Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**

Professor a. d. Universität zu Würzburg — Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Fünfundfünfzigster Band

Mit 32 Tafeln und 18 Figuren im Text.

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1893.

Inhalt des fünfundfünfzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 22. November 1892.

Seite

Entwicklungsmechanische Studien. III. Die Verminderung des Furchungsmaterials und ihre Folgen (Weiteres über Theilbildungen). IV. Experimentelle Veränderungen des Typus der Furchung und ihre Folgen (Wirkungen von Wärmezufuhr und von Druck). V. Von der Furchung doppeltbefruchteter Eier. VI. Über einige allgemeine Fragen der theoretischen Morphologie. Von H. Driesch. (Mit Taf. I—III.) 1

Über das Vorderhirn einiger Reptilien. Von A. Meyer. (Mit Taf. IV u. V.) 63

Neue Untersuchungen über den Verlauf der Degenerations- und Regenerationsprocesse am verletzten peripheren Nerven. Von A. Frh. v. Notthafft. (Mit Taf. VI u. 2 Fig. im Text.) 134

Zweites Heft.

Ausgegeben den 20. December 1892.

Pelagische Polycladen. Von L. v. Graff. (Mit Taf. VII—X.) 189

Beiträge zur Kenntnis der Mollusken. II. Über die Molluskenschale. Von J. Thiele. (Mit Taf. XI u. 1 Fig. im Text.) 220

Die Entwicklung der Wirbelsäule der ungeschwänzten Amphibien. Zweite Abhandlung über die Entwicklung der Wirbelsäule. Von C. Hasse. (Mit Taf. XII.) 252

Flagellatenstudien. Von G. Klebs. Theil I. (Mit Taf. XIII—XVI.) 265

Drittes Heft.

Ausgegeben den 30. December 1892.

Flagellatenstudien. Von G. Klebs. Theil II. (Mit Taf. XVII—XVIII.) . . 353

Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Thiere. I. Theil. Versuche an Seeigeleiern. Von C. Herbst. (Mit Taf. XIX u. XX.) 446

3591

Seite

Die Entwicklung der Wirbelsäule der Elasmobranchier. Dritte Abhandlung über die Entwicklung der Wirbelsäule. Von C. Hasse. (Mit Taf. XXI.) 549

Viertes Heft.

Ausgegeben den 28. Februar 1893.

Die Entwicklung der Wirbelsäule der Dipnoi. Vierte Abhandlung über die Entwicklung der Wirbelsäule. Von C. Hasse. (Mit Taf. XXII.) 533

Lebensweise und Entwicklung des Bitterlings. Von A. Olt. (Mit Taf. XXIII.) 543

Die Entwicklung von Schale und Schalenhaut des Hühnereies im Oviduct. Von W. v. Nathusius. (Mit 4 Fig. im Text.) 576

Das angebliche Exkretionsorgan der Seeigel, untersucht an Sphaerechinus granularis und Dorocidaris papillata. Von F. Leipoldt. (Mit Taf. XXIV u. XXV.) 585

Die Nephridien der Cristatella. Von C. J. Cori. (Mit Taf. XXVI u. XXVII.) 626

Vergleichende Entwicklungsgeschichte von Pelagia noctiluca Pér. Von A. Goette. (Mit Taf. XXVIII—XXXI u. 11 Fig. im Text.) 645

Atrochus tentaculatus nov. gen. et sp. Ein Räderthier ohne Räderorgan. Von A. Wierzejski. (Mit Taf. XXXII.) 696

Berichtigungen.

In dem Aufsatze **Ad. Meyer, Über das Vorderhirn einiger Reptilien** (Bd. LV, Heft 1) sind folgende Änderungen vorzunehmen:

Seite 65, Zeile 17 v. u. lies Celloidin statt Kollodium.
» » » » » » Bändern statt Rändern.
» » » 13 » » denselben statt demselben.
» 69 » 14 v. o. » Bastian statt Bastiani.
» 72 » 4 » » so groß statt zu groß.
» 73 » 17 » » Einschnürung statt Erscheinung.
» 74 » 18 v. u. streiche »als«.
» 86 Anm. Zeile 7 v. u. lies p. 124 statt p. 123.
» 88, Zeile 20 v. u. lies sowohl statt wohl.
» 93 » 5 » » Septum statt System.
» 130 » 3 » » ein Corpus callosum statt im Corpus callosum.

Flagellatenstudien.

Von

Georg Klebs (Basel).

Theil II.

Mit Tafel XVII—XVIII[1].

III. Euglenoidina Bütschli (emend.).

Größere Formen, mit deutlich entwickelter Plasmamembran, nie amöboid, aber oft metabolisch. Am Vorderende eine oder zwei Geißeln von gleicher oder verschiedenartiger Ausbildung, welche an oder meistens in einer Einsenkung sitzen, die bei den thierisch sich ernährenden Arten mit einer distinkten Mundöffnung in Verbindung steht. Kontraktile Vacuole groß, sehr entwickelt, ausnahmslos im Vorderende. Kern groß, je nach den Arten an verschiedenen Stellen des Körpers liegend. Körper farblos oder mit grünen, meist scheiben- selten bandförmigen Chromatophoren. Ernährung holophytisch, saprophytisch oder thierisch.

Meist einzeln lebend, sehr selten in Kolonien, manchmal in besonderen Gehäusen. Theilung in beweglichem oder ruhendem Zustande. Cystenbildung bei einem Theil der Formen bekannt.

Diese Abtheilung der Flagellaten umschließt die größten und ausgebildetsten Formen derselben. Ich nehme sie wesentlich in dem Umfange an, wie es Bütschli vorgeschlagen hat, entferne indessen einige von ihm dazu gerechneten Gattungen, wie Chromulina, Microglena, welche zweifellos zu den Chrysomonadinen gehören, rechne andererseits die Anisonemaformen hinzu, welche, wie man sehen wird, zu den anderen Gattungen die innigste Verwandtschaft zeigen. Die Hauptmasse der Euglenoidinen stellt eine höchst natürliche Gruppe vor, deren einzelne Glieder durch so enge Verwandtschaftsbeziehungen verbunden sind, dass jede weitere Eintheilung in Unterabtheilungen und Gattungen Verwandtes aus einander reißen muss.

[1] Da die Theilung der Arbeit erst nach ihrer Vollendung geschah, so konnte nicht verhindert werden, dass für Theil II auch eine Anzahl Figuren der Tafeln des Theil I in Betracht kommen.

Im Ganzen ist die Abtheilung der Euglenoidinen von den Monadinen und Polymastiginen im Augenblick noch ziemlich scharf getrennt, wenn auch einzelne Formen, wie Scytomonas, Anisonema-Arten, andererseits Colponema gewisse Verwandtschaftsbeziehungen aufweisen. Nähere Verbindungsglieder sind noch zu entdecken.

Ich theile die Abtheilung in folgende Familien ein:

Euglenida,
Astasiida,
Peranemida.

Euglenida Klebs.

Körper länglich spindelförmig bis platt gedrückt bandförmig, radiär gebaut mit einer Neigung zur Bilateralität, metabolisch oder starr, mit gestreifter Plasmamembran. Vorderende etwas schief abgestutzt, mit einer trichterförmigen Einsenkung versehen, in welcher eine, selten zwei gleiche Geißeln sitzen. Nahe dem Geißel- oder Membrantrichter das Vacuolensystem, bestehend aus einer langsam pulsirenden Hauptvacuole, in welche eine bis mehrere Nebenvacuolen münden. An der Hauptvacuole fast stets ein deutlicher Augenfleck. Im Körper grüne scheiben- selten bandförmige Chromatophoren; dieselben bisweilen fehlend. Stets Paramylonkörner von mannigfacher Gestalt. Theilung in der Ruhe, nicht selten dabei von Gallerthüllen umgeben.

Diese Familie, über welche ich früher eine ausführliche Monographie (70) veröffentlicht habe, bildet in der von mir angenommenen Umgrenzung eine durchaus natürliche Gruppe, welche dann ohne merkbare Grenze in die folgende Familie der Astasiiden übergeht. Die Hauptunterschiede der Euglenen von den Astasiiden liegen in dem Vorhandensein von Chlorophyllkörpern und besonders in der Theilung in der Ruhe; beide Unterschiede sind aber, wie ich gezeigt habe, nicht durchgreifend. Die farblosen Varietäten der grünen Eugleniden bilden die Übergangsformen zu den ausschließlich saprophytisch sich ernährenden Astasiiden. Leider können wir den Saprophytismus nicht direkt in jedem Falle sicher beweisen. Doch ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass bereits grüne Euglenen neben ihrer Kohlenstoffassimilation direkt organische Stoffe aus ihrer Umgebung entnehmen, wie auch Khawkine (67) für Euglena viridis ausführlich nachgewiesen hat. Neuere Kulturen von allen möglichen Arten der Gattung Euglena und Phacus lehren, dass eine üppige Entwicklung längere Zeit hindurch erreicht werden kann, wenn man von Zeit zu Zeit in das Kulturgefäß zersetzungsfähige, organische Theile, z. B. Stücke von gekochten Würmern oder frische Stücke von Kartoffelknollen hineinbringt. Man muss

nur die Menge nach der Größe des Kulturgefäßes bemessen, um nicht zu stürmische Fäulnisprocesse hervorzurufen.

Ich will hier nicht ausführlich auf die Eugleniden eingehen, verweise vielmehr auf meine Monographie, das Werk von Bütschli, die neueren Abhandlungen von Schmitz (99), Hübner (63), Dangeard (34) u. A. Folgende Gattungen rechne ich zu der Familie.

Euglena Ehbg.,
Colacium Ehbg.,
Eutreptia Perty,
Ascoglena Stein,
Trachelomonas Ehbg.,
Phacus Nitzsch,
Cryptoglena Ehbg.

Näher erwähnen will ich an dieser Stelle nur die Gattung Cryptoglena, welche mir erst in neuerer Zeit bekannt geworden ist.

Cryptoglena Ehbg.

Körper starr, oval, etwas zusammengedrückt, hinten schwach zugespitzt, auf der Bauchseite mit einer Längsfurche. Am Vorderende ein kleiner Einschnitt mit einer Geißel. Auf den Flanken des Körpers liegen der Plasmamembran zwei Schalen aus festerer Substanz an. Zwei längsverlaufende Chlorophyllbänder; am Innenrande des einen ein Augenfleck.

Cryptoglena pigra Ehbg. (meine Taf. XVI[1], Fig. 10 *a—e*).

Ehrenberg (43) Taf. VII, Fig. 2; Stein (107) Taf. XIX, Fig. 38—40. Chloromonas pigra Kent (66) p. 401.

Einzige Species.

