte ich sie keinesfalls.

Reservestoffe.

Als Reservestoffe lassen sich im Plasma fette Öle (Textfig. 10), Stärkekörner, vielleicht auch Glycogen und Schleim konstatieren. Fett kommt im peripherischem Plasma in 0,5—2 μ großen Kügelchen vor, welche sich durch starke Lichtbrechung und Schwärzung mit 1 proz. Osmiumsäure unterscheiden lassen. Im Dunkeln gehalten verschwindet das Fett aus dem Plasma nach 72 Stunden. Amylum kommt in Form von 1—2 μ langen und 0,5—1 μ breiten Körnchen

vor. Es ist durch die doppelte Lichtbrechung sowie Jodreaktion gekennzeichnet.

Ihre Zahl ist groß; sie kommt nicht in Chromatophoren, sondern frei im Plasma vor (Pyrenoide habe ich nicht konstatiert). Stärke ist zumeist in der Hypovalve vorhanden, umgibt den Kern hier in Form einer (mit Jod blauen) Schale; in der Epivalve sind nur wenige Stärkekrer nachzuweisen (Textfig. 11). Nachdem mit Jodalkohol die ganze Umgebung des Kernes eine rotbraune Farbe annahm (das Plasma bleibt mit dem Kern gelbbraun) denke ich, daß in der Umgebung des Kernes Glycogen vorhanden ist. Außer der starken Färbung des Plasmas und Kernes mit einer 1 proz. wäßrigen Methylenblaulösung denke ich — sowie aus weiter unten mitzuteilenden Gründen — auf Vorhandensein von Schleim im Plasma und Kern schließen zu können.



Textfig. 11. Umrisse eines mit Jod behandelten Exemplars. Um den Kern viele große Stärkekörner (schwarz) im Apex kleine.

Geißeln.

Die Geißeln sind rund im Querschnitt, lassen sich im Leben gut beobachten, sind aber schwer zu fixieren (am besten noch mit Osmium- und Formoldämpfen). Die abgeworfenen Geißeln lassen sich mit verdünnter Methylenblaulösung färben. Wenn sie abgeworfen wurden, bewegten sie sich noch zuckend kurze Zeit lang, dann erschienen an ihnen Varikositäten, welche — eines nach dem anderen — aufplatzten. Die Färbbarkeit mit Methylenblau, das Entstehen der Varikositäten sowie ihr Aufplatzen deutet darauf hin, daß in der „Substanz" der Geißeln schleimartige Stoffe vorhanden sein müssen. Die Geißeln sind ungemein empfindlich, sie werden bei minimalsten Veränderungen der Zusammensetzung sowie Konzentration und Temperatur des Mediums abgeworfen, sie können geradezu als diesbezügliche Sinnesorgane aufgefaßt werden (vgl. OLTMANNS 23, ENTZ 9; ZIMMERMANN vermutet, daß die Geißel als eine Art Sinnesorgan funktioniert: HEIDENHAIN: Plasma und Zelle 1907, p. 275).

Den Zusammenhang von Geißeln, Basalkörperchen und Kern ähnlich der Cinetiden CHATTON's (2, p. 577—580) hatte ich nicht konstatiert, sowie auch kein „Motorium" wie es HALL (14) von *Ceratium hirundinelle* berichtet, trotzdem, daß ich einen Basalkorn

von *Gonyaulax* (9, p. 258, Taf. IX Fig. 5, 6) und das Motorium von *C. hirundinella,* sowie *Diplopsalis acuta* aus eigenem Befunde kenne (unpubliziert). Die Länge der Längsgeißel kann ungefähr 80 μ an einem 50 μ langen, 42 μ breiten und 38 μ dicken Exemplar sein. Die Länge der Spiralgeißel muß aber bedeutend größer sein, da diese in einer Cycloidalenspirale vom Ursprungspunkt bis zu diesem zurück sich um die ganze Peripherie in der Spiralfurche zu verfolgen ist, in Windungen, die ziemlich eng aufeinanderfolgen.[1])

Kern, Nucleolen und Kernteilung.

Der Kern der gepanzerten Form ist 16,9 μ lang, 13 μ breit. Er liegt in der Hypovalve von der Ventralseite (Textfig. 8, 11) betrachtet in der Mitte oder in der linken Hälfte. Er ist verschieden von Form: zumeist abgerundet, kann aber auch 4—5-eckig, ja sogar in Fortsätze ausgezogen sein — wie das an Schnitten zu sehen ist. Oft liegt neben dem Kern ein Fremdkörper, welcher in die „Ausbuchtung" gelagert zu sein scheint. Ein Parasit? — Mit Jodalkohol wird der Kern gelbbraun gefärbt, läßt sich mit Kernfarbstoffen leicht färben: Delafield's Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin mit Giemsa; mit Ehrlich-Bicondi's Triacid nimmt er eine grüne Farbe an, mit 1 proz. wäßrigen Methylenblaulösung wird es stark blau gefärbt, welche Angaben vielleicht darauf deuten, daß im Kern Schleim vorhanden ist.

Nucleoli lassen sich mit Delafield's Hämatoxylin leicht nachweisen. Ich fand

in 9 Fällen	1	Nucleolus
in 6 „	2	„
in 1 Falle	3	„

Die feinere Struktur des Kernes läßt sich auch im Leben mit Immersion leicht ermitteln. Ich hatte Kerne mit Wabenstruktur, mit hohlen Kügelchen (an Schnitten, gewiß Durchschnitte der Kernstäbenchromosomen), dann Teilspiremen mit Nucleolen, sowie auch in Querteilung befindliche lange Chromosomen und auch Chromo-

[1]) Wenn die Geißel die Spiralfurche ungewunden, also nicht spiral aufgerollt umgeben sollte, müßte sie 144 μ lang sein, in enge Spirale gewunden aber vielmehr, gegen 750 μ; doch kann es sein, daß die Spiraldrehung nicht an der ganzen Geißel zur selben Zeit vorhanden ist, nur ein Teil immer gedreht ist, welcher dann in Form einer Welle durch die Geißel geht. Ist dies der Fall, dann mag die Länge zwischen 144—750 μ etwa in der Mitte stehen. Jedenfalls ist aus diesen Überlegungen zu ersehen, daß die Länge der zwei Geißeln stark voneinander abweichen muß: die Spiralgeißel muß viel länger sein als die Längsgeißel es ist.

somendurchschnürungstadien gefunden. Längsspaltung der Chromosomen fand ich nicht.

In der *Gloeodinium*-Hypnodinien-Form fand ich auch Kernteilungsstadien, welche identisch mit den Teilungsstadien der gepanzerten Form zu sein scheinen, nur erscheinen ihre Kerne kleiner. Die Kernteilung erscheint mir mit der Kernteilung der von CHATTON mitgeteilten Abbildungen von *Blastodinium crassum* (1. Fig. 121 Taf. X) am meisten ähnlich zu sein.

Der Kern der Ruhecysten ist kleiner im Durchmesser 10,8 μ als der Kern der beweglichen Form 17×13 μ, er ist stärker färbbar. Ich hatte in den Cystenkernen an Totopräparaten Kügelchenstruktur aufgefunden (vgl. 14 HALL).

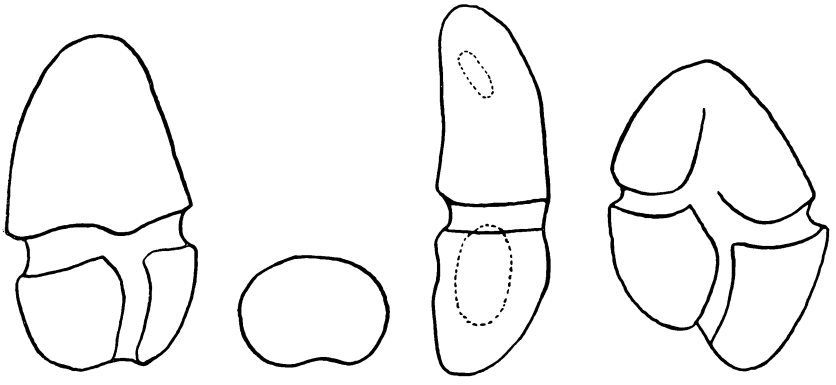
Ich muß ferner noch bemerken, daß in den *Gloeo*-Hypnodinien der Kern in der Richtung der Bewegung in einen Zipfel ausgezogen war und auch die Chromosomen hatten sich mit dieser Längsrichtung parallel gestellt (Taf. 16 Fig. 3—5).

	Länge μ	Breite μ	Dicke μ
Gymnodinium Zachariasi	40—48	30—32	15—16
„ *palustre*	45	38	—
„ von *P. Borgei*	34	12	12

II. *Gymnodinium*-Form (Textfig. 12—15).

Wie aus den Maßen zu ersehen ist, ist die *Gymnodinium*-Form länglich, erinnert in ihren Umrissen und Verhältnissen an *Gymnodinium palustre* SCHILLING und *Gymnodinium Zachariasi*, doch ist sie bedeutend kleiner (vgl. obige Tabelle), als letztere, nur in Form und Farbe übereinstimmend. Die Spiralfurche läuft fast horizontal ungefähr in der Mitte oder etwas darunter; sie ist beiläufig so breit wie die Längsfurche: 2—3 μ. Der Apicalteil ist abgerundet, sowie auch der Antapicale; bei der Längsfurche ist die antapicale Hälfte etwas eingekerbt. Der Querschnitt ist bohnenförmig (Textfig. 13), kann aber fast kreisrund sein. Geißeln wie an der bepanzerten Form. Im Plasma kann man die braunen Chromatophoren, gewöhnlich einen rötlichen Fremdkörper (im Apex), rote Flecke, den elliptischen Kern (im Antapex) sehen; Amylum und Fett wie in der bepanzerten Form, aber eine Pusule konnte ich nicht unterscheiden. Nachdem *P. Borgei* sich in *Gymnodinium*-Form teilt, kann man oft bizarre Teilungsformen mit einer Einkerbung und zwei Längsgeißeln beobachten

(Textfig. 15 u. 16). Die Längsfurche ist in diesem Falle schief auseinandergezogen, oder in zwei geteilt. Die Umhüllung ist eine äußerst dünne Kruste des Periplastes.