Länge = 11—15 μ, Breite = 6—7 μ. Nicht selten in Teichwasser, aber meist nicht sehr zahlreich.

Cryptoglena pigra ist durch Stein leicht kenntlich abgebildet, scheint aber seitdem nicht näher beschrieben worden zu sein. Stein hatte bereits diesen Organismus in die Nähe von Phacus gestellt, worin ich ihm früher wegen mangelnder Kenntnis nicht gefolgt bin. Bütschli (13) rechnet ihn zu seinen Coelomonadinen, Kent zu den Chrysomonadinen, indem er zugleich den Gattungsnamen ändert und den Namen Cryptoglena für die von Carter entdeckte Cryptoglena angulosa bewahrt. Der letztere Organismus gehört indessen nach den Beobachtungen von Seligo (105), neuerdings von Golenkin[2] zu den Chlamydomonadinen, und muss als Pteromonas alata bezeichnet werden.

[1] Siehe Theil I.

[2] Golenkin, Pteromonas alata Cohn. Ein Beitrag zur Kenntnis einzelliger Algen. Bull. de la soc. nat. Moskau 1891.

Leider sind wegen Spärlichkeit des Materials auch meine Beobachtungen noch lückenhaft, doch kann ich auf einige Besonderheiten aufmerksam machen. Die Haupteigenthümlichkeit zeigt sich in der Ausbildung des Periplasten. Wie bei anderen Eugleniden findet sich eine mäßig derbe Plasmamembran, welche in koncentrirter Essigsäure, Kalilauge etwas aufquillt, aber nicht verquillt. Behandelt man ein Exemplar mit Alkohol, so treten noch deutlicher als beim lebenden Objekt die beiden Längsseiten als scharfe Kanten (Fig. 10 *c*) hervor. Sowie man dann den Körper durch Chloralhydrat, Essigsäure, Kalilauge zum Aufquellen bringt, lösen sich von seinen Flanken zwei Schalen ab. Dieselben stellen sanft gebogene, sehr dünne, aber feste Gebilde vor (Fig. 10 *d* und *e*), welche im Leben dicht der Plasmamembran anliegen und sowohl den vorderen wie hinteren Theil, ferner die Bauchfurche und wahrscheinlich auch die Mitte des Rückens frei lassen.

Im hinteren Theil des Körpers liegt der von Stein schon bemerkte Kern. Nicht entscheiden kann ich die Frage bezüglich des Vacuolensystems. Stein bildet richtig im Vorderende eine Vacuole ab, von der es aber ungewiss ist, ob sie der Hauptvacuole der anderen Euglenen genau entspricht, da wegen Undurchsichtigkeit des Innern ich Pulsationen von Nebenvacuolen nicht beobachten konnte. Merkwürdig erscheint die Lage des Augenfleckes, da derselbe, wie bereits Stein bemerkte, dem einen Chlorophyllbande genähert ist und nicht wie bei allen anderen Eugleniden an der Hauptvacuole liegt.

Die Bewegung der Cryptoglena besteht in einem raschen Vorwärtsschwimmen, verbunden mit beständiger Rotation; zeitweilig erfolgt eine lebhafte Drehung auf einer Stelle. Bezüglich des Verhaltens zum Licht, der Vorliebe für Wasser, das reich an organischen Substanzen ist, schließt sich Cryptoglena allen anderen Euglenen an. Sie nimmt sonst unter ihnen eine etwas eigene Stellung wegen der vorhin angedeuteten Besonderheiten ein.

Die Längstheilung sowie die Ruhezustände sind bisher nicht beobachtet worden.

Astasiida Klebs.

Körper langgestreckt, meist mit gestreifter Plasmamembran, starr oder metabolisch. Vorderende gebaut wie bei den Eugleniden, aber ohne Augenfleck. Neben der Hauptgeißel bisweilen eine kleinere Nebengeißel. Körper stets farblos. Theilung im beweglichen Zustand.

Saprophytische Ernährungsweise.

Diese Familie bildet eine wahre Mittelgruppe zwischen Eugleniden und Peranemiden. Der innige Zusammenhang mit den ersteren wurde

bereits betont; ein solcher lässt sich in gleicher Weise mit den letzteren beobachten, so dass es schwierig ist, die Grenze richtig zu ziehen. Ich lege das Hauptgewicht auf die Gestaltung des Vorderendes und fasse als Astasiiden diejenigen Formen zusammen, bei welchen mehr oder weniger tief von der Spitze des Vorderendes aus in der Längsachse des Körpers ein Kanal eindringt, in welchem die Geißel sitzt. Bei der überwiegenden Mehrheit der Peranemiden findet sich statt dieses Geißel- oder Membrantrichters eine auf der Bauchseite verlaufende Falte, in der die Mundöffnung liegt.

In der Beschreibung der Gattungen und Arten herrscht große Verwirrung und weitgehende Meinungsverschiedenheit der einzelnen Forscher. Ich will, anküpfend an meine frühere Untersuchung, von Neuem den Versuch machen, die Gruppe zu ordnen.

Astasia Dujardin.

Körper während der Bewegung meist spindelförmig, sehr metabolisch, mit einer einzigen Geißel.

Im Gegensatz zu Stein (107), welcher in seiner Astasia proteus eine Menge verschiedener Formen zusammengeworfen hat, war ich in meiner früheren Arbeit (70) auf Dujardin zurückgegangen, und zählte ich zu der Gattung die eingeißeligen Formen. Bütschli (13) hat dagegen die Gattung Astasia auf die zweigeißeligen beschränkt und für die anderen zwei neue Gattungen geschaffen. Andererseits hat Seligo (105) sich in der Beziehung Stein angeschlossen, dass er Rhabdomonas incurva als Jugendform von Astasiopsis distorta (Duj.) betrachtet. Zweifellos sind die verschiedenen Astasiiden durch die zahlreich vorhandenen Varietäten und Formen sehr schwer aus einander zu halten. Daraus folgt aber nicht, dass die so verbundenen Formen eine einzige Art bilden. Es ist außerdem in höchstem Grade unwahrscheinlich, dass die starre, mit Längsrippen versehene Rhabdomonas incurva eine Jugendform der metabolischen, fein spiralig gestreiften Astasia distorta vorstellt. Wir kennen ja überhaupt bei keiner Flagellate Jugendformen, welche von den Zuständen des Alters wesentlich abweichen, sondern höchstens sich in unausgewachsenem Zustande bisweilen theilende Individuen. So lange daher nicht direkt unter dem Mikroskop die Umbildung der Rhabdomonas in die Astasia oder umgekehrt beobachtet worden ist, darf an der Selbständigkeit beider Formen nicht gezweifelt werden. Seligo beruft sich noch darauf, dass bei der Rhabdomonas keine Längstheilung beobachtet worden sei. An und für sich schon könnte daraus für die vorliegende Frage nichts entnommen werden; dazu kommt, dass ich neuerdings die Längstheilung in der That gesehen habe.

Auch nach meinen neueren Beobachtungen scheint es mir am angemessensten, die eingeißeligen, metabolischen Formen der Gattung Astasia einzuverleiben und die zweigeißeligen der Gattung Distigma zuzuweisen.

Astasia margaritifera Schmarda.

Schmarda (97) Taf. I, Fig. 5; Perty (90) p. 167; Klebs (70) Taf. II, Fig. 16.
Astasiodes margaritifera? Bütschli (13).
Astasiopsis distorta Seligo (105) Fig. 33—38.

Körper während der Bewegung spindelförmig, nach hinten stark verschmälert, sehr metabolisch. Plasmamembran relativ schwach spiralig gestreift, in koncentrirter Essigsäure verquellend. Paramylonkörner klein, kurz abgeflacht cylindrisch.

Länge = 50—59 μ, Breite = 13—20 μ.

Diese von mir auch neuerdings häufig beobachtete Form hat vollkommen den Typus einer Euglena und steht der Eugl. hyalina sehr nahe. Nach der Beschreibung und den Zeichnungen gehört die Astasiopsis distorta (Duj.) Seligo hierher; der von ihm angewandte Name ist mir nicht recht verständlich, da das Cyclidium distortum Dujardin nach dem Entdecker eine Monadenform ist. Eher könnte man die Astasia contorta desselben Autors hierher rechnen; doch handelt es sich bei dieser Species um eine im Meer lebende und sehr stark spiralig gestreifte Form. Es giebt noch einige andere nicht selten vorkommende Formen, welche der margaritifera sehr nahe stehen (vgl. Seligo [105] Taf. VIII, Fig. 36, 37), ohne dass sich mit Bestimmtheit sagen lässt, ob sie dazu gehören oder bei genauerer Untersuchung sich als verschieden herausstellen werden.

Astasia inflata Duj. (41) Taf. V, Fig. 11; Klebs (70) Taf. II, Fig. 18.
Astasia proteus e. p. Stein, Taf. XXII, Fig. 48—50.

Körper während der Bewegung meist plattgedrückt eiförmig, weniger metabolisch als die vorige Art. Plasmamembran stark spiralig gestreift, in koncentrirter Essigsäure nicht verquellend. Paramylonkörner größer und länger gestreckt als bei der vorigen Art.

Länge = 35 μ, Breite = 12 μ.

Astasia curvata Klebs.

Euglena curvata Klebs (70) Taf. II, Fig. 12.
Astasiopsis distorta (Duj.) Bütschli (13) Taf. XLVII, Fig. 4.

Körper während der Bewegung cylindrisch, aber stets deutlich gekrümmt, nach vorn verschmälert, lebhaft metabolisch, dabei häufig

sich tordirend oder abflachend. Vorderende verschmälert, abgestutzt. Paramylonkörner klein. Plasmamembran schwach spiralig gestreift.

Länge = 46 μ, Breite = 5 μ.

Diese leicht kenntliche Art habe ich früher zur Gattung Euglena gerechnet, weil sie in Bezug auf die Gestaltung des Vorderendes speciell mit Euglena acus eine weitgehende Ähnlichkeit besitzt. Ich gebe aber gern zu, dass sie sehr wohl zur Gattung Astasia gezogen werden kann, wenn auch bezüglich des einen Charakters, der Art der Theilung, noch Ungewissheit herrscht. Für eine neue Gattung, wie Bütschli vorschlägt, liegt nach meiner Ansicht kein genügender Grund vor, und eben so wenig dafür, sie mit der zweifelhaften Monade (siehe oben) Cyclidium distortum zu identificiren. In der Bewegung begriffen, während welcher der Körper sich nicht verändert, erinnern die Individuen auffallend an das Menoidium pellucidum, und so stellt diese Art ein Verbindungsglied zwischen Eugleniden und Astasiiden vor.

Distigma Ehrenberg.