Textfig. 12. Textfig. 13. Textfig. 14. Textfig. 15.

Textfig. 12—14. Umrisse der *Gymnodinium*-Form.
Textfig. 12 von der Ventralseite,
Textfig. 13 vom Apex, Textfig. 14 von der linken Seite (Kern, Fremdkörper angedeutet).
Textfig. 15. *Gymnodinium*-Form in Teilung.

III. *Glenodinium*-Form.

Die *Glenodinium*-Form steht nach ihrer Entwicklung zwischen dem *Gymnodinium* und der bepanzerten Form. Sie entsteht aus der *Gymnodinium*-Form durch Neuentstehung (?) oder Verdickung (?) ihres (?) des (?) Periplastes. Ihre Membran ist infolgedessen bald mehr mit dem einer *Gymnodinium*-, bald aber der bepanzerten *Peridinium*-Form übereinstimmend. Zellbestandteile sind mit denen der *Gymnodinium*-Form identisch, sowohl in ihrer Zahl, wie auch Form und Größe (siehe Tabelle II).

IV. Encystierte Form (Fig. 9 u. Taf. 16, Fig. 7).

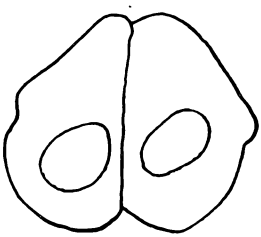
Die Cyste bildet sich innerhalb der Panzermembran, sie ist kugelrund von 18—48 μ (siehe Tabelle II) Durchmesser, mit einer 0,5 μ dicken Cellulosemembran. Diese Cellulosecyste kann noch durch eine Schleimhülle (Textfig. 22) umschlossen werden, in welcher sich Fremdkörperchen anhaften können. Die Dicke der Schleimhülle kann die Hälfte des Durchmessers der Cellulosecyste (10—13 μ) erreichen. Kerndurchmesser $7{,}2 \times 4{,}8$ μ.

Das Plasma der Cyste ist strahlig angeordnet, etwa so, wie an der Cyste von *Ceratium hirundinella* (Entz 12). Chromatophoren

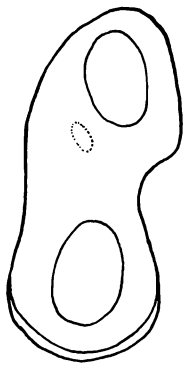
wie an der beweglichen Form, aber ebenfalls strahlig angeordnet. In der Cyste lassen sich Stärkekörner mit 1,2—2 μ Durchmesser in großer Zahl konstatieren, ferner „rote Flecke". Vom Vorhandensein des Fettes hatte ich mich nicht überzeugt, keine Reaktionen diesbezüglich gemacht. Geißeln und Pusulen fehlen.

V. *Gloeo*-Hypnodinien-Formen.

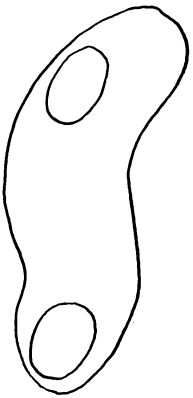
Die *Gloeo* Hypnodinien-Formen (Textfig, 17—21, Taf. 16 Fig, 1—5) sind längliche, bald gerade, bald aber etwas gebogen, bohnenförmig, oder schwach sigmoidal. Ihre Maße sind in der Tabelle zusammen-



Textfig. 16.



Textfig. 17.



Textfig. 18.

Textfig.19.

Textfig. 20.

Textfig. 16. *Gymnodinium*-Form in Teilung mit angedeuteten Kernen.

Textfig. 17—21. *Gloeo-Hypnodinium*-Stadien.
Fig. 17 mit zwei Kernen und einer Membran, Fig. 18 sigmoidal gekrümmte Form mit 2 Kernen, Fig. 19 Form mit einem Kern, Fremdkörper (vorn), 2 Membranen, Fig. 20 mit einem Kern, Fremdkörper (vorn) und 7—8 Membranen. Fig. 21 mit einem Kern, Fremdkörper (vorn) und 5—6 Membranen und aufgesprengtem und verlassenem Panzer.

Fextfig. 21.

Tabelle II.

Maße von *P. Borgei* in den verschiedenen Lebensformen.

	Länge					Breite					Dicke					Multiple von Länge, Breite, Dicke		Maxima + Minima Multiple dividiert mit 2 =	
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	Max.	Min.	Durchschnitt	
Bepanzerte Form	56	36	44			42	26	44			38	26				85 376	24 336	54 856	56 : 23 = 2·3
Cyste		48	32	34	26	43	48	32	34	18	43	48	32	34	18	99 766	8 424	66 267	66 : 23 = 2·8
Gymnodinium	57	34				27	12				27	12				41 553	4 896	23 224	
Gloeo-Hypnodinium	60	60	60	50	55	30	30	30	26	20	30	20				27 000	20 000	23 500	

gestellt. Aus ungeteilten Entstehende sind kurz und kaum gebogen, aus sich teilenden Entstandene länger und stärker gebogen. Die Kernzahl 1—2, hängt auch mit ihrer Entstehung resp. der Teilung zusammen. Roter Fleck (Textfig. 17—21) (Fremdkörper) ist oft vorhanden. Geißeln und Pusulen fehlen, Chromatophoren und andere Einschlüsse wie an Gymnodinien. Der Körper ist von dünnem Periplast umschlossen; öfters ist am ursprünglichen Antapicalteil eine Periplastwiederholung, hierüber weiter unten.

Maße von *Gloeo*-Hypnodinien.

	Länge		Breite		Dicke	
Ungeteilte Form mit einem Kern	30	33	9·8	15·6	9·8	15·6
Geteilte Form mit zwei Kernen	36		9.8		9·8	

Wenn wir die Maße der verschiedenen Lebensformen von *P. Borgei* — wie in der beigelegten Tabelle II angegeben wird — miteinander in Verhältnis stellen, können wir konstatieren, daß die bepanzerte Form groß ist, mit welcher verglichen die Cysten, Gymno- und Hypnodinien klein sind. Dies ist besonders an den aus dem Durchschnitt der maximalen und minimalen Maßmultipla deutlich abzulesen. Die Ursache dieser Erscheinung — in der Volumdifferenz der bepanzerten Form einerseits, Cyste, Gymnodinien und *Gloeo*-Hypnodinien andererseits — ist gewiß in der Flüssigkeitsabgabe zu suchen. Durch diese wird der Plasmaleib kleiner, die bis dahin gelösten Reservestoffe aber werden in geformte Stärke überführt, was durch die starke Doppelbrechung und Bläuung mit Jod verraten wird. Interessant sind in dieser

Hinsicht die *Gloeo*-Hypnodinien-Formen. Täglich wird an ihnen eine gewisse Menge von Flüssigkeit abgegeben so daß *Gloeo-Hypnodinium* täglich um ein gewisses Volum kleiner wird. Die Menge der auf diese Weise abgegebenen Flüssigkeiten läßt sich aus den nacheinander abgeschiedenen Hüllen beiläufig auch ablesen und kann, nachdem das *Gloeo-Hypnodinium* in 8 Tagen so eine Strecke hinter sich legt, wie die Körperlänge, auf ein Achtel geschätzt werden (Textfig. 17—21). Soviel Flüssigkeit abgegeben wurde, ebensoviel muß wieder aufgenommen werden, da das Volum der *Gloeo*-Hypnodinien ungefähr dasselbe bleibt. Unsere Formen schieben sich um soviel weiter, wieviel Flüssigkeit (Schleim) sie täglich abgeben.

B. Vorkommen und Fundstätte.

Peridinium Borgei kommt bei Budapest an der rechten Seite der Donau, in dem an der Horthy-Miklósstraße und zugleich am Fuße des Blocksberges (Gellérthegy) gelegenen kleinen Teiche vor. Diesen Teich will ich kurzweg als Horthyteich bezeichnen.

Der Teich ist vor mehr als 50 Jahren aus der Wasseransammlung in einer verlassenen Ziegeleitongrube entstanden. Seine Form ist ein langes Viereck von etwa 250 m Länge und 50 m Breite; seine durchschnittliche Tiefe ist 2—3 m, jedoch an einigen Stellen bis 10 m tief. Die Ufer sind größtenteils mit Schilf (*Phragmites communis*) bewachsen. Gespeist wird der Teich vom zufließenden Wasser der benachbarten tongrundigen Parzellen. Der Wasserspiegel des Teiches ist ziemlich beständig, so daß er auch im sehr trockenen Jahre 1908 — als die meisten Wasseransammlungen der Umgebung austrockneten, keinen merkbaren Niveauunterschied aufwies — Sommer- und Winter-Niveauunterschied hatte ich leider nicht verfolgt —, welche Erscheinung auf die Konzentrationsänderung und dadurch auf seine Biocönose einen Einfluß haben muß.

Der Teich ist in den bläulichen Kisczeller Tegel eingesenkt, dessen Schlamm sich aus dem ehemaligen unteroligocänen See abgelagert hatte. In diesem Tegel ist außer feinverteiltem Pyrit (Schwefelkies) ziemlich viel Detritus vom obertriatischen Dolomit enthalten, der vom Blocksberg und den benachbarten Bergen herrührte. Die Bestandteile des Dolomits als Calcium- und Magnesiumkarbonat kommen mit den im blauen Tegel vorhandenem Pyrit in Kontakt. Durch chemische Wechselwirkung entsteht hierdurch Gips

und Bittersalz. Ersteres verbleibt in Form von Kristallen im Tegel während das leichtlösliche Bittersalz durch die Niederschläge dem Wasser des Teiches zugeführt wird. Auf diese Weise entstand daselbst ein stark diluiertes Bitterwasser, was auch am Geschmack zu bemerken ist, trotzdem dasselbe bei 26° (9. Mai 1910) bloß 1,0006 spezifisches Gewicht aufwies. Zum Vergleich sei erwähnt, daß das spezifische Gewicht des Balaton-(Plattensee-)Wassers nach Ilosvay (Chemische Eigenschaften des Wassers des Balatonsees, Result. wiss. Erforschung d. Balatonsees, Bd. I, Teil IV) 1,000522—1,000531 beträgt, dasjenige eines Tümpels aber in der Nähe der Eisenbahnbrücke unweit von unserem Teiche bei 26° C ebenfalls 1,0007 gewesen ist.[1])

In 100000 Teilen Teichwasser befinden sich 245,25 g feste Bestandteile in Lösung. In 1 l Wasser ist am 25. Juli 1909 7,84 ccm Oxygen absorbiert gewesen und selbst nach 12 Stunden sank dieses Quantum bloß auf 6,75 ccm herab. Am 3. August ist 5,33 ccm Oxygen verschluckt gewesen, das sich nach 6 Stunden auf 5,01 und nach weiteren 6 Stunden auf 4,83 ccm verminderte. Eine chemische Analyse des Teichwassers ist mir nicht bekannt.