Körper länglich spindelförmig, äußerst metabolisch, auch während des Schwimmens; Vorderende sehr ähnlich wie bei Astasia gebaut, doch neben der Hauptgeißel eine kleinere Nebengeißel, welche nach vorn ausgestreckt wird.

Distigma proteus Ehbg. (42, 44) Taf. VIII, Fig. 4; Kent (66) Taf. XXI, Fig. 46—49.

Astasia proteus e. p. Stein, Taf. XXII, Fig. 44—51.
Astasia tenax (O. F. Müller) Bütschli (13) Taf. XLVIII, Fig. 9.

Diese merkwürdige Flagellate steht der Gattung Astasia sehr nahe, besonders der Astasia margaritifera, und nur das Vorhandensein der Nebengeißel berechtigt zu einer generischen Trennung; ich folge Kent, indem ich die alte Ehrenberg'sche Gattung Distigma anerkenne. Das Vorderende ist etwas abgestutzt und in der Mitte ausgerandet; hier zieht sich ein Kanal bis gegen die Hauptvacuole, wie Stein und Kent es bereits bemerkt haben. In der Ausrandung sitzen neben einander die beiden Geißeln, doch konnte ich nicht sicher entscheiden, wie weit dieselben mit ihrer Basis in dem Kanal stecken. Die beiden von Ehrenberg und Stein am Vorderende beobachteten schwärzlichen Punkte fand ich bei den mir vorliegenden Individuen nicht.

Die metabolischen Bewegungen dieser Flagellate sind mehrfach beschrieben worden (vgl. die Abbildungen bei Stein und Kent), sie entsprechen denjenigen der Eutreptia viridis. Der Körper ist gewöhnlich von Paramylonkörnern ganz erfüllt. Die Längstheilung erfolgt wie

bei Astasia im geißeltragenden Zustande unter sehr lebhaften metabolischen Bewegungen.

Menoidium Perty.

Körper starr, langgestreckt, meist etwas gekrümmt; Vorderende wie bei Astasia mit einer einzigen Geißel. Plasmamembran wenig quellbar, längsstreifig. Paramylonkörper meist cylindrisch.

Ich möchte jetzt die Gattung weiter fassen als Perty, Stein und ich selbst es früher gethan haben, indem ich die Rhabdomonas incurva hinzuziehe, da in der That der Unterschied zwischen dieser Art und Menoidium pellucidum viel geringer ist als derjenige zwischen einzelnen Euglena- resp. Phacus-Arten. Die Gattung Menoidium umschließt dann die starren, eingeißeligen, Astasia-ähnlichen Flagellaten. An und für sich würde auch die von Stein entdeckte Atractonema teres hierher gehören; wie ich aber weiterhin erläutern will, ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass dieselbe identisch ist mit einer von mir beobachteten Sphenomonas-Art. Die Gattung Atractonema ist in keinem Falle genügend von Stein motivirt worden.

Menoidium pellucidum Perty [(90) Taf. XV, Fig. 19].

Stein (107) Taf. XXIII, Fig. 30—34; Klebs (70) Taf. II, Fig. 13; Kent (66) Taf. XX, Fig. 15; Bütschli (13) p. 824.

Körper zart durchsichtig, flach sichelförmig, vorn in einen kurzen, oben abgestutzten oder zweispitzigen Hals verschmälert. Plasmamembran zart, dicht längsstreifig.

Länge = 40 μ, Breite 7—10 μ.

Menoidium erinnert im Bau des Vorderendes eben so sehr an Euglena acus wie an Astasia curvata, stellt aber einen sehr leicht und sicher erkennbaren Organismus vor.

Menoidium incurvum (Fres.) Klebs.

Rhabdomonas incurva Fresenius (50) Taf. X, Fig. 46—47.

Klebs (70) p. 294 und 323; Bütschli (13) p. 824; Astasia proteus Stein e. p. (107) Taf. XXII, Fig. 53; Seligo (105) p. 167.

Astasia costata Künstler?

Körper cylindrisch, an beiden Enden abgerundet, meist etwas gekrümmt. Plasmamembran mit weit von einander stehenden Längsstreifen versehen.

Länge = 16—21 μ, Breite = 7—8 μ.

Die Selbständigkeit dieser Art habe ich gegenüber Stein und Seligo oben vertheidigt. Letzterer beschreibt an seinen Exemplaren eine rings

um den Körper gehende Längsfurche, welche ich bisher nicht beobachten konnte. Die Theilung verläuft ganz wie bei allen Flagellaten durch allmähliche Einschnürung vom Vorderende aus. Wie sich die von Künstler beschriebene Astasia costata mit einer kleinen Nebengeißel zur vorliegenden Art verhält, kann ich nicht angeben; vielleicht steht sie zu ihr in demselben Verhältnis wie Distigma proteus zu Astasia margaritifera.

Sphenomonas Stein.

Körper starr, länglich, nicht gekrümmt, mit einem oder mehreren Längskielen; Vorderende ausgerandet, mit einer Haupt- und einer sehr kleinen Nebengeißel. Im Hinterende ein großer, schwach lichtbrechender, homogener Gallertkörper.

Sphenomonas teres (Stein) Klebs (Taf. XVII, Fig. 1 *a*—*b*).

Atractonema teres Stein (107) Taf. XXIII, Fig. 35—41; Bütschli (13) p. 824.

Körper spindelförmig, auf einer Seite mit einem wenig hervortretenden Längskiel versehen. Plasmamembran zart längsstreifig. Nebengeißel sehr klein.

Die von Stein als Atractonema teres abgebildete Flagellate habe ich gar nicht selten, wenn auch meist vereinzelt beobachtet. Bei näherem Studium fielen mir einige Charaktere auf, welche die Zugehörigkeit zu Sphenomonas in hohem Grade wahrscheinlich machten. Die Nebengeißel habe ich sicher bei zahlreichen Individuen gesehen, aber immerhin ist sie so klein, dass ein Übersehen sehr erklärlich ist. Ferner tritt bei den Individuen ein Längskiel auf der einen Seite des sonst rund spindelförmigen Körpers hervor. Sehr charakteristisch ist das Vorhandensein des eigenthümlichen Körpers im Hinterende (Fig. 1 *a*—*b*, *R*), welcher von Stein bei Atractonema als Keimkugel, bei Sphenomonas quadrangularis als Gallertkörper bezeichnet wird. Die letztere Auffassung ist auch für Sphenomonas die richtige; in der That handelt es sich um einen eigenartigen Inhaltsbestandtheil, welcher bisher nur der Gattung Sphenomonas eigen ist und bei manchen Individuen mehr als die Hälfte des Inhaltes ausmacht. Er ist jedenfalls weder den Paramylonkörnern noch den Fettkörpern an die Seite zu stellen; er löst sich nicht in Alkohol, Äther, verquillt in Wasser, Natronlauge, Ammoniak, verschwindet aber nicht, sondern tritt nach Auswaschen der Reagentien und Behandlung mit Alkohol wieder hervor. Näheres über die Zusammensetzung und Bedeutung des Gallertkörpers ist nicht bekannt. Sphenomonas teres nimmt keine feste Nahrung auf, sondern lebt wie andere Astasiiden

saprophytisch. Der Gallertkörper ist vielleicht ein Produkt dieser Ernährungsweise und entspricht physiologisch dem Paramylon. Der Gallertkörper wechselt in seiner Größe je nach den Individuen.

Nicht ganz sicher bin ich hinsichtlich der Organisation des Vorderendes. Nach den Zeichnungen Stein's entspricht dasselbe vollkommen demjenigen von Astasia resp. Distigma. Mir schien auch bisweilen, aber eben nicht deutlich genug, von der Ausrandung des Vorderendes ein Kanal bis gegen die kontraktile Vacuole zu verlaufen. Die Basis der beiden Geißeln konnte ich aber nie darin verfolgen. Ferner konnte ich auch nicht eine distinkte Hauptvacuole und Nebenvacuolen unterscheiden; ich sah nur Pulsationen einer Vacuole, welche aus kleineren allmählich zusammenfloss.

Entschieden abweichend von allen anderen Astasiiden erscheint die Bewegung der Sphenomonas teres. Man beobachtet keine freie, mit Rotation verbundene Vorwärtsbewegung, sondern ein Gleiten und Kriechen auf dem Substrat, wobei der Körper mit seinem Vorderende dasselbe berührt und sonst sich schief in die Höhe stellt. Sich stützend auf die Basis der Hauptgeißel, kann der Organismus sich drehen und eine andere Richtung einschlagen. Sehr häufig liegen die Individuen vollkommen ruhig da. Längstheilungszustände habe ich eben so wie Stein mehrfach gesehen.

Die Art der Bewegung erinnert auffallend an diejenige der Peranemiden, wie überhaupt Sphenomonas in der Mitte zwischen Astasiiden und Peranemiden steht.

Sphenomonas quadrangularis Stein [(107) Taf. XXIII, Fig. 49—53].

Körper etwas breiter spindelförmig als bei voriger Art, mit vier hervorragenden Längskanten versehen, so dass der Querschnitt fast quadratisch ist. Im Hinterende häufig ein Gallertkörper.

Diese Art ist bisher nur aus den Abbildungen Stein's bekannt. Danach erscheint sie im Wesentlichen organisirt wie Sphenomonas teres, abgesehen von der eigenthümlichen äußeren Form.

Peranemida Klebs.

Körper starr oder metabolisch, meist ausgesprochen bilateral, mit gestreifter derber Plasmamembran. Vorderende mit einer einzigen Geißel oder mit zwei ungleich ausgebildeten Geißeln, welche in einer mehr oder weniger tiefen Einsenkung sich befinden. In der Nähe der Geißelbasis eine distinkte Mundöffnung meist an der Bauchseite. Im Vorderende die pulsirende Vacuole in verschiedener Ausbildung. Ernährung durch Aufnahme fester Stoffe.

Schon in meiner früheren Arbeit habe ich eine Familie der Peranemeen unterschieden, aber nur zwei Endpunkte derselben, die Gattungen Peranema und Anisonema behandelt. Stein, Kent und Bütschli haben die hierher gehörigen Formen in verschiedene Familien, oft an weit aus einander liegende Stellen ihrer Systeme gestellt. Meine neueren Untersuchungen lassen aber sehr deutlich den systematischen Zusammenhang der mannigfaltigen Gattungen erkennen, und die ganze Gruppe als eine natürliche Familie hervortreten.