Die Seehöhe des Teiches mag sich beiläufig auf 104 m belaufen.

Die Temperatur des Wassers kann im Hochsommer (Juni—August) schon morgens 7 Uhr auf +22° C steigen, erreicht im April ± 10° C, und sinkt Ende Oktober wieder unter 10° C. Im Winter ist der Teich oft zugefroren.

Es mag noch hervorgehoben werden, daß sich im Teiche mitunter (4.—18. Juli 1907) auch eine starke Schwefelbakterienflora von Beggiatoa und anderen Schwefelbakterien entwickelt hatte, welche Erscheinung auf zeitweilige Verwesung organischer Körper — wodurch das Wasser stark verunreinigt sein kann — zurückzuführen ist.

Die zweite Wasseransammlung, in welcher *P. Borgei* in der Umgebung von Budapest vorkommt, ist eine vom Wasser okkupierte, verlassene Schottergrube beim Eisenbahndamm unweit der Eisenbahnverbindungsbrücke und etwa 1000 m vom Horthyteich entfernt. Das Wasser dieser Grube ist dicht von Schilf (*Phragmites communis*) bewachsen, so daß dazwischen nur kleine freie Stellen vorhanden sind. Seine Tiefe erreicht kaum 1 m, und ist voll mit Utricularia und anderen submersen Pflanzen. Tritone (*Molge cristata* und *taeniata*, oft neotenisch) sowie Frösche, Wasserinsekten usw. halten sich

[1]) Vorstehende Angaben sind nach der Bestimmung von weil. Dr. P. Scheitz, Adjunkt am Chemischen Institut des Polytechnikums zu Budapest angegeben und ihm verdanke ich auch noch die weiteren Angaben.

darin regelmäßig auf. Das spezifische Gewicht dieses Wassers beträgt bei 26° C 1,0007 (bestimmt vom weil. Dr. P. SCHEITZ). Das Wasser dieser Grube wird durch Regengüsse und auch zusickerndes Grundwasser gespeist; im Winter friert es zu.

P. Borgei kommt zur Sommerszeit in diesem Teiche vereinzelt vor, sowie auch *Ceratium hirundinella* f. *typica.*

Ferner fand ich einigemal 1—2 Exemplare von *P. Borgei* auch im s. u. Lágymányosteich, ein durch einen Damm abgesperrte Ausbuchtung der Donau in der Stadt Budapest, sowie auch im Teiche des Stadtwäldchens (Városliget).

Ein regelmäßiger Fundort in Ungarn ist der langgestreckte Mezőzáher See, der wahrscheinlich in prähistorischer Zeit von Menschenhand durch einen Querdamm zu einem Mühlteich gestaut wurde (s. COLOMAN ERŐDI: Über den Ursprung der Mezőséger Seen, Földtani Közlöny XL, 1910, p. 416). Seine Umgebung ist die sog. Mezőség, eine baumarme Hügellandschaft in Siebenbürgens neogenem Becken. Der See, von Schilf umgrenzt, ist auch sonst durch seine üppige Wasserpflanzenvegetation und seinen Wasservogelreichtum bekannt. *P. Borgei* kommt darin mit *Ceratium hirundinella* f. *furcoides* gemeinschaftlich und zwar im Sommer in wahrer Unmenge vor; — *Ceratium* jedoch bloß in wenigen aber langen Exemplaren. Die ersten Proben aus diesem See stammen vom weil. Prof. DADAY (3) aus dem Jahre 1891 und weisen dieselbe Planktonbiocönose auf, die auch ich in den Jahren 1909—1910 konstatieren konnte.

Ferner sammelte ich *P. Borgei* noch im Lago di Averno, wo ich ihm 17. April 1904 in Gemeinschaft mit *Palaemonetes varians* in riesiger Menge antraf.

In Schweden soll es nach LEMMERMANN (21) in schwach brackem Wasser leben.

Über das Wasser, worin *P. Borgei* in Mongolien gesammelt wurde, fehlt mir jegliche nähere Angabe. Ich kenne es aus dem mir vorgelegten Präparate von weil. Prof. DADAY.

C. Phänologie.

P. Borgei erscheint — wie schon vermeldet — Ende März oder Beginn April. Am frühesten hatte ich es am 29. März 1910 konstatiert, dann am 3. April 1911 an zwei Fundplätzen bei Buda-

pest (s. Tabelle III). Es kann Mitte Mai schon in großer Zahl vorhanden sein (Horthyteich 17. Mai 1907), aber in kollosaler Menge konnte ich es im Horthyteich regelmäßig von Ende Juni bis Beginn September auffinden. In dieser Zeit sind so viele Individuen im Plankton, daß in einer aus dem Teiche gewonnener Probe, dessen Wasser gut durchgerührt wurde, ein Tropfen (± 25 mg) etwa 50 Individuen enthielt, also 1 l Wasser etwa 2 Millionen (27. Juli 1916); im September desselben Jahres konstatierte ich in einem Tropfen Wasser 1, 3, 5, 25, also im Durchschnitte etwa 8 Individuen.

Am 17. September 1909 traf ich *P. Borgei* im Mezőzáher See in so kolossaler Menge an, daß das herausgeschöpfte Teichwasser eine geblichbraune Farbe hatte. Aus den Angaben aus dem Horthyteiche ist es ersichtlich (Tabelle III), daß *P. Borgei* in großer Individuenzahl und ungefähr seit 17 Jahren immer wiederkehrend lebt. Dieser Teich hat einen ziemlich beständigen Wasserstand, das Wasser erwärmt sich im Sommer morgens 7 Uhr hoch über 22° C, hat eine kaum höhere Salzkonzentration als Wasseransammlungen der Umgebung, hat aber einen bitteren Geschmack. *P. Borgei* ist auch seit 1892, also seit mehr als 30 Jahren, eine beständige Form des Mezőzáher Sees. Das Wasser dieses Sees ist aber trinkbar, gar nicht bitter. In den verschiedenen Wasseransammlungen der Umgebung von Budapest kann *P. Borgei* als seltene Form dann und wann aufgefunden werden (z. B. im Teich vom Stadtwäldchen, Városliget), doch verschwindet sie bald, und vermehrt sich nie zu einer dominierenden Form.

Im Horthyteich lebt *P. Borgei* von Ende März (29. März 1910) bis Ende Oktober, wie aus der beigelegten Tabelle III zu ersehen ist. Im Frühling ist es sporadisch vorhanden, es vermehrt sich langsam, ist aber dann in der warmen Jahreszeit in so großer Zahl vorhanden, daß es als eine dominierende Charakterart des Sommers angesehen werden kann. Daß es eine Warmwassersommerart ist, beweisen auch die Angaben der anderen Fundstätten: im Lago di Averno ist es schon im April in dominierender Zahl vorhanden, in Budapest von Ende Mai bis Mitte Oktober, aber nur vom Beginn Juni bis Mitte September dominierend. Daß *P. Borgei* aus Schweden beschrieben wurde, beweist, daß auch in dieser Breite im Sommer gewisse Seen eine ziemlich hohe Temperatur, vielleicht über mehr oder weniger 15° C erreichen können.

Tabelle III des Vorkommens von

Wo nur Datum steht, da wurde *P. Borgei* im Plankton eben konstatiert, Datum mit Kursiv-
NB. Im Jahre 1907 und 1910, so wi gelegentlich auch in anderen Jahren nahm ich wöchentlich
Peridinien-Arten, nicht aber *P. Borgei* als Zeichen dessen, daß *P. Borgei*

Horthyteich	Januar	Februar	März	April	Mai
1906					
1907				17., 26.	3., 10., *17.*, 23., 29., 30.
1908					
1909					
1910			29.	5., 18.	2., 9., 17., 23., 30.
1911				3., 10., 18., 24.	1., 8., 15., 23., 29.
1916					
Lago di Averno 1904				***17.***	
Merözáh					
1909					
1910				6., 13., 19., 25.	6., 12., 16., 18., 24., 29.
Eine „Grube" bei Budapest 1910					
1911				3.	23., 29.

D. Biocönose.

Diese Protistenpopulation (siehe Tabelle IV, V, VI), welche im Horthyteiche sowie im Teiche von Mezőzáh lebt, ist — was ihre Protisten betrifft — eine Biocönose, welche für Süßwasser charakteristisch ist, wenn auch darin einzelne Arten vorkommen, welche auch im Brackwasser eventuell vorhanden sein können. Als Salzwasserbiocönose kann es keinesfalls angesehen werden.

Die beigefügten Tabellen IV, V, VI geben über die verschiedenen Biocönosen und ihren Komponenten eine Übersicht.

Charakteristisch ist für die Biocönose des Horthyteiches, daß daraus Chrysomonadinen, ausgenommen *Chrysococcus rufescens*, ganz fehlen, ferner die Armut an Flagellaten sowie Sarcodinen und der verhältnismäßiger Reichtum an Ciliaten und Peridineenarten.

Im ganzen sind mir aus dem Horthyteiche 64 Protisten aus eigener Beobachtung bekannt. Diese sind in der Arbeit KREPUSKAS' (20) (exkl. Peridineen) aufgezählt. Unsere Protisten verteilen sich wie folgt auf die verschiedenen Gruppen:

Peridinium Borgei.

ziffern viel, mit halbfetten Ziffern sehr viel, mit halbfetten Kursivziffern in kolossaler Menge.

das ganze Jahr hindurch regelmäßig Wasserproben vom Teiche, das Wasser enthielt zwar in der Umgebung von Budapest tatsächlich eine Sommerart ist.

Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
28., 30.	**12.**, 20., 21.		4., 10., 11., 12., 21.		11., 21.	
7., **14.**, **21.**, **24.**, **28.**	**4.**, ***18.***, 17., 24., ***21.***	***9.***, ***17.***, ***22.***, ***29.***	***11.***, **28.**	*16.*, *23.*, 30.	7., 13., 27.	
		2., 7., 14., 22., 29.		22.		
6., *13.*, *20.*, 27.	**4.**, **10.**, **22.**, **25.**	**1.**, **8.**, **15.**, **22.**, **29.**	**5.**, **12.**, **19.**, **26.**	**3.**, *10.*, *17.*, 24., 31.	7 Cysten	
7., *12.*, **19.**						
	27.		***4.***			
			17.			
6., *18.*, 24., 29.						
13.						
7., 12., 19.						

Mastigophora	37	(*Flagellata* 12 + *Peridinea* 25)
Sarcodina	6	
Ciliophora	21	
Im ganzen	64.	

Ein Teil dieser Arten kommt aber in den Wintermonaten vor, so daß *P. Borgei* mit 43 Protisten im Sommer in einer Biocönose lebt.

Von den 64 aus dem Horthyteiche mir bekannte Protisten sind 30 saprobiont. Und zwar von diesen 15 mesosaprobiont, 2 polysaprobiont, 13 oligosaprobiont.

Diese Angaben beweisen, daß im Wasser viele organische Teile in Verwesung sind. Dieser Prozeß scheint die Entwicklung von *P. Borgei* nicht zu stören, da sie auch zurzeit und zusammen mit der starken Entwicklung von der polysaprobionten *Beggiatra alba* in geradezu kolossaler Menge in unserem Teiche vorhanden gewesen ist (4.—18. Juni 1907).

Weiterhin charakteristisch ist es für die Protisten-Biocönose des Horthyteiches, daß unter diesen typische Sommer- und Winter-

IV. Tabellarische Zusammenstellung

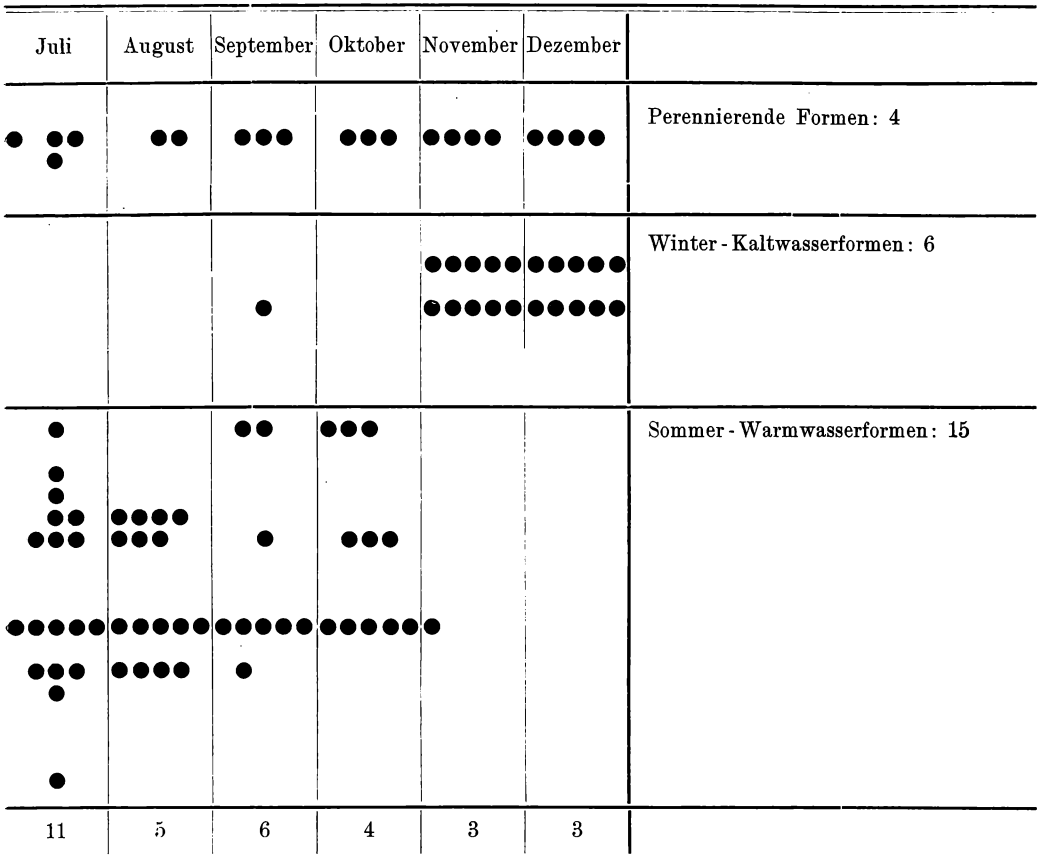
In den vertikalen Reihen stehen die Monate respektive Wochen, in welchen die
funden worden. Von diesen sind 4 perennierend,

Arten	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Amphidinium hyalinum ENTZ *Glenodinium berolinense* (LEMM.) LIND. *Glenodinium pulviculus?* EHRBG. *Peridinium bipes* STEIN.	● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●
Gymnodinium hyalinum ENTZ *Peridinium aciculiferum* LEMM. *Peridinium lubieniense* WOLOS. *Peridinium palatinum* LAUTERBORN *Peridinium palatinum f. laeve* HUITF. KAAS. *Peridinum tatricum* WOLOS.	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ●
Gymnodinium mirabile v. rufescens PENARD *Glenodinium cinctum* EHRBG.? *Glenodinium gymnodinium* PENARD *Glenodinium neglectum* SCHILLING *Glenodinium oculatum* STEIN *Glenodinium Penardi* (LEMM.) LIND. *Gonyaulax apiculata* (PENARD) ENTZ *Peridinium africanum* LEMM. *Peridinium Borgei* (LEMM.) LIND. *Peridinium Volzi* LEMM. *Peridinium Elpatiewsky* (OSTENF.) LIND. *Peridinium tabulatum* (EHRBG.) CLAP.-LACHM. *Peridinium minusculum* LIND. *Peridinium pusillum* LEMM. *Diplopsalis acuta* ENTZ.					● ●	● ●
Im ganzen:	5	5	7	3	19	15

formen sind (Tabelle IV). Für den Sommer ist die sehr große Menge der Individuen von *P. Borgei* typisch, für den Winter *P. palatinum* und *P. aciculiferum*. Außer diesen Arten und zu diesen Arten können sich dann sowohl im Winter wie im Sommer andere noch anschließen, welche aber in der Individuenzahl gegenüber den typischen Arten zurückbleiben. Einige von diesen können das ganze Jahr hindurch vorkommen, sind also stenotherme Arten, wie *Glenodinium berolinense*. Typische Sommerform ist *Gonyaulax apiculata* und *Diplopsalis acuta* sowie die Ceratien, von welchen aber nur *Gonyaulax apiculata* und *Diplopsalis acuta* ganz vereinzelt auftreten kann, Ceratien aber fehlen vollkommen. Zu diesen Peridineen

der Peridinien des Horthyteiches.

betreffende Form gefunden wurde. Im ganzen sind 25 Formen im Horthyteich ge-
5 Winterformen, 15 Sommerformen.



können sich dann, wenn im Wasser viele organische Stoffe vorhanden sind, Flagellaten und Ciliaten sowie einige Sarcodinen anschließen, welche mehr oder minder Saprobionten sind von oligosaprobionten bis zu den polysaprobionten. Diese saprophyte Biocönose dauert aber nur solange, bis die in den Teich geratenen organischen Stoffe aufgearbeitet sind, dann verschwindet sie und die ursprüngliche Biocönose regeneriert sich langsam wieder von diese Arten, welche die Saprophytenepidemie überstanden haben.

Das Fehlen von *Ceratium hirundinella* sowie das Vorkommen zweier auch in salzigem Wasser auftretender Ciliaten (*Euplotes Charon* und *Cothurnia crystallina*) ist vielleicht damit in Zusammen-

Tabelle V.

Die Peridinien des Horthyteiches nach ihrem Vorkommen in anderen Gewässern gruppiert betreffs ihrer Zugehörigkeit nach LINDEMANN.

	Seeformen	Teichformen	Sumpfformen	Moorformen	Saprobionten
Glenodinium gymnodinium PENARD	+				
Gonyaulax apiculata (PENARD) ENTZ	+				
Peridinium tatricum WOLOS.	+				
„ *Borgei* LEMM.	+				
„ *Elpatiewsky* (OSTENF.) LINDEMANN	+				
Gymnodinium mirabile v. *rufescens* PENARD	+	+			
Peridinium palatinum LAUTERBORN	+	+			
„ „ v. *laeve* HUITF. KAAS	+	+			
„ *lubinieuse* WOLOS.	+	+			
„ *bipes* STEIN	+	+			
„ *tabulatum* EHRBG.	+	+			
Diplopsalis acuta (APSTEIN) ENTZ	+	+			
Glenodinium cinctum EHRBG.	+	+	+		
Peridinium aciculiferum LEMM.	+	+	+		
„ *minusculum* LIND.	+		+		
„ *africanum* LEMM.	+		+		
„ *pusillum* LEMM.	+	+	+	+	
Amphidinium hyalinum minimum ENTZ	+	+	+	+	+
Glenodinium berolinense (LEMM.) LIND.	+	+	+	+	+
Peridinium Volzi LEMM.	+	+	+	+	+
Glenodinium oculatum STEIN		+	+		+
„ *Penardi* (LEMM.) LIND.		+			
„ *neglectum* SCHILL.				+	
Zusammen	20	15	9	5	4

hang zu bringen, daß das Wasser des Horthyteiches etwas Bittersalz enthält. Von *Ceratium hirundinella* ist es bekannt, daß es in einem Wasser, welches 0,1 Proz. NaCl enthält, nicht leben kann.