Im Allgemeinen haben die Peranemiden noch große Ähnlichkeit mit den Astasiiden, und die von mir entdeckte Euglenopsis, ferner Heteronema-Arten, Peranema u. a. erinnern in hohem Grade an vorhin besprochene Formen. Und doch gehören die Mehrzahl der Peranemiden einem veränderten Typus an. Vor Allem ist es das Vorhandensein eines besonderen Mundes, mit dem zugleich noch andere Apparate in Verbindung stehen können, was die Peranemiden auszeichnet. Man würde sich von vorn herein vorstellen, dass der Membran- oder Geißeltrichter der Euglenen und Astasiiden direkt in ein Mund- resp. Schlundorgan umgewandelt sein würde. Schon früher habe ich für die Euglenen nachgewiesen, dass der Membrantrichter dadurch zu Stande kommt, dass die Membran sich einfaltet, wobei sie aber allmählich an dieser Stelle in das Körperplasma übergeht. Der Grund des Trichters ist augenscheinlich nicht durch Membran verschlossen, und das Körperplasma erscheint nur desshalb hier nicht in direkter Berührung mit der Außenwelt, weil die Geißel aus ihm entspringt. Da nun der Mund bei allen Peranemiden zunächst nichts Weiteres ist als eine Unterbrechung der derben Plasmamembran, so hätte der Membrantrichter der Euglenen und Astasiiden bloß erweitert werden müssen, um zur Aufnahme fester Nahrungsbestandtheile zu dienen. Indessen nur wenige Formen unter den Peranemiden weisen auf diesen Gang der phylogenetischen Entwicklung hin, eigentlich nur Urceolus, welcher allerdings mit bisher bekannten Astasiiden wenig Berührungspunkte hat. Bei der Mehrzahl der Peranemiden scheint die Entwicklung einen anderen Weg genommen zu haben. Der Membrantrichter ist dadurch zur Mundöffnung geworden, dass er seitlich gleichsam aufgeschlitzt und dadurch zu einer auf der Bauchseite offenen Falte wurde, in deren oberem Theil die Geißel entsprang, in deren unterem Theil die Mundstelle lag. Vergleiche der Euglenopsis mit Euglena hyalina oder Astasia margaritifera, eben so von Heteronema acus mit Distigma proteus machen diese Annahme sehr einleuchtend. Natürlich könnte die Entwicklung auch den umgekehrten Weg eingeschlagen haben; unwillkürlich aber hält man die Peranemiden für höher differenzirte Wesen als die Astasiiden, und man

wird nicht fehl gehen, wenn man Formen wie Anisonema, Entosiphon, eben so auch die von mir neu entdeckte Dinema Perty als den am höchsten entwickelten Typus der Flagellatenreihe ansieht.

In Bezug auf das Bewegungsorgan finden wir verschiedene Fälle, ohne dass es möglich ist, danach die Gattungen in verschiedene Abtheilungen zu sondern. Wir haben eingeißelige Formen, wie Peranema, Euglenopsis, Petalomonas, zweigeißelige, bei denen stets die Geißeln ungleichartig ausgebildet sind, so dass die eine nach vorn, die andere nach hinten ausgestreckt wird. Bald ist die vordere die Hauptgeißel, die hintere kleiner wie bei Heteronema-Arten, oder es zeigt sich das umgekehrte Verhältnis wie bei Dinema, Anisonema. Außerdem existiren Formen, bei welchen die Geißeln keine großen Längenunterschiede zeigen. Bei einer Reihe Arten lässt sich der Nachweis führen, dass die Geißeln mehr oder weniger tief im Plasmakörper inserirt sind, wie z. B. bei Urceolus, Dinema, Anisonema. Vielleicht ist die Erscheinung allgemein, und es liegt nur an der Schwierigkeit, die Geißelbasis im Plasmakörper zu unterscheiden, dass bei anderen Peranemiden es noch nicht beobachtet wurde.

In der Nähe der Geißelbasis liegt die Mundöffnung, d. h. diejenige Stelle, an der die Plasmamembran nicht entwickelt ist, so dass feste Körper direkt in das Körperplasma aufgenommen werden können. Mit der Mundöffnung in Verbindung stehen bei einzelnen Formen besondere Apparate, auf die bei Besprechung der Arten aufmerksam gemacht werden soll.

Die Nahrungsaufnahme selbst ist selten beobachtet worden, Bütschli hat dieselbe bei Peranema, Petalomonas, ich selbst bei Peranema und Euglenopsis gesehen. Als Produkte des Stoffwechsels erscheinen Fetttröpfchen und Paramylonkörner. Die ersteren, stark lichtbrechende runde, homogene Tröpfchen bildend, sind bei vielen Peranemiden sehr häufig und manchmal in sehr großer Menge vorhanden. Sie sind von Stein bei Heteronema nebulosa erwähnt und abgebildet und von mir in gleicher Weise bei Dinema, Anisonema-Arten, Peranema etc. nachgewiesen worden. Sie lösen sich leicht in Alkohol, schwärzen sich mit Osmiumsäure. Sehr häufig und in wechselnder Menge finden sich Paramylonkörner vor. Ich beobachtete früher eben so wie Stein dieselben bei Peranema, war aber nicht sicher, ob dieselben erzeugt oder mit der Nahrung aufgenommen worden waren. Meine neueren Beobachtungen, besonders bei Formen, wie Heteronema-Arten und Dinema, welche von paramylonfreien Organismen sich gewöhnlich ernähren, und doch stets Paramylonkörner besitzen, führen zu der Ansicht, dass diese Substanz ein Stoffwechselprodukt der Peranemiden, der Eugleniden

und Astasiiden ist. Außerdem beschreibt Bütschli das Vorkommen von bräunlichen Exkretkörnchen von nicht näher bekannter Natur im Hinterende von Peranema, Anisonema und Entosiphon.

Die Ausscheidung von unverdauten Theilen der Nahrung ist von Stein bei Peranema am Hinterende beobachtet worden, und derselbe Forscher zeichnet für Anisonema und andere Formen eine bestimmte Afteröffnung. Ich habe die Ausstoßung bei Euglenopsis, Peranema, Anisonema truncatum ebenfalls am Hinterende beobachtet und halte dafür, dass an einer bestimmten Stelle des Hinterendes die Plasmamembran weniger dicht ist, um als Auswurfsöffnung zu dienen; indessen habe ich diese Stelle als solche nicht besonders ausgezeichnet gefunden.

Eine wichtige, aber schwierig zu lösende Frage bezieht sich auf das Vacuolensystem, namentlich im Vergleich zu demjenigen der Euglenen und Astasiiden. Nur bei einigen wenigen Peranemiden ist dasselbe genauer untersucht worden, ganz besonders bei Peranema trichophorum und Anisonema acinus. Diese Formen, verschiedenartige Typen innerhalb derselben Gruppe bildend, können aber gut als Vertreter dienen. Für Peranema geben Bütschli (11, 13) und neuerdings Fisch (46) ziemlich übereinstimmend an, dass durch Zusammenfließen kleiner Vacuolen eine größere entsteht, welche bei der Kontraktion in einen Flüssigkeitsstreifen übergeht, der bis zur Gegend der Mundspalte sich hinzieht. Ich habe früher (70), und namentlich bei erneuter Prüfung dasselbe gesehen, fasse aber den Sachverhalt anders auf. Die Vacuole öffnet sich an ein und derselben ganz bestimmten Stelle in der Nähe des Mundapparates, indem sie dabei eine Flüssigkeitsblase bildet, welche allerdings sogleich sich zusammenzieht und, wie ich Bütschli und Fisch zugeben möchte, scheinbar verschwindet. Meine Bezeichnung für diese Blase als Hauptvacuole war daher vielleicht nicht ganz richtig, wenn auch das Vacuolensystem der Euglenen das einzige unter den anderen Flagellaten war, welches eine Analogie darbot. Ich muss auch jetzt annehmen, dass eine besondere, nur schnell zusammenfallende Blase in der Nähe des Mundapparates sich findet, in welche successive Vacuolen einmünden, welche aber gleich ihren Inhalt weiter, d. h. wahrscheinlich nach außen geben. Zu dieser Annahme nöthigt mich die Beobachtung, dass man diese Blase erhalten und ihre Wand färben kann, wie Fig. 4 *b*, Taf. XVII deutlich zeigt. Solche Präparate erhielt ich durch langsame Einwirkung von Grenacher'schem Hämatoxylin auf lebende Peranema-Exemplare. Diese Farbstofflösung wirkt langsam wasserentziehend und ruft dieselbe Erscheinung hervor, welche ich als sehr charakteristisch für die Hauptvacuole der Euglenen hervorgehoben habe, nämlich eine starke Volumvergrößerung der Blase. In Salz-

lösungen erhielt ich bei Peranema nur sehr selten die Erscheinung, weil die Individuen zu schnell sich kontrahirten und tordirten, so dass wenig mehr an denselben zu erblicken war. Die Wandung der Blase färbt sich mit Hämatoxylin in gleichem Grade wie der Zellkern, so dass man beides gefärbt in dem sonst ungefärbten Körper beobachten kann.

In ganz entsprechender Weise scheinen die Verhältnisse des Vacuolensystems bei Anisonema acinus zu liegen, welche ich von Neuem genauer untersucht habe. Auch hier habe ich früher von einer Haupt- und Nebenvacuole gesprochen, während Bütschli nur eine einfache pulsirende Vacuole erwähnt. Diese, aus kleineren Bläschen entstehend, mündet aber unzweifelhaft in einen besonderen Behälter, welcher dicht an der Basis der eingesenkten Schleppgeißel liegt (Taf. XVII, Fig. 8 *b*), und sich nach der Vereinigung zusammenzieht, aber immer als zarter Schlauch sichtbar bleibt. Noch mehr nähert sich den Verhältnissen bei Euglenen und Astasiiden das Vacuolensystem von Entosiphon sulcatum. Wie ich schon früher bemerkt habe, beobachtete ich auch neuerdings, dass eine Hauptvacuole vorhanden ist, welche kurz nach dem Einmünden einer Nebenvacuole sich zuerst zu einer länglichen Blase ausdehnt und dann sich, wahrscheinlich nach Ausstoßung eines Theiles der Flüssigkeit, zu einer Kugel zusammenzieht. Nun entstehen hinter einander eine ganze Anzahl von Nebenvacuolen, nach deren Einmündung nur schwache Kontraktionen der Hauptvacuole bemerkbar werden, bis dann nach einiger Zeit wieder eine stärkere Entleerung derselben erfolgt. Bei den übrigen Peranemiden ist das Vacuolensystem noch nicht so genau erforscht worden; bei Formen, wie Heteronema acus, globuliferum, scheint es noch ganz den Charakter wie bei den Astasiiden zu tragen, bei Dinema dagegen mehr dem Typus von Anisonema anzugehören.