E. Biologischer und experimenteller Teil.

Am 4. September 1916 nachmittags 4 Uhr nahm ich aus dem frisch geholten Wasser des Horthyteiches mit einer Porzellanschale eine kleine Menge heraus und ließ sie einige Stunden lang ruhig stehen. Unsere Peridinien bewegten sich anfangs rasch, nach einigen Stunden setzten sie sich aber nieder und zwar häuften sie sich in der am meist belichteten Stelle etwa in Zonen an, wie aus der Skizze (Textfig. 23, 24) ersichtlich ist. Die beigegebenen Zahlen geben an, wieviel

Tabelle VI.

Protistenpopulation des Horthyteiches exklusive der Peridineen in den Monaten des Jahres.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Codonodesmus phalanx Stein		●	●									
Euglena acus Ehrbg.	●	●	●	●	●	●					●	
„ *deses* Ehrbg.	●		●	●							●	
„ *viridis* Ehrbg.		●	●	●	●	●						
Phacus pleuronectes (O. F. M.) Duj.	●			●							●	
„ *pyrum* (Ehrbg.) Stein	●	●		●		●						
Trachelomonas volvocina Ehrbg.				●	●	●						●
Chrysococcus rufescens Klebs		●	●							●		
Chilomonas paramaecium Ehrbg.	●					●						
Cryptomonas erosa Ehrbg.		●	●									●
Chlamydomonas pulvisculus Ehrbg.	●	●	●									●
Pandorina morum Ehrbg.		●	●									
Difflugia pyriformis Perty					●							
Pseudochlamys patella Clap. et Lachm.										●		
Actinophrys sol Ehrbg.					●							
Acanthocystis aculeata Cl. et Lachm.										●		
Actinomonas mirabilis S. Kent			●	●								
Nuclearia delicatula Cienk.		●	●		●	●						
Coleps hirtus O. Fr. Müller												
Didinium nasutum Stein		●	●									
Mesodinium acarus Stein		●	●								●	
Actinobolus radians Stein					●							
Chilodon cucullus Ehrbg.				●								
Frontonia leucas Cl. et Lachm.			●									
Colpoda cucullus Ehrbg.					●	●						
Paramaecium aurelia O. Fr. Müller		●		●	●							
Paramaecium putrinum Cl. et Lachm.												
Spirostomum ambiguum Ehrbg.		●									●	
Bursaria truncatella O. Fr. Müller	●	●		●								
Stentor polymorphus Ehrbg.				●								
Halteria grandinella O. Fr. Müller	●	●	●		●	●						
Tintinnidium fluviatile Stein				●	●							
„ *pusillum* Entz jun.					●	●						
Tintinnopsis cylindrica Dadey		●		●	●					●		●
Codonella lacustris Entz					●							
Stylonychia mytilus Ehrbg.		●		●	●							
Euplotes Charon Ehrbg.		●	●									
Vorticella monillata Tatem	●											
Cothurnia crystallina Ehrbg.												
Vaginicola decumbens Ehrbg.												
Coenomorpha medusula Perty			●									

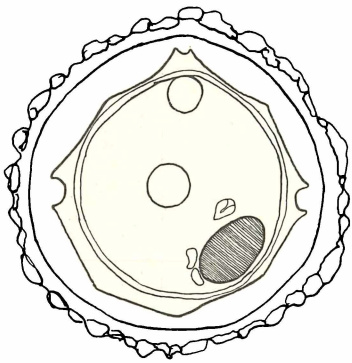
Sozusagen keine Aufzeichnungen

Sozusagen keine Aufzeichnungen

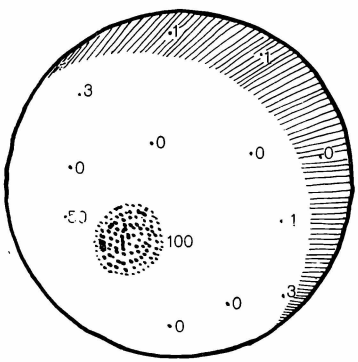
Sozusagen keine Aufzeichnungen

Individuen von *P. Borgei* in einem Tropfen Wasser sich befanden. Wie aus der Textfig. 23, 24 ersichtlich ist, sanken die *P. Borgei* alle auf den Grund an der am meist belichteten Stelle des Gefäßes nieder. Stellte ich auf einen Objektträger, ohne mit einem Deck-

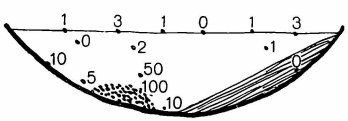
gläschen zuzudecken, einen Tropfen viele *P. Borgei* enthaltendes Wasser, dann sammelten sie sich alle so an, wie es die Fig. 25 darstellt. Unter einem Deckgläschen benahmen sie sich anders: sie sammelten sich alle nicht am Lichtrande, aber in der Ecke, welche nach Norden blickte (Textfig. 26).



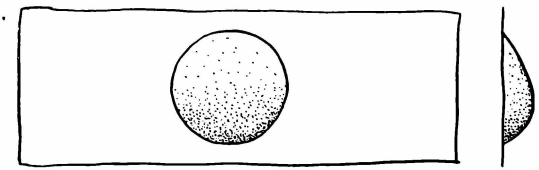
Textfig. 22.



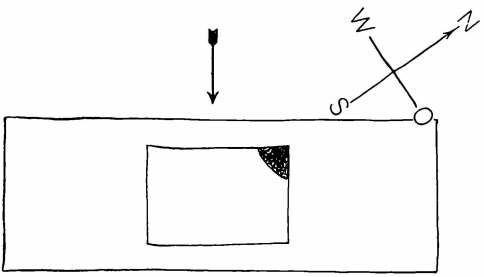
Textfig. 23.



Textfig. 24.



Textfig. 25.



Textfig. 26.

Textfig. 22. Cyste innerhalb des Panzers, der Panzer mit Schleimhülle und daringeklebten „Fremdkörperchen".

Textfig. 23 u. 24. Verteilung im Lichte von *P. Borgei* in einer Porzellanschale Die Zahlen geben die Individuenzahl in einem Tropfen Wasser an.

Textfig. 23 von oben, Textfig. 24 von der Seite.

Textfig. 25. Verteilung von *P. Borgei* im Lichte in einem unbedeckten Tropfen am Objektträger von oben und von der Seite betrachtet.

Textfig. 26. Verteilung von *P. Borgei* in diffusem Lichte am Objektträger mit Deckgläschen bedeckt. Pfeil Lichtrichtung (Fenster).

In einer großen Porzellanschale ordneten sich unsere *P. Borgei* auch nach Norden sich orientierend in einer Figur an, wie dies die Skizze (Textfig. 28) zeigt: also eine Anhäufung im Norden.

Nachdem ich an *P. Borgei* unter abweichenden Bedingungen ein so verschiedenes Benehmen konstatiert hatte, wollte ich mich

darüber unterrichten, welche Umstände diese Verschiedenheiten verursachen. Daß das Licht dabei eine wichtige Rolle spielt, scheint von Anfang an sehr wahrscheinlich zu sein, aber außer dem Lichte scheint auch der Druck des Deckgläschens, sowie wahrscheinlich auch die Verteilung und Menge der im Wasser gelöster Gase (O, CO_2), gewiß noch viele andere Faktoren (p_H Konzentr. usw.) eine Rolle zu spielen. Um den Einfluß des Lichtes studieren zu können habe ich *P. Borgei* vom Lichte abgeschlossen, sowie auch mit verschieden farbigen (gelb, rot, blau) Glasdosen überdeckt studiert.

Benehmen im Dunkeln.

Am 4. September 1916 schloß ich ein Gefäß mit *P. Borgei* in einem hölzernen, also dunklen Schrank ab. Sie blieben da bis zum 12. September, im ganzen 8 Tage (192 Stunden) lang. Ich nahm von diesem Gefäße Proben und untersuchte sie. Die Ergebnisse sind in der Tabelle VII zusammengestellt. Aus dieser lassen sich folgende Resultate ablesen. Die erste auffallende Erscheinung ist, daß unsere mit Photosynthese assimilierenden Peridinien vom Lichte abgeschlossen, 8 Tage lang leben konnten. Diese Erscheinung ist mir nicht neu gewesen, da ich auch andere Peridinien tagelang vom Lichte abgeschlossen am Leben erhalten konnte: *Ceratium hirundinella* z. B. 4—5 Tage lang. Zweitens ist es auffallend, daß unsere Peridinien vom Lichte abgeschlossen sich ununterbrochen bewegten. Sie schwärmten im Gefäß überall ungefähr gleichmäßig verteilt. Es entstanden nirgends Ansammlungen, wie solche im Lichte z. B. am Rande des Gefäßes zu entstehen pflegen (Randringbildung). Drittens läßt sich auch in der Struktur unserer Peridineen Abweichungen gegenüber den im Lichte gehaltenen konstatieren. Im Gegensatz zu den im Lichte gehaltenen ist die Struktur des Kernes äußerst deutlich zu sehen; der Kern erscheint auch größer als an Exemplaren, welche im Lichte gehalten wurden. Das Plasma verhielt sich bis zum 6. Tage anscheinend normal, vom 6. Tage an aber wurde es an vielen Exemplaren etwas rötlich gefärbt, welche Färbung wahrscheinlich von den absterbenden Chromatophoren herrührt, deren wasserlösliche, rote Komponente aus den Chromatophoren heraus diffundierend das Plasma tingieren kann. Die Chromatophoren nehmen eine andere Lagerung an als im Lichte, sie stellen sich in den radiär angeordneten (vom 4. Tage an aufgezeichnet) Plasmasträngen auch radiär ein (Textfig. 1).

Sehr auffallend ist das Benehmen der Pusule (Textfig. 1, 7 u. 8). Der Durchmesser ist am Lichte 5—6 μ, in Dunkelheit gehalten er-

Tabelle VII. Zusammenstellung des Benehmens des vom 4.—13. September 1916 in dunkel gehaltenen *P. Borgei* enthaltenen Proben.

November 1916	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Stunden									
Bestandteile	Zustand									
Kern	Normal	Groß mit deutlicher Struktur								
Plasma	Normal					Rötlich				
Chromatophoren	Normal			Radiär angeordnet		in einigen In einigen sterben ab				
Pusule	Durchm. 5—6 μ	Durchm. 20—24 μ	Durchm. 5—6 μ	Durchm. 20—24 μ	Durchm. 5—6 μ	Durchm. 20—24 μ				
Roter Fleck	Unverändert			Unverändert				Unverändert		
Amylum	Unverändert			Unverändert				Unverändert		
Vakuolen	normal 3—5 μ			Groß 10—12 μ radiär angeordnet						
Teilung	normal	Keine Teilung								
Panzer	normal	Viele werfen ab						Viele werfen ab		
Gymnodinien	Einige	viele	viele					viele		
Geißeln	Normal		viele verlieren							
Randring	Kein Randring vorhanden							aus Cysten		
Plasmolyse	Normal							Einige		
Absterben	Normal									
Cysten werden gebildet	Normal									

Absterben

weitert sie sich in 24 Stunden auf 20—24 μ. Es scheint, daß sich die Pusule in der Dunkelheit ausdehnt, aber sich dann nach 24 Stunden wieder langsam kontrahiert. Wenn meine Angaben nicht durch Zufall hervorgebracht sind, ist da ein Rhythmus in 48 Stunden gegeben: 24 Stunden dauert eine Art Diastole, 24 Stunden Systole. Daß die Pusulen der Peridineen sich sehr langsam kontrahieren, wird von SCHÜTT angegeben und wird auch allgemein angenommen (vgl. DOFLEIN 4, p. 71).

Von den Assimilaten hatte ich an Amylum in diesen Versuchen keine Veränderung konstatieren können. Ebenso blieb der „rote Fleck" unter den Beobachtungen unverändert. Die „Vakuolen", welche im „Lichte" Fett enthielten, dehnten sich von 3—5 μ Durchmesser (am 4. Tage aufgezeichnet) auf 10—12 μ aus, wodurch das Plasma wie durch große Safträume verdrängt in radiären Streifen verteilt wurde (Textfig. 1).

Die Teilung scheint im Dunkeln auszubleiben; doch muß ich bemerken, daß Teilung schon durch einfaches Aufbewahren im Laboratorium — auch im Lichte — unterbleibt. Diese Erscheinung ist an *Ceratium hirundinella* besonders auffallend, da sie infolge ihrer charakteristischen Form den Stillstand der Teilung sehr deutlich ersehen laßt.

Viele *P. Borgei* hatten im Dunkeln nach 24 Stunden ihren Panzer abgeworfen und bewegten sich, „schwärmten" als Gymnodinien. Am 3. Tage hatten viele ihre Geißeln verloren, weshalb sie an den Boden des Gefäßes sanken. Cysten wurden während der ganzen Zeit, wie unter normalen Bedingungen, gebildet.

Nachdem *P. Borgei* im Dunkeln beständig sich bewegt, schwärmt, kann sich kein Randring bilden; nach 8 Tagen hatte sich aber doch ein Ring gebildet von den Individuen, welche sich am Rande des Wassers niedergelassen und encystiert hatten.

Plasmolyse und Absterben begann am 8. Tage, nach dem 13. Tage sind alle im Dunkeln gehaltene *P. Borgei* abgestorben gewesen.

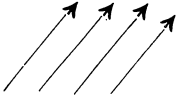
Benehmen im Lichte und Einfluß des Lichtes (Tabelle VIII).

P. Borgei reagiert stark auf Licht. Wenn man sie im Freien beobachtet, wo sie in großer Menge vorkommen (wie am 17. September 1909 im Mezőzáher See), so kann man ihre durch das Licht verursachte orientierte Bewegung schon mit bloßem Auge verfolgen: ihre Massen sind als gelbbraune Streifen zu beobachten,

Tabelle VIII.

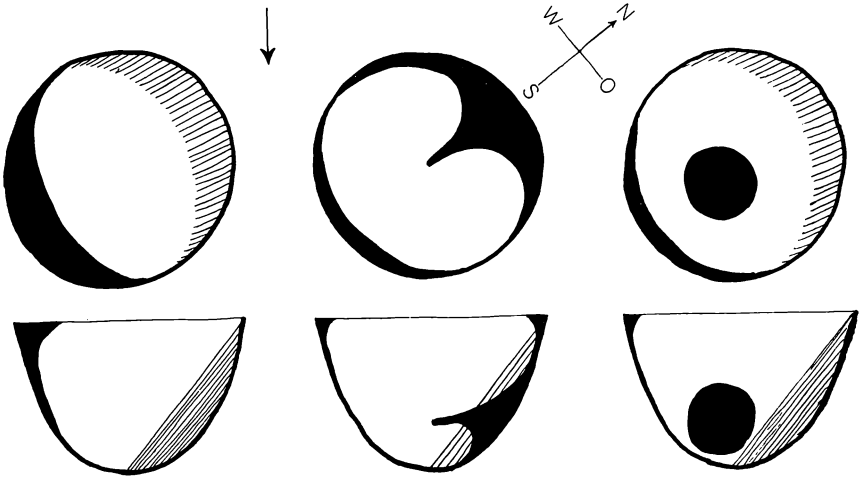
Benehmen von *P. Borgei* gegenüber dem Lichte im Freien (Teiche) sowie im Laboratorium.

— Ziehen in Streifen, Zügen, ——> Richtung des Zuges, + Versammlung, ø keine Versammlung.

	Im Teiche	Im Laboratorium						
		Direktes Sonnenlicht	Direktes Sonnenlicht	Diffuses Licht	Dunkelheit	Rotes Licht	Gelbes Licht	Blaues Licht
Zerstreut		stark	schwach	+	+	+		
Im Licht							+	+
Im Schatten				+				
Oben	+	zum Teil						
In der Tiefe		+	zum Teil					
Osten								
Westen								
Norden								
Süden								
Randring		+		ø	ø	ø	+	+

welche in der Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen, in miteinander parallelen Linien sich anordnen.

Die Stärke des Lichtes hat großen Einfluß; zu starkes Licht stimmt um, es wird geflohen. Dies kann am besten in einer Porzellanschale kontrahiert werden, welche im Laboratorium vor ein Fenster, welches nach Norden sieht, gestellt wird (Textfig. 27—29). Ihr Benehmen kann von den beigelegten Skizzen abgelesen werden, welche an einem und demselben Tage aufgenommen wurde (4. September 1916, Budapest). Die Skizzen sind von oben betrachtet und auch von der Seite dargestellt. In der Nacht im Dunkeln ist *P. Borgei* gleichmäßig im Gefäße verteilt. Ist das Licht schwach — also in den Morgenstunden — versammeln sie sich in den oberflächlichen



Textfig. 27. Textfig. 28. Textfig. 29.

Textfig. 27—29. Verteilung von *P. Borgei* in einer Porzellanschale im Arbeitsraum von oben und von der Seite gezeichnet. Pfeil Lichtrichtung (Fenster).
Textfig. 27 morgens 10 Uhr, Fig. 28 mittags 12—1 Uhr,
Textfig. 29 nachmittags 4 Uhr.

Schichten an der am meist beleuchteten Stelle (Textfig. 27). Nachdem das Gefäß einen kreisförmigen Querschnitt hat, bilden sie einen konkaven Ring, mit der konkaven Seite nach Norden blickend. Gegen Mittag (12 Uhr 45 Min.) wanderten sie aus dem zu stark gewordenem Lichte an die Schattenseite über im ganzen in einer Form, so wie die Ziffer 3 ist (Textfig. 28) angeordnet. Ein Teil bildete einen Randring in den obersten Wasserschichten, ein Teil aber — und dies ist der größere Teil — sank in die tieferen Schichten an der

Schattenseite in der Mittellinie in einem Streifen nordsüdlich ziehend. Als das Licht schwächer wurde — nachmittags 4 Uhr — sammelte sich ein Teil wieder oben in einem schwachen Randring, der größte Teil sank in die Tiefe und versammelte sich an der am meisten belichteten Stelle in einer mehr oder minder kugelförmigen Anhäufung (Textfig. 29).

Diese typische Verteilung im Lichte scheint außer dem Lichte auch noch durch die Schwerkraft beeinflußt zu sein. Nachdem ein Teil der sich bewegenden Peridinien immer am Boden des Gefäßes sich versammelt, denke ich, daß bei der Hervorbringung dieser Erscheinung die bei der Assimilation gebildete Stärkeanhäufung im Plasma eine Rolle spielt. Diese Annahme ist aber rein hypothetisch, deren Richtigkeit untersucht werden mußte. In einem hohen Glascylinder senken sie sich in nicht zu starkem Lichte an dessen Grund und versammeln sich hier in einer C-Form mit konkaver Seite gegen die Lichtseite blickend. Auch ein Randring ist oben vorhanden (Textfig. 30). In einem nicht bedeckten Tropfen am Objektträger sammeln sie sich auch in einer C-Form an, mit konkaver Seite gegen das Licht blickend (Textfig. 25).

Wird der Tropfen am Objektträger mit einem Deckgläschen zugedeckt (Fig. 26), so versammelten sich die *P. Borgei* möglichst außerhalb des Deckgläschens und unter den Bedingungen meines Arbeitsraumes in der Nordecke. Die Ursachen dieser eigentümlichen Erscheinung ist mir unklar. Daß es aber ein Resultat von verschiedenen Reizwirkungen sein kann (Lichtreiz + Getropismus + Druck des Deckgläschens + Mangel an O) erscheint mir sehr wahrscheinlich.