Die Verwandtschaftsbeziehungen der zu den Peranemiden gehörigen Formen sind derartig in einander verschlungen, dass es äußerst schwierig ist Untergruppen zu bilden, ohne Verwandtes von einander zu trennen. Denn ob ich den Hauptwerth auf die Geißelzahl, oder die ganze Organisation des Vorderendes oder auf die Starrheit resp. die Metabolie des Körpers lege, immer entstehen unnatürliche Gruppirungen. Ich will nun der Einfachheit halber vier Untergruppen bilden und am Schluss versuchen, die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Gattungen in einer Tabelle kurz auszudrücken.

A. Peranemeae.

Körper metabolisch. Plasmamembran spiralig gestreift; eine Geißel.

Euglenopsis Klebs.

Körper spindelförmig; am Vorderende seitlich eine längliche Mundfalte, in deren oberem Theil eine einzige Geißel eingesenkt ist; besonderer Mundapparat fehlend.

Euglenopsis vorax Klebs (Taf. XVII, Fig. 2 *a—d*).
Länge = 21—26 μ, Breite = 7—10 μ.

In Infusionen mit faulenden stärkereichen Pflanzentheilen.

Dieser Organismus ist in systematischer Beziehung von großem Interesse, weil er so recht in der Mitte zwischen Euglenoiden, Astasiiden und Peranemiden steht. Seiner ganzen Erscheinung nach entspricht er der Euglena hyalina, ist andererseits der Astasia margaritifera sehr ähnlich, unterscheidet sich aber durch das Vorderende und nähert sich sehr der Gattung Peranema, zu welcher ich ihn überhaupt gestellt hätte, wenn nicht der Mangel des charakteristischen Mundapparates dagegen gesprochen hätte. Statt des Membrantrichters haben wir eine seitliche Falte, in der die Geißel oben sitzt, während unterhalb derselben die Mundöffnung sich befindet. Ich beobachtete die Nahrungsaufnahme, wobei große Stärkekörner von den Rändern der Mundfalte erfasst und allmählich ins Innere hineingezogen wurden. Der größte Theil der beobachteten Individuen war erfüllt von Stärkekörnern, welche wenigstens zum Theil unverändert wieder am Afterende ausgeschieden wurden. Doch bemerkte ich auch andere Nahrungsbestandtheile, solche welche von aufgenommenen anderen Flagellaten herzurühren schienen (Fig. 2 *b*). In der Nähe der Mundfalte liegt die pulsirende Vacuole. Der Kern wurde nicht beobachtet.

Die Bewegungsart entspricht derjenigen der meisten Euglenen und Astasiiden. Der Organismus schwimmt frei umher, dabei rotirend, wenn auch ab und zu der Körper eine Zeit lang auf einer Seite liegen bleibt. Die metabolischen Bewegungen treten erst auf, wenn die äußeren Bedingungen sich plötzlich ändern, und sind im Ganzen nicht lebhaft. Während der Bewegung kann der Körper in der Mitte anschwellen und sich wieder strecken; in stärkerem Grade finden solche Gestaltveränderungen statt, wenn die Geißel abgeworfen ist. Die Membran ist bald stärker, bald schwächer spiralig gestreift.

Peranema (Duj.) Stein.

Körper länglich, nach vorn mäßig zugespitzt. An der Bauchseite des Vorderendes verläuft von der Spitze eine Falte, in der die derbe Geißel sitzt. Unterhalb derselben liegt die Mundöffnung, mit der ein

aus zwei neben einander verlaufenden kurzen Stäben bestehendes Organ in Verbindung steht.

Peranema trichophorum (Ehbg.) Stein [(107) Taf. XXIII, Fig. 4—10].
Trachelius trichophorus Ehrenberg (44) Taf. XXIII, Fig. 11.
Peranema protracta Dujardin (41) p. 35.
Astasia limpida Ehbg. bei Carter (14) Taf. VI, Fig. 45—48.
Astasia trichophora Clark (25) Taf. VI, Fig. 45—46; Bütschli (13) Taf. XIV, Fig. 19 *a*, *b*.
Peranema trichophorum bei Klebs (70), Bütschli (13), Fisch (46). Meine Taf. XVII, Fig. 4 *a*—*b*.

Die so oft untersuchte Flagellate braucht nicht in allen Einzelheiten hier beschrieben zu werden. Der eine zweifelhafte Punkt, die Art des Vacuolensystems, ist vorhin besprochen worden. Den anderen, welcher das Mundorgan betrifft, will ich hier dagegen eingehender behandeln. Allen früheren, darunter auch meinen eigenen Beobachtungen gegenüber hebe ich jetzt hervor, dass die Geißel nicht direkt vom Vorderende ausgeht. Vielmehr findet sich auch hier wie bei Euglenopsis eine Falte (Fig. 4 *o*), welche auf der Bauchseite verläuft. Im oberen Theil dieser Falte kann man die Geißel sicher noch verfolgen, dagegen ist es zweifelhaft, an welcher Stelle dieselbe aus dem Plasma hervorgeht, und wie tief sie in demselben noch zu erkennen ist. Die Falte erweitert sich dann etwas seitwärts zu der eigentlichen, etwas spaltenförmigen Mundöffnung. Ganz in der Nähe derselben sitzt das charakteristische Staborgan, dessen Bau ich früher bereits beschrieben habe. Bütschli hält in seinem Protozoenwerk an seiner früheren Auffassung fest, dass an die Mundspalte eine enge, gerade Schlundröhre sich anschließt, während Fisch meine Darstellung in allen Beziehungen bestätigt. Ich habe von Neuem die Sache untersucht und muss mit aller Bestimmtheit behaupten, dass eine Schlundröhre nicht existirt. Die Stäbe, welche mit ihren hinteren, spitzen Enden frei für sich endigen, sind mit ihren vorderen Enden einwärts gebogen, und wahrscheinlich mit einander in fester Verbindung. Jedenfalls werden weder bei der Nahrungsaufnahme noch bei den sonstigen metabolischen Bewegungen des Körpers die Stäbe irgendwie bedeutend von einander getrennt, sondern sie werden als ein einziges Organ hin- und hergeschoben. Das Staborgan liegt etwas genähert der linken Seite der Mundspalte, wenn die Bauchseite auf dem Substrat liegt und von dem Beobachter abgekehrt ist. Die Nahrungsaufnahme ist von mir früher genauer beschrieben worden, eben so von Fisch; auch neuerdings sah ich längere Zeit der Thätigkeit von Peranema zu, wie es ein abge-

storbenes Infusor vollständig in sich aufnahm, indem es dasselbe stückweise zerriss und verschluckte, wobei das Staborgan lebhaft hin und her getrieben wurde, beim Zerstückeln und Verschlucken mithelfend.

Peranema trichophorum tritt in sehr verschiedenen Größen und Körperformen auf, doch zeigen sich immer dieselben charakteristischen Merkmale, so dass es nicht möglich ist andere Arten zu unterscheiden. Die neulich von Penard (89) beschriebene Art, Peranema granuliferum, scheint mir eher eine Astasia zu sein.

Urceolus Mereschkowski.

Körper flaschenförmig, vorn halsartig eingeschnürt und dann zu einem zart häutigen Trichter mehr oder weniger erweitert. In demselben eine schlundartig sich verengernde Röhre, welche zur Mundöffnung führt, neben der ein Staborgan sich findet. Die einzige Geißel tief im Körper eingesenkt in einer besonderen Tasche. Plasmamembran glatt oder gestreift.

Urceolus cyclostomus (Stein) Mereschkowski.

Phialonema cyclostomum Stein (107) Taf. XXIII, Fig. 42—48; Penard (89) Taf. III, Fig. 14—17.

Urceolus cyclostomus Mereschkowski (85) p. 219; Bütschli (13) Taf. XLVII, Fig. 5; meine Taf. XVII, Fig. 3.

Halstrichter stark erweitert, schief abgestutzt; Plasmamembran spiralig gestreift.

Länge = 26—30 μ, Breite = 17—21 μ.

Die von mir beobachtete Form entspricht unzweifelhaft der von Stein dargestellten Phialonema, welche aus Rücksicht der Priorität zu der Gattung Urceolus gerechnet werden muss. Wenn mir auch nicht viele Exemplare dieses interessanten Organismus zur Verfügung standen, so konnte ich doch einiges Neue über seine Organisation beobachten. Stein zeichnet einen langen, schlauchartigen, unten geschlossenen Schlundkanal, in welchen der Halstrichter sich allmählich im Körper verlängert, und welcher nach Bütschli eine Knickung zeigt. Hinter der Krümmungsstelle verengt er sich zu einem feinen Spalt, der sich bis in das hintere Körperdrittheil verfolgen lässt. Die Geißel entspringt nach Stein und Bütschli an einer Stelle des Trichterrandes. Ähnliches geben Mereschkowski (84) für Ur. Alenizini, Möbius (86) für Ur. ovatus an, ohne dass sie aber von einem langen Schlundkanal Näheres angeben. Wenn ich nun recht gesehen habe, so ist die Geißel sehr tief eingesenkt und befindet sich dabei in einem schlauchartigen Kanal, welcher in der That etwas gebogen scheint, und welchen ich für den

von Stein und Bütschli erwähnten Schlundkanal halte. Der zarte durchsichtige schief abgestutzte Halstrichter, anscheinend nur aus der gestreiften Plasmamembran gebildet, verengert sich zu einer Art Schlund, welcher einerseits in den eben erwähnten, sehr langen Geißelkanal sich verlängert, andererseits dicht unter der Halseinschnürung in einen schlitzförmigen Mund endigt. Merkwürdigerweise ist an diesem noch ein besonderes Organ befestigt, welches mir analog dem Staborgan von Peranema gebildet zu sein scheint, indem es aus zwei vorn bogig vereinigten, hinten frei endigenden Stäben zusammengesetzt ist (Fig. 3 *st*). Das Thier ist im Stande, Mundöffnung sammt Staborgan ein wenig nach oben resp. außen zu strecken und wieder in den Körper zurückzuziehen. In der Nähe der Mundöffnung liegt die pulsirende Vacuole, welche aus kleineren zusammenfließt; ihre Entleerungsart ist nicht genauer verfolgt worden. Leider konnte auch die Nahrungsaufnahme nicht beobachtet werden; doch ist die thierische Ernährung nicht zweifelhaft.

Das Thier bewegt sich, mit seiner Geißel nach Art von Peranema wedelnd, auf dem Substrat kriechend vorwärts, indem es demselben die breite Mündung des Halstrichters anlegt und den Körper schief oder manchmal fast vertikal erhebt. Wahrscheinlich erfasst es während dieser Bewegung Fremdkörper, welche auf dem Substrat liegen, mit seinem Trichter und zieht sie in den Körper. Als Stoffwechselprodukte finden sich Fetttropfen. Die Plasmamembran ist in verschiedenem Grade spiralig gestreift. Die metabolischen Bewegungen der von mir beobachteten Exemplare bestanden in langsamen und wenig ausgiebigen Kontraktionen des Körpers. Die von Stein schon bemerkte, von Penard näher beschriebene Bedeckung des Körpers mit Plättchen und Körnern fremden Ursprunges wurde von mir nicht beobachtet. Stokes (112) hat dieselbe Erscheinung bemerkt und sich veranlasst gesehen, sogar eine neue Gattung darauf zu gründen, Urceolopsis mit der Species sabulosa.