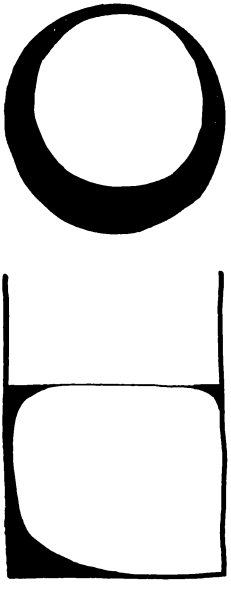
Dunkelrotes Glas wirkt wie Dunkelheit: die *P. Borgei* zerstreuen sich. Blaues und gelbes Glas bringt ungefähr dasselbe Resultat hervor als diffuses Tageslicht: eine ziemlich regelmäßige Verteilung im Wasser, doch mit Ansammlungen an der meist belichteten Stelle.

Die Bahn der Bewegung.

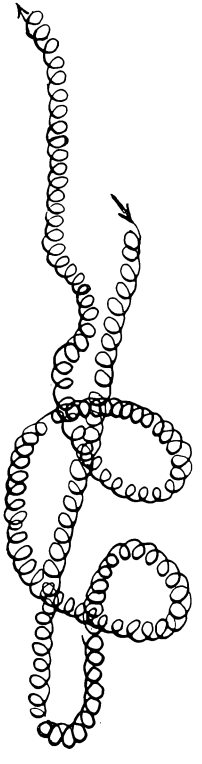
P. Borgei bewegt sich in großen Massen im Teiche in parallelen Streifen in der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen. Die Bewegung der einzelnen Individuen läßt sich mit kleiner Vergrößerung in einem größeren Gefäß konstatieren, nicht aber am Objektträger. Hier scheint die Bahn ihrer Bewegung — wie beigelegte Skizze beweist — unregelmäßig zu sein (Textfig. 31). Diese Unregelmäßigkeit ist ein Resultat, welches durch viele Faktoren bedingt zu sein scheint. Als solche denke ich annehmen zu können: Einfluß

des Lichtes, ungleiche Verteilung gemischter Gase und Salze, p_H-Konzentration, Reibung resp. Stoß an die Glasflächen. Kann sich *P. Borgei* im Verhältnis zu seiner Größe im unbegrenzten Raume bewegen, dann kann man sich von der Bahn seiner Bewegung ein Bild machen.

Wir können in diesem Falle konstatieren, daß *P. Borgei* bei ihrer Bewegung eine bestimmte Lage einnimmt: der Apex blickt



Textfig. 30.



Textfig. 31.

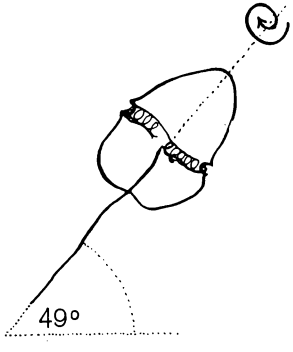
Textfig. 30. Anordnung von *P. Borgei* in einem Cylinderglas von oben und von der Seite. Oben Randring, von der Seite Randring und Bodensatz. Licht kommt von oben und rechts.

Textfig. 31. Bahn einer *P. Borgei* in einem größeren Gefäß von der Seite betrachtet.

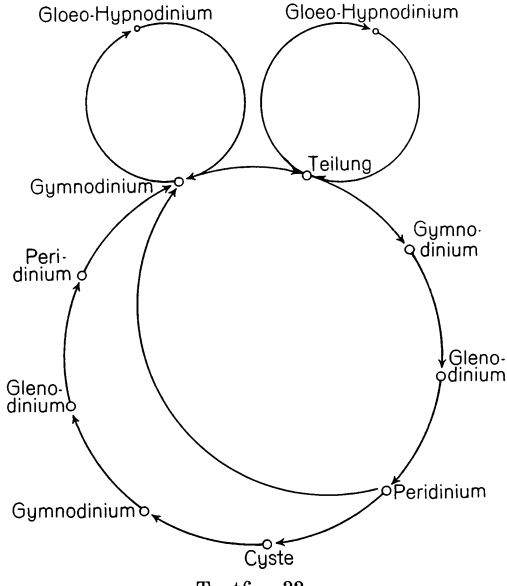
nach oben und vorn, der Antapex nach unten und hinten und der Organismus dreht sich um diese Achse in der Richtung des Uhrenzeigers (Textfig. 32). Im ganzen beschreibt ihre Bewegung eine cycloidale Bahn. Stellen wir ein in Bewegung sich befindliches *P. Borgei* in ein Koordinatensystem ein, so können wir konstatieren, daß der

Körper bei der Bewegung mit Apex nach vorn und oben, mit Antapex nach hinten und unten und um diese zwei Punkte, Pole, gelegte Achse sich drehend, in einer Cycloide sich bewegt so, daß die Achse mit der horizontalen einen Winkel bildet, der in Budapest ungefähr 49—50° ist. Die Bewegung ist eine gradlinige, welche im diffusem Lichte meines Arbeitsraumes direkt nach Norden gerichtet war. (Das Fenster ist nach NW gerichtet gewesen.) Die Bahn der Bewegung resultiert aus verschiedenen Teilfaktoren. Solche sind:

1. Der polare Bau des *Peridiniums* mit bei der Bewegung nach vorn gerichtetem Apex und einer gegebenen Achse zwischen Apex und Antapex.



Textfig. 32.



Textfig. 33.

Textfig. 32. Stellung von *P. Borgei* bei der Bewegung in vielem Wasser.
Textfig. 33. Lebenscyclus von *P. Borgei.*

2. Durch die bestimmt gerichtete Bewegung der Geißeln, wodurch beständig eine Drehung — mit der Uhrzeigerbewegung übereinstimmend — resultiert.

3. Durch die Wirkung äußerer Faktoren, wie Licht, Schwerkraft, chemische, mechanische und thermiale Einflüsse und Reize. Von diesen Faktoren ist der Mechanismus der Bewegung und der polare Bau unserer Protisten gegeben und hängt nicht mit äußeren Faktoren zusammen, sondern ist, wie SCHAEFFER (26) sagt, von der stereochemischen Struktur des Plasmas abhängig. Daß aber gewisse

mechanische Faktoren auch bei der polaren Bewegung eine Rolle spielen können, erscheint mir wahrscheinlich: im Plasma von *P. Borgei* können wir immer im antapikalen Teil die schwereren Teile: Kern und viel Stärke konstatieren, hingegen Stoffe, die ein kleineres spezifisches Gewicht haben, wie Öltropfen treffen wir im Apex sowie auch wenig Stärke (Textfig. 1).

Daß am Zustandekommen der Bahn der Bewegung der Peridineen die mechanische Belastung des Körpers mit Stärke eine Rolle spielen kann, darauf weist diese Tatsache hin, daß chromatophorenlose Peridinien, in welchen ich keine Stärke konstatieren konnte, in ihrer Bewegung unsicher sind, sie taumeln hin und her wie z. B. *Glenodinium berolinense*, ja sie schlagen bei ihren Bewegungen direkt Purzelbäume (wie statolithlose Metazoen): so die chromatophorlose und deshalb auch Stärke vermissende Art *Diplopsalis acuta* (Apstein) Entz. Bekanntlich schreibt Haberlandt den Stärkekörnern in den Wurzelspitzenzellen der Pflanzen eine Statolithfunktion zu (Strasburger, Botanisches Praktikum, p. 251 u. 372), vielleicht wäre in diesen Fällen auch etwas Ähnliches experimentell nachzuweisen.

Wenn wir die Tatsachen bezüglich des Zusammenhanges zwischen Mechanismus des Organismus, Reizwirkungen und Bahn der Bewegung unserer Protisten zusammenfassen, kommen wir zu folgendem Resultat. Wird von den Reizen der am meisten wirkende Reiz, das Licht, ausgeschlossen — also im Dunkeln — und kann sich der Organismus in viel Wasser bewegen, dann wird die Bahn der Bewegung in erster Linie von dem Mechanismus der Bewegungsorganellen bestimmt: sie ist eine Cycloidalbahn, deren Richtung außer dem polaren Pol des Körpers und dem Mechanismus der Bewegungsorganellen von verschiedenen äußeren Faktoren (Reizen?) abhängt, wodurch die Richtung der Bewegungsbahn fortwährend geändert wird und zu einer ganz ungeordneten Bewegung, ähnlich der Brownschen Bewegung, wird. Ist aber das Licht als stark wirksames Agens vorhanden, so wird durch es die Bewegung bestimmt und orientiert: unsere Peridineen bewegen sich durch die Stärke und Richtung des Lichtes bestimmt dem Lichte zu oder davon ab. Außer dem Lichte scheinen chemische Reize — in erster Linie vielleicht O-Reichtum die Bewegungen beeinflussen: optimale O Konzentration wird aufgesucht (Randringbildung). Umstimmung scheint Photophobie und Sinken in tiefere Schichten — vielleicht mit Geotaxis verbunden — zu erklären. Bewegung des Wassers ist natürlich von größtem Einfluß: in die Tiefe gesunkene Individuen können auch durch Wasserbewegung in einen Haufen gestrudelt werden.

Vermehrung.

Die Vermehrung, schiefe Längsteilung des Protoplasten, scheint immer in der Gymnodinienform sich abzuspielen. Der Panzer muß demzufolge bei oder vor der Plasmateilung abgeworfen werden (Textfig. 15, 16). In Teilung traf ich *P. Borgei* von früh $^1/_2$10 (11. Juli 1907) bis nachmittags 1—3$^1/_2$ Uhr an (28. Juni 1906). Die Kernteilung scheint sich wie bei anderen Peridinien in der Nacht abzuspielen: in der Früh $^1/_2$10 Uhr fand ich sie schon in Plasmateilung. Im ganzen zeichnete ich Teilungen am 28. Juni, 2., 11. und 20. Juli auf.