B. Heteronemeae.

Körper metabolisch; Plasmamembran spiralig gestreift; zwei verschieden lange Geißeln.

Heteronema (Duj.) Stein.

Körper langgestreckt mit zugespitztem Vorderende; Plasmamembran meist sehr stark spiralig gestreift. Am Vorderende auf der Bauchseite eine Mundfalte, in der oben eine sehr starke und lange Vordergeißel sitzt; in der Mitte der Mundfalte eine kürzere Schleppgeißel.

Der von Dujardin begründeten Gattung hat Stein einen bestimmten Charakter gegeben, indem er den Hauptwerth auf das Vorhandensein zweier ungleich langer Geißeln legt, von denen die hintere kürzer und zugleich tiefer inserirt ist als die vordere. Allerdings schien der Unterschied gegenüber Astasia resp. Distigma, wie Bütschli hervorhebt, gering. Indessen zeigt die nähere Untersuchung, dass das Vorderende von Heteronema durchaus nicht dem von Distigma gleich gebaut ist; statt des von der Spitze des Vorderendes eingesenkten Membrantrichters, in dem beide Geißeln bei Distigma sitzen, finden wir bei Heteronema ähnlich wie bei Euglenopsis eine seitliche Falte, in der verschieden hoch die beiden Geißeln inserirt sind. Immerhin sind unzweifelhaft die Heteronema-Arten ein Verbindungsglied zwischen den Astasiiden und Peranemiden. Sie schließen sich Euglenopsis und Peranema an und weisen zugleich hin auf den anderen Typus dieser Gruppe, der durch Anisonema vertreten wird. Denn die Hauptunterschiede, die Metabolie, und die andere Art der Ungleichheit der beiden Geißeln verwischen sich bei gewissen Formen, welche von mir vorläufig zu Anisonema gerechnet werden.

Bisher ist bei keiner Art ein besonderes Mundorgan entsprechend wie bei Peranema und Urceolus beobachtet worden. Doch muss betont werden, dass möglicherweise noch solche Organe sich nachweisen lassen. Die Individuen der verschiedenen Arten, welche zur Verfügung standen, waren meistens so voll von Inhaltsstoffen, dass das Staborgan vielleicht nur übersehen worden ist.

Heteronema acus (Ehbg.) Stein [(107) Taf. XXII, Fig. 57—59]. Bütschli (13) Taf. XLVIII, Fig. 10*a—b*; Seligo (105) Taf. VIII, Fig. 39; meine Taf. XVII, Fig. 10.

Körper meist langgestreckt spindelförmig, an beiden Enden verschmälert; Membran nicht oder undeutlich gestreift; Schleppgeißel kaum halb so lang als der Körper.

Länge = 45—50 μ, Breite = 8—20 μ.

Von den Darstellungen, welche Stein, Bütschli und Seligo von dieser Art geben, weicht die meinige hauptsächlich bezüglich des Vorderendes ab. Wie ich schon bemerkte, geht von der schiefen Abstutzung des Vorderendes eine offene Falte aus, welche auf der Bauchseite verläuft. Die lange, kräftige, allmählich gegen die Spitze sich verjüngende Vordergeißel scheint mir ganz vorn zu entspringen; die Schleppgeißel entspringt jedenfalls, wie Stein schon richtig beobachtete, tiefer, etwas über der Mitte der Mundfalte. Dieselbe macht den Hauptunterschied gegenüber der sonst nahe verwandten Distigma proteus aus. Über die

Ernährung finden sich bisher keine bestimmten Angaben. Unzweifelhaft erfolgt eine Aufnahme von festen Körpern, z. B. von Stärkekörnern (siehe Fig. 10 *s*), bisweilen sogar in sehr großer Menge, so dass der Körper dick kugelig aufgetrieben ist. Nicht unmöglich wäre es, dass auch eine saprophytische Ernährung daneben hergeht. Denn ich beobachtete viele Exemplare, welche anscheinend keine feste Nahrung aufgenommen hatten und doch mit Fetttropfen und Paramylonkörnern erfüllt waren. Die Bewegung erfolgt theils nach Art von Astasia, theils in der Weise von Peranema. Die sehr schlanken, nadelförmigen Individuen sieht man frei umherschwimmen, um ihre Längsachse rotirend. Wie aber Seligo schon erwähnt, legt sich das Individuum gern dem Substrat an und macht metabolische Bewegungen. In der Mehrzahl der Fälle kriechen die Thiere, ihre Bauchseite dem Substrat anlegend, vorwärts, indem sie den häufig dabei kontrahirten Körper schief aufwärts stellen. Die Vordergeißel wird wie bei Peranema bewegt, die hintere nachgeschleppt. Das Vacuolensystem ist nach Seligo wie bei Astasia gebaut; ich konnte nicht ins Klare darüber kommen. Der große feinkörnige Kern liegt meistens in der Mitte des Körpers.

Die äußere Gestalt wechselt sehr; man beobachtet vielfach Exemplare, welche sehr ähnlich der nächsten Species aussehen. Es scheinen überhaupt Mittelformen zwischen den beiden Arten zu existiren, da der Unterschied in der Streifung sehr wechselt und auch die Länge der hinteren Geißel vielleicht je nach den Varietäten schwankt.

Heteronema globuliferum Stein [(107) Taf. XXII, Fig. 54—56].

Trachelius globulifer Ehrenberg (44) Taf. XXIII, Fig. 11.

Peranema globulosa Dujardin (41) Taf. III, Fig. 24; Perty (90) p. 168; meine Taf. XVII, Fig. 11.

Körper meist kugelig kontrahirt, hinten breit abgerundet, vorn stark zugespitzt; Plasmamembran stark spiralig gestreift. Die Vordergeißel mehr wie zweimal so lang als der Körper, die Schleppgeißel etwas länger als der Körper.

Die typische Form, wie sie in meiner Figur dargestellt wird, ist leicht kenntlich. So weit die mir vorliegenden Exemplare ein Urtheil gestatten, ist das Vorderende wie bei acus gebaut, d. h. es geht von der Spitze eine seitliche Falte aus, in der die hintere Geißel inserirt ist, und welche zugleich den Mund darstellt. Die schlitzförmige Mundöffnung, welche Stein darstellt, ist nichts weiter als das untere etwas erweiterte Ende dieser Mundfalte. Die Bewegung ist stets eine kriechende, wobei der kugelig kontrahirte Körper schief aufwärts getragen

wird. Stets ist das Innere von Nahrungsballen aller Art erfüllt. Der Kern erscheint wie bei acus feinkörnig.

Heteronema spirale Klebs (Taf. XVII, Fig. 12).

Körper länglich eiförmig, vorn und hinten verschmälert, stets stark schraubig tordirt. Plasmamembran nicht gestreift. Vordergeißel zwei- bis dreimal so lang, Schleppgeißel nicht ganz so lang wie der Körper.

Länge = 42 μ, Breite = 24—30 μ.

Diese neue, merkwürdige Art ist durch ihren schraubig gewundenen Körper sehr gut charakterisirt. Gewisse Euglenen wie oxyuris, tripteris, Phacus longicauda, zeigen eine ähnliche Torsion, aber lange nicht in dem Grade wie Heteronema spirale. Bei den genannten Eugleniden handelt es sich um einen bandförmigen, bei H. spirale dagegen um einen länglich eiförmigen Körper. Ich zählte fünf bis sechs Windungen. Statt einer detaillirten Beschreibung verweise ich auf die Figur. An dem zugespitzten, oben etwas schief abgestutzten Vorderende lässt sich eine zarte seitliche Mundfalte erkennen. Die lange kräftige Vordergeißel entspringt hoch oben, die Schleppgeißel wie bei den anderen Arten eine Strecke unterhalb. Thierische Nahrungsaufnahme findet unzweifelhaft statt; grüne und gelbe Algenreste zeigen sich häufig. Außerdem ist der Körper erfüllt von Fetttröpfchen und Paramylonkörnern, welche kurz cylindrisch bis stabförmig gestaltet sind. Im Vorderende liegt die kontraktile Vacuole, im Hinterende ein großer feinkörniger Kern. Die Plasmamembran ist derb, quillt in Kalilauge stark auf, ohne aber zu verquellen; ich konnte keine deutliche Streifung erkennen.

Die Bewegung besteht in einem langsamen Vorwärtskriechen ähnlich wie bei H. globuliferum. Die metabolischen Formveränderungen geschehen nur langsam und träge, und bestehen in einem Ausstrecken und Zusammenziehen des Körpers, wobei die Windungen vollkommen erhalten bleiben und nur steiler oder flacher werden.

Heteronema nebulosum (Duj.) Klebs (Taf. XVII, Fig. 13).

Zygoselmis nebulosa Dujardin (41) Taf. III, Fig. 23; Perty (90) p. 169; Stein (107) Taf. XXIII, Fig. 1—3.

Körper selten langgestreckt, meist dick rad- bis kegelförmig mit schmalem hellem Vorderende. Plasmamembran sehr stark spiralig gestreift, fast gerippt. Schleppgeißel kürzer wie der Körper.

Länge = 40—57 μ, Breite = 10—30 μ.

Die von mir beobachteten Individuen stimmen im Ganzen mit den von Stein dargestellten überein. Nur kann ich nicht einsehen, warum eine besondere Gattung unterschieden werden soll. H. nebulosum ist

nichts weiter als eine vergröberte Form von globuliferum, so dass sich nicht einmal sehr scharfe, specifische Unterschiede angeben lassen. Wie bei dieser Art strecken sich die Individuen nur selten in die Länge; während ihrer kriechenden Bewegung auf dem Substrat ist der Körper dick radförmig oder gleicht einem Blumentopf resp. einer dickbauchigen Flasche, wenn man das schmale, scharf abgesetzte Vorderende dazu nimmt. Dieses liegt dem Substrat an, der dicke Körper steht schief oder senkrecht in die Höhe. Über die Beschaffenheit des Vorderendes kann ich nicht sehr Sicheres berichten. Stein lässt die beiden Geißeln direkt am Vorderende entspringen und zeichnet unterhalb desselben eine breite, schlitzförmige Mundöffnung, welche in einen kurzen röhrenartigen Schlund übergeht. Meine Exemplare waren so inhaltsreich, dass es nicht gelang, einen tieferen Einblick zu erlangen. Ich sah aber, dass aus dem schief trichterförmigen Vorderende die beiden Geißeln entsprangen, wobei die hintere tiefer inserirt war, als die vordere. Mir ist es wahrscheinlich aus Analogie mit H. globuliferum, dass die trichterförmige Einsenkung sich in eine seitliche Mundfalte fortsetzt. Ob ein besonderer Schlund noch vorhanden ist, lasse ich dahingestellt.

Die Aufnahme fester Nahrung ist von Stein festgestellt worden. Diese Art gehört jedenfalls zu den gefräßigsten Flagellaten, da sie stets erfüllt ist von zahlreichen, dabei relativ sehr großen Nahrungsballen. Große Chlamydomonaden, ganze Diatomeen werden aufgenommen. Außerdem findet sich massenhaft Fett in einzelnen lichtbrechenden Tröpfchen.

Der Kern ist sehr groß, deutlich körnig. Die kontraktile Vacuole liegt im Vorderende.

Während der kriechenden Bewegung wird die kleinere Geißel nachgeschleppt, aber stets deutlich dabei hin und her geschlängelt. Zeitweise bei metabolischen Bewegungen auf der Stelle werden beide Geißeln nach vorn ausgestreckt und lebhaft bewegt. In diesem Zustand hat Stein die Thiere gezeichnet.

Dinema Perty.

Körper groß, sackförmig, an beiden Enden abgerundet; Plasmamembran auffallend dick, relativ fein spiralig gestreift. Am Vorderende auf der Bauchseite eine offene Falte, die sich zu einer großen Mundöffnung erweitert; in der Nähe derselben im Innern ein verschiebbares Staborgan, bestehend aus zwei mächtigen, vorn bogig vereinigten Stäben. Die Schleppgeißel länger und dicker als die vordere, tief im Körper entspringend und im Bogen um die Mundöffnung herumlaufend; die kleinere vom oberen Theil der Mundfalte ausgehend.

Dinema griseolum Perty [(90) Taf. X, Fig. 4]. Meine Taf. XVII, Fig. 7*a*—*c*.

Einzige Species.

Länge = 76—80 μ, Breite = 30—40 μ.

Diese Flagellate habe ich an einem einzigen Standort, aber in zahlreichen Exemplaren gefunden. Trotz der ungenügenden Beschreibung Perty's nehme ich doch die Identität meiner Form mit Dinema an.

Dinema griseolum gehört zu den größten und am höchsten organisirten Flagellaten. Besonders verwickelt und schwierig zu enträthseln ist das Vorderende. Die Mundfalte geht von demselben aus und wird durch eine lippenförmige Einsenkung angedeutet, welche bei gewissen metabolischen Bewegungen deutlich vorgestülpt wird. Sie verläuft auf der Bauchseite, sich zu dem eigentlichen Munde (*o*) erweiternd, welcher aber nur bei breit gedrückten Exemplaren zu sehen ist. Meistens ist er durch den einen stärker vorspringenden Faltenrand (Fig. 7*b* rechts) verdeckt; der Mund zieht sich schlitzförmig nach der einen Seite. An den unteren Rand der Mundöffnung stößt das Staborgan (*st*), welches analog dem von Peranema gebaut, aber hier viel deutlicher zu erkennen ist. Die beiden Stäbe sind an ihrem oberen Ende etwas umgebogen und durch ein Mittelstück vereinigt; unten endigen sie frei für sich im Körper. Auch hier ist das Organ ein festes Ganzes, welches vom Thier hin und her geschoben wird, so dass es bis in die Mundöffnung hineinreicht und dann wieder ins Innere zurückgezogen wird. Die Stäbe bestehen aus dichter Plasmasubstanz, färben sich mit Safranin, verquellen in Chlorallösung, koncentrirter Essigsäure, Kalilauge.

Dicht neben dem Staborgan senkt sich die Basis der mächtigen Schleppgeißel (g^1) in das Innere des Körpers und läuft dann in einem Bogen über die Mundöffnung herum nach hinten. Sie ist beim Austritt aus dem Körper am dicksten, verdünnt sich allmählich bis zur Spitze, verschmälert sich aber auch gegen die Basis hin. Mit Hilfe von Hämatoxylin wie auch direkt an lebenden Exemplaren kann man die Geißelbasis weit im Körper verfolgen, manchmal anscheinend bis in die Nähe des etwa in der Mitte liegenden Kernes. Bei unverletzten Exemplaren schien mir die Schleppgeißel noch einmal so lang wie der ausgestreckte Körper zu sein. Vielfach ist sie kürzer, da sie sehr leicht in verschiedenem Grade abbricht. Die vordere Geißel (g^2) ist viel zarter und überall gleich dick; sie entspringt seitlich an der Mundfalte. In der Nähe von der Basis der Schleppgeißel liegt die pulsirende Vacuole, welche aus kleinen Blasen zusammenfließend, ihren Inhalt gegen die Geißelbasis entleert. Ob hier vielleicht ein besonderer Schlauch für die Entleerung vorhanden ist, konnte ich nicht sicher feststellen.

Eigenartig im Vergleich zu allen anderen Euglenoidinen ist die dicke Schicht, welche die peripherische Hülle bildet. Es ist nicht eine besonders dicke Plasmamembran, vielmehr ist dieselbe relativ dünn und verquillt leicht. Dagegen liegt ihr eine besondere Plasmaschicht an, welche hier mit Recht als Ektoplasma gegenüber dem sonstigen Körperplasma bezeichnet werden kann. Nach Alkoholbehandlung, ebenso nach Tödtung mit Jod kontrahirt sich das Körperplasma und zieht sich vom Ektoplasma zurück, nur an der Mundstelle im Zusammenhange damit bleibend; aber selbst bei lebenden Thieren kann eine theilweise Trennung beider Theile eintreten, wobei dann zwischen Ektoplasma und Körperplasma Flüssigkeit ausgeschieden wird. Die spiralige Streifung, welche alle Individuen zeigen, beruht nicht allein auf Verdickungsleisten, welche auf der äußeren Oberfläche der Plasmamembran verlaufen, sondern die Erscheinung wird zugleich durch eine Differenzirung des Ektoplasmas hervorgerufen. Den Streifen entsprechend, finden sich im Ektoplasma an der Innenseite der Plasmamembran Körnchenreihen. Wenn man dieselben zum Verquellen durch Ammoniak bringt, so treten die freien Spiralstreifen der Membran für sich hervor. Möglicherweise haben wir es bei diesen streifigen Differenzirungen des Ektoplasmas von Dinema mit einer Art von kontraktilen Elementen zu thun, wie sie von Bütschli als Myonemen bei den Ciliaten näher beschrieben worden sind.

Die metabolischen Bewegungen bestehen in langsamem Ausstrecken und Zusammenziehen, zum Theil auch wurmförmigen Krümmungen, wobei der dick sackförmige Körper stets sanft abgerundete Formen behält. Während der Vorwärtsbewegung kriecht das Thier, die Bauchseite dem Substrat anlegend, langsam einher, mit seiner vorderen Geißel lebhaft schlängelnd, die hintere nachschleppend. Mehrmals, aber nicht häufig, beobachtete ich die für Anisonema bekannte Erscheinung, dass das Thier gestützt auf die Schleppgeißel sich zurückwarf, um eine andere Richtung einzuschlagen. Rotirende Bewegungen, welche Perty an seiner Form beschreibt, habe ich nicht bemerken können.

Dinema griseolum nimmt feste Nahrung auf, besonders gern Diatomeen, welche oft das Innere erfüllen (Fig. 7*b*). Außerdem finden sich wie bei anderen Peranemiden Fetttropfen in großer Menge, ferner eckige, plattenförmige und stabförmige Paramylonkörner. Der Kern ist auffallend groß, besteht der Hauptmasse nach aus zusammenliegenden Chromatinkörnern und besitzt in der Mitte einen unregelmäßig gestalteten, dichten Körper, welcher wohl als Nucleolus aufzufassen ist.

Leider trat Materialmangel ein, als ich noch auf eine Eigenthümlichkeit dieser Flagellate aufmerksam wurde. Bei manchen Exemplaren

während des Lebens, besonders aber nach Behandlung mit Alkohol, trat um den Körper eine feinfädige Masse auf, ihn wie mit einem Schleier umhüllend. Dieselbe färbte sich mit Jod zart gelb, schwach röthlich in Safranin, deutlicher blau in Hämatoxylin. Augenscheinlich handelt es sich um die Ausscheidung einer zarten Gallerthülle, welche an die Ausscheidungen erinnert, welche ich früher (73) für verschiedene Eugleniden nachgewiesen habe. Andererseits erinnert der Schleier an die Hülle, welche bei Infusorien durch Ausstoßen und Verquellen der Trichocysten entsteht. In der That glaubte ich auch in einem Exemplar feine, aber scharf umschriebene Stäbchen im Ektoplasma zu erkennen, welche sich mit Safranin färbten und in Ammoniak verquollen. Weitere sichere Nachweise, dass diese Stäbchen die zarte Gallerthülle erzeugen, gelangen nicht, da ich keine Exemplare mehr zur Verfügung hatte. Vielleicht haben wir es hier wirklich mit Trichocysten zu thun, welche bisher nach meiner Meinung bei keiner Flagellate nachgewiesen sind. Denn ob die für Raphidomonas von Stein, für Merotricha von Mereschkowski angegebenen stäbchenförmigen Gebilde echte Trichocysten vorstellen, ist noch fraglich. Eher kann man die von verschiedenen Flagellaten, wie Euglena, Ochromonas ausgestoßenen Gallertfäden als erste Andeutung von Trichocysten auffassen, da die Funktion beider Arten von Gebilden, als Schutzhülle zu dienen, wahrscheinlich eine gleiche ist (Klebs, 70).

Dinema griseolum weist Verwandtschaftsbeziehungen mit Peranema, andererseits mit Heteronema auf und erinnert ferner auffallend an Anisonema. Zugleich stellt es aber durch die Art seiner Organisation einen Höhepunkt in der Reihe der Euglenoidinen vor.

C. Petalomonadina.

Körper starr; Plasmamembran nicht spiralig gestreift; eine Geißel.

Scytomonas Stein.

Körper klein, eiförmig, vorn verschmälert und abgestutzt, mit einer derben Geißel. Kontraktile Blase in der Mitte des Vorderendes, Nahrungsaufnahme durch Aussaugung von Bakterien.

Scytomonas pusilla Stein [(107) Taf. XXXIII, Fig. 11].
Meine Taf. XIV[1], Fig. 9 *a—d*.

Einzige Art.

Länge = 4,8—6 μ, Breite 2,4—3 μ.

Dieser kleine Organismus ist bisher nur durch Zeichnungen Stein's bekannt. Letzterer hat ihn als Typus der Familie der Scytomonadinen angesehen, wozu er noch Petalomonas und andere Gattungen rechnet.