Die Teilung kann durch gewisse äußere Einflüsse suspendiert werden. Ich hatte beobachtet, daß, wenn in Teilung befindliche Individuen (Gymnodinien) aus dem Grubenwasser, worin sie lebten, in ein anderes Wasser (in meinem Falle Leitungswasser = natürlich filtriertes Donauwasser) versetzt werden, werden sie in ihrer Teilung gehemmt: tagelang bleiben sie in demselben Stadium verharrend (Taf. 16 Fig. 2, 3, 6). Von *Ceratium hirundinella* ist es mir bekannt, daß, wenn ich sie einsammelte und das Plankton aufbewahrte, ihre Teilung nicht ablief, sondern in demselben Stadium auch einen halben Tag lang verblieb, in welchem sie gesammelt wurden, trotzdem daß im Freien die ganze Teilung in einigen Stunden abläuft. Die Ursache davon, daß die Teilung suspendiert wird, denke ich an *Ceratium hirundinella* im O-Mangel des im Sammelgefäß stehenden Wassers zuzuschreiben. STOLTE (30) hatte von Stentoren experimentell sozusagen erwiesen, daß bei viel Sauerstoff im Medium eine lebhafte Teilung vorhanden ist, bei wenig aber die Teilung stark gehemmt wird. Daß beim Stehen aus dem Grubenwasser viel absorbierter O abgeht, beweist die Feststellung, daß in 1 l Grubenwasser bei 760 mm Barometerdruck und 0° C am 25. Juli 1909 7·84 cm^3 O vorhanden gewesen ist, nach 12 Stunden 6·57 cm^3. Am 30. Juli unter denselben Bedingungen 5·33 cm^3, nach 6 Stunden 5·01 cm^3 und nach abermals 6 Stunden nur 4·83 cm^3 O. Bei *P. Borgei* scheint — wenn sie vom Grubenwasser in Leitungswasser übergetragen wird, vielleicht nicht allein der O Mangel die Ursache der Teilungshemmung zu sein, sondern auch die Konzentrationsdifferenz und speziell vielleicht Mangel an gewissen Salzen; diese Vermutungen sind aber nur als Vermutungen ausgesprochen, ohne genügende Beobachtungsbasis.

Panzerabwurf.

P. Borgei wirft den Panzer leicht ab. Dieser Prozeß ist unter dem Deckglas zu verfolgen, da nach kürzerem Stehen der Inhalt sich vom Panzer zurückzieht, sich etwas in die Länge streckt und meist am Apex nach außen tritt. In dieser nackten *Gymnodinium*-Form entsteht also bald in Form einer feinen Umhüllung die Anlage des neuen Panzers.

Die Ursache des Panzerabwurfes, also einer Art Häutung, scheint in der Änderung der Zusammensetzung von Salzen des Mediums zu suchen zu sein, wie aus den folgenden Mitteilungen zu ersehen ist. Wenn das Wasser vom Rande des mit Deckgläschen zugedeckten Tropfens verdampft und die Konzentration des Mediums größer wird, werfen viele Peridineen zuerst ihre Geißeln und dann auch ihren Panzer ab. Leicht kann man *P. Borgei* zu so einer Häutung, zum Ausschlüpfen aus der Membran zwingen, wenn man zum Wasser, worin sie leben, Leitungswasser oder Wasser einer anderen Grube schüttet. Dies Experiment mit Leitungswasser hatte ich immer mit demselben Resultat wiederholt. Wenn ich Leitungswasser zugoß, konnte ich an *P. Borgei* eine eigentümliche Veränderung konstatieren: sie begannen sich um ihre Achse (an einem Platze verweilend) zu drehen, dann sanken sie nach einigen Minuten an den Grund des Gefäßes. Nach einigen Stunden, d. h. vom Beginn des Experimentes (2. Juli 1906, ungefähr 11 Uhr früh bis nachmittags $3^1/_2$ Uhr), hatten viele von ihnen ihren Panzer abgeworfen und schwärmten im Wasser in Gymnodinienform. Um 5 Uhr 45 Minuten sanken sie auf den Boden nieder und rundeten sich ab.

Daß *P. Borgei* an den Grund des Behälters sank, ist dem Verlust der Geißeln zuzuschreiben. Was den Panzerabwurf betrifft, so scheint dieser durch die zwischen Panzer und Periplast entstandene Plasmolyse bewirkt zu sein. Die Plasmolyse beweist erstens, daß *P. Borgei* eine Konzentrationsdifferenz zwischen den zwei Wasserarten konstatiert hat und zweitens darauf mit Plasmolyse und Geißelabwurf energisch reagierte. Diese Konzentrationsdifferenz kann aber minimal sein, da das spezifische Gewicht vom Horthyteich bei 26° C (9. Mai 1910) 1,0006, dagegen Wasser aus einer anderen Grube (s. n. Gödör) 1,0007 gewesen ist.

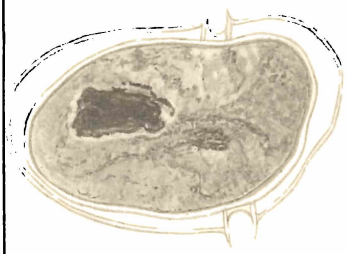
Man könnte an eine lähmende Giftwirkung denken, da *P. Borgei* noch nach 8 Tagen in gehemmter Lebenstätigkeit sich befand. Daß sie lebten, beweisen die Bakterien, welche sie ihrer Chromatophoren

zuliebe umschwärmten, sowie ihr eigentümliches Benehmen, eine Art Fortbewegung. In den niedergesunkenen Peridinien entstand zwischen Panzer und Periplast ein plasmolytischer Raum. Ihr Protoplast streckte sich etwas in die Länge und bekam eine längliche, schmale Form, wodurch er den Panzer am Apex sprengte (Textfig. 21, Taf. 16 Fig. 4). Nun schien sich dieser plasmolytische Prozeß an den Niedergesunkenen periodisch zu wiederholen, und zwar, nachdem sie nach 1 Tag 1, nach 2 Tagen 2, nach 3 Tagen 3, nach 8 Tagen 8 usw. abgeworfene Umhüllungen aufwiesen, muß dieser Prozeß sich täglich wiederholt haben. Durch die eigentümliche Art einer Ausscheidung bewegten sich unsere Peridineen ähnlich fort (Textfig. 20 u. 21), wie dies bei der sekretorischen Bewegung von Gregarinen bekannt ist.

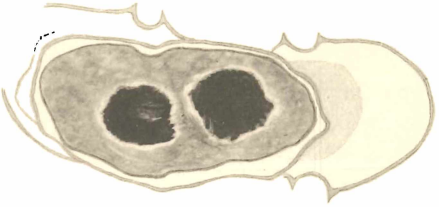
Ähnliche Ortsveränderung scheint auch bei *Gloeodinium montanum* vorhanden zu sein, bei welcher Gymnodinie (*Phytodinidae*) KILLIAN (16) als unvollständige Häutung (16, Taf. 4, Fig. 2 u. 3) ähnliche Abbildungen publiziert, so daß man auch an ihnen auf eine Ortsveränderung schließen möchte.

Die Substanz, welche an *P. Borgei* abgeschieden wird, färbt sich mit Eisenhämatoxylin tief schwarz; nachdem die Membran von *P. Borgei* sich mit Eisenhämatoxylin ähnlich färbt und aus einer schleimartigen Substanz besteht, schließe ich daraus, daß die Substanz dieser Membran auch aus so einem Schleim besteht. Aus der Betrachtung dieser Hülle kann man schließen, daß diese Umhüllung periodisch abwechselnd abgeschieden wird; es wechselt die Produktion einer mehr dickeren und einer dünneren (flüssigeren) Substanz miteinander ab, wodurch die deutliche, wahrscheinlich der täglich abgeschiedenen entsprechende, Schichtung der Umhüllung zu erklären ist. Da die Ausbildung der festen *Peridinium*-Panzersubstanz an *Ceratium hirundinella* am Tage geschieht, denke ich, daß die mehr flüssige Substanz an *P. Borgei* in der Nacht, die membranöse aber am Tage produziert wird.

Aus Schichten aufgebaute, also periodisch abgeschiedene Membran sind von Peridinien schon bekannt. So beschreibt KILLIAN (16) die Membran von *Gloeodinium montanum*, welche Art meist in encystierter Form — also als eine Art „*Palmella*“ lebt und nur selten in einer *Hemidinium*-Form schwärmt, während unsere Art (*P. Borgei*) gewöhnlich in der beweglichen Form anzutreffen ist, also in dieser Form, welche CHATTON (1) als *Dinospore* bezeichnet hatte. *P. Borgei* kann aber durch äußere Umweltsveränderungen, ich möchte sagen, passiv zur halbbeweglichen *Hypnodinium*-ähnlichen Form gezwungen werden.

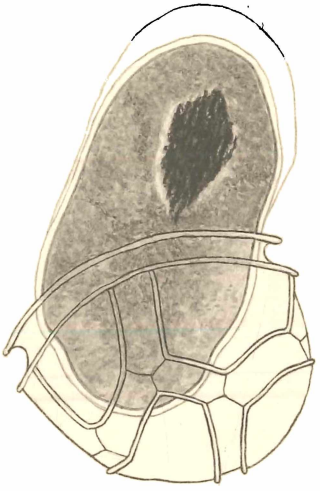


1



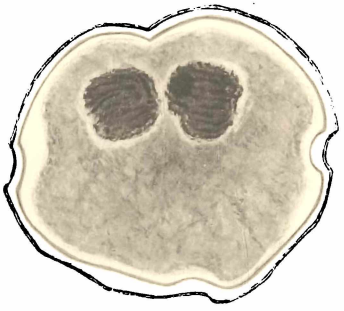
2

3

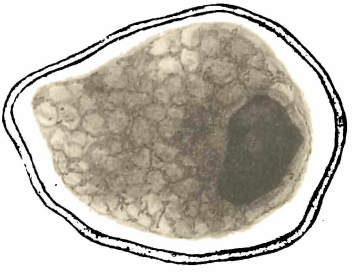


4

5



6



7

Entz. Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 56_1926

Autor(en)/Author(s): Entz Geza Jr.

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. I. Zur Morphologie und Biologie von Peridinium Borgei LEMMERMANN 397-438