[1] Siehe Theil I.

Kent stellt die Gattung dagegen in die Nähe von Oikomonas, während Bütschli sie anhangsweise bei Petalomonas behandelt. In der That zeigt sie mit den kleineren Formen dieser Gattung große Ähnlichkeit, und dieselbe ist vielleicht noch viel ausgesprochener, als es den Anschein hat, weil bei der Kleinheit des Körpers wichtige Strukturverhältnisse leicht der Beobachtung entgangen sein können. Die Art der Nahrungsaufnahme erinnert allerdings auffallend an Erscheinungen bei Monadinen.

Scytomonas pusilla tritt in großer Individuenzahl gar nicht selten in Algenkulturen auf, welche zu faulen beginnen. Der eiförmige, etwas abgeplattete Körper, hinten sanft abgerundet, verjüngt sich nach vorn und ist dann gerade abgestutzt. An der einen Ecke der Abstutzung sitzt die relativ derbe Geißel, welche die Länge des Körpers kaum erreicht und ganz wie bei Peranema, Petalomonas bewegt wird. Im Vordertheil des Körpers fällt zunächst die kontraktile Vacuole auf, welche zu gewissen Zeitpunkten einen etwas dreieckigen Behälter darstellt, der nie ganz verschwindet, weil gleich nach seiner Verkleinerung eine andere Vacuole sich zeigt. Ich bin nicht sicher, ob diese mit der alten verschmilzt, oder sich gleich an ihre Stelle setzt. Unterhalb der Vacuole liegt der kleine bläschenförmige Kern. Im farblosen Plasma finden sich einzelne kleinere Körnchen. Die peripherische Schicht erscheint etwas dichter, wenn auch eine distinkte Plasmamembran nicht sicher nachgewiesen wurde. Jedenfalls ist der Körper, wie Stein bereits beobachtete, metabolischer Formveränderungen nicht fähig.

Die Scytomonas bewegt sich ruhig vorwärts, mit der einen Seite dem Substrat anliegend, wobei die Spitze der Geißel hin und her wedelt. Plötzlich bleibt sie vollkommen ruhig liegen, die Geißel wird nicht weiter bewegt, und jetzt sieht man, wie das Vorderende eine Bakterie festhält. Bei größeren Stäbchen konnte ich mehrmals deutlich beobachten, wie die Lichtbrechung des Stäbchens verschwand, dasselbe vollkommen durchsichtig wurde, weil es bis auf wenige Körnchen ausgesogen wurde. Dann machte sich die Flagellate los und bewegte sich, die Haut zurücklassend, weiter. Bei kleineren Stäbchen konnte ich nicht sicher entscheiden, ob sie in gleicher Weise ausgesogen oder direkt verschluckt wurden, da ich übrig bleibende Reste nicht sehen konnte.

Zustände der Längstheilung hat Stein abgebildet; sie sind sehr häufig zu sehen (Fig. 9 *c*, *d*). Auffallenderweise sah ich nicht selten, dass die Einschnürung nicht wie gewöhnlich am Vorderende, sondern am Hinterende begann, eine Erscheinung, welche Stein bei Cercomonas muscae domesticae (1 07, Taf. I, Abth. II) beobachtet hat. Im ersten Augenblick

dachte ich an Zustände der Copulation. Ich habe die Weiterentwicklung solcher Paare nicht verfolgen können, kann aber kaum annehmen, dass es sich um Copulation handelt, weil das Vorderende solcher Paare demjenigen eines Einzelindividuums entspricht, nur eine einzige Geißel, eine Vacuole besitzt. Höchst wahrscheinlich kann die Einschnürung ausnahmsweise am Hinterende beginnen — immerhin eine auffallende Erscheinung.

Petalomonas[1] Stein.

Körper klein bis groß, meist abgeplattet, höchst mannigfaltig, oft bizarr gestaltet, ausgesprochen unsymmetrisch. Plasmamembran derb, nie auffallend gestreift. Vorn an der Bauchseite eine Mulde mit der Mundöffnung; seitlich davon in einer Einsenkung entspringt die Geißel. Vacuole an der einen, Kern auf der anderen Seite des Körpers.

Die von Stein begründete Gattung besteht aus einer Anzahl Arten, zu welcher neuerdings einige neue von Penard (89), Stokes (112, 114) hinzugekommen sind. Über die Organisation haben außer Stein noch Bütschli (13) und Seligo (105) einige Angaben gemacht.

Alle Petalomonas-Arten haben einen ziemlich gleichartigen Charakter, wenn man die innere Organisation betrachtet. Stets liegt auf der Bauchseite am Vorderende eine deutliche, meist scharf begrenzte Mundöffnung, welche von Stein, Bütschli und Seligo gesehen worden ist. An dem einen Rande der Mundöffnung, gewöhnlich am rechten, wenn das Thier seine Bauchseite dem Beschauer abkehrt, entspringt die Geißel, und zwar, wie ich in einigen Fällen feststellen konnte, in einer besonderen trichterförmigen Einsenkung (Taf. XIV, Fig. 12*b*), welche von Stein wahrscheinlich bereits gesehen, von ihm aber als Schlund angenommen wurde. Die Geißel entspringt daher bei allen genauer untersuchten Formen niemals direkt am Vorderende, sondern immer auf der Bauchseite. Bei den meisten größeren Arten ist die Geißel wenig länger als der Körper; sie wird nach Art von Peranema bewegt. Doch fällt bei manchen Formen auf, dass die Geißel schief zur Achse des Körpers, sowie seiner Bewegungsrichtung gestellt ist. Seligo (105) beobachtet es bei seiner Petalomonas abscissa, ich fand diese Erscheinung sehr charakteristisch für die von mir als P. inflexa β obliqua bezeichnete Form. Die Bewegung besteht in einem sehr ruhigen, gleichmäßigen Vorwärtskriechen, wobei die Bauchseite dem Substrat anliegt. Doch kann auch zeitweise ein lebhaftes Hin- und Herzittern auf der Stelle eintreten.

Charakteristisch ist die sehr regelmäßige Lage von Vacuole und

[1] Siehe Theil I, Taf. XIV, Fig. 10—20.

Kern, erstere dem rechten, letzterer dem linken Körperrande genähert. Nach Seligo findet sich eine Haupt- und Nebenvacuole, beide von ziemlich gleicher Größe. Auch ich beobachtete vielfach die beiden neben einander liegenden Vacuolen, welche dann zusammenflossen. Doch die regelmäßigen Pulsationen wurden von mir nicht genauer untersucht.

Die thierische Ernährung wurde von Stein festgestellt, von Bütschli und Stokes (113), ferner auch von mir beobachtet. Durch die Bewegungen der Geißel resp. des ganzen Thieres nähern sich kleinere und größere Körper der Mundöffnung und sinken in das weiche Plasma direkt hinein. Im Allgemeinen findet man bei keiner Art so große Nahrungsballen wie bei Heteronema und Peranema, wahrscheinlich weil die Mundöffnung nicht erweiterungsfähig ist. Außer den Nahrungsresten finden sich Fetttröpfchen und vielleicht auch Paramylonkörner (Seligo, 105) vor.

Die Arten unterscheiden sich hauptsächlich durch die äußere Gestaltung des Körpers, und in dieser Beziehung zeigt sich eine Mannigfaltigkeit, welche noch den Formenreichthum bei Euglena oder Phacus übertrifft. Während man bei diesen Gattungen eine ganze Anzahl Arten einigermaßen aus einander halten kann, ist es mir bei Petalomonas kaum möglich gewesen. Denn die Haupttypen sind derartig durch Mittel- und Übergangsformen verbunden, dass man nicht weiß, wo die eine Art aufhört, die andere beginnt. Die einzige Methode, sich Klarheit zu verschaffen, besteht darin, die einzelnen Formen in großer Individuenzahl zu kultiviren, um sich ein Urtheil über die Variation derselben zu bilden. Bei Petalomonas-Arten ist diese Methode aber kaum anwendbar, weil die meisten Formen vereinzelt auftreten und sich durchschnittlich sehr langsam vermehren. So ist es vollkommen unbestimmt, in welchem Grade individuelle Verschiedenheiten, Einwirkungen äußerer Einflüsse mitwirken; vielleicht kommt auch die Fähigkeit hinzu, sehr langsame Formveränderungen herbeizuführen. Ich habe es aufgegeben, alle die mannigfachen Formen, welche sich mir darboten, zu bearbeiten; ich überlasse das meinen Nachfolgern und begnüge mich gewisse Haupttypen zu unterscheiden. Ich will auch die Formen nicht ausführlich beschreiben; denn wenn man die vielfach bizarren und verwickelten Gestalten genau beschreiben wollte, müsste man ein eigenes Buch darüber veröffentlichen.

Petalomonas abscissa Duj. [(41) Taf. IV, Fig. 11].

Bütschli (13) Taf. XLVII, Fig. 2.

Körper breit eiförmig bis fast kreisförmig, an beiden Enden abgerundet; gewöhnlich zwei stark vorspringende Kiele auf der Rückenseite; Bauchseite abgeplattet oder schwach ausgebuchtet.

α) convergens (Taf. XIV, Fig. 16).

Die beiden Rippen gegen die Spitze konvergirend, gleich ausgebildet.

Länge = 19 μ, Breite = 17 μ.

β) parallela (Taf. XIV, Fig. 15 *a*—*c*).

Die beiden Rippen gleichlaufend, oft ungleich ausgebildet.

Länge = 30 μ, Breite = 17 μ.

γ) deformis (Taf. XIV, Fig. 20 *a*, *b*).

Körper nach vorn verschmälert, überhaupt schmäler als bei den vorigen. Rippen sehr ungleich ausgebildet.

Länge = 22 μ, Breite = 11 μ.

Die Organismen, welche Dujardin, Stein, Bütschli, Seligo als abscissa beschreiben, gehören jedenfalls verschiedenen Typen an; ich will den Namen für die zweirippigen bewahren. Die Form γ, zu der sehr verzwickte Gestalten gehören, bildet den Übergang zum nächsten Typus, weil die beiden Rippen sich vielfach vereinigen zu einer dicken, mit seitlichen Ausläufern versehenen Mittelrippe. Andererseits treten Formen auf, bei welchen die Hauptrippen, dann auch die Nebenrippen fußartig am Hinterende hervorstehen, so dass der Übergang zu der merkwürdigen Pet. sexlobata angedeutet wird.

Petalomonas Steinii Klebs.

P. abscissa Stein (107) Taf. XXIII Fig. 18—22; Seligo (105) Taf. VIII, Fig. 40—41.

Körper meist gegen das Vorderende deutlich verschmälert, durch das Vorspringen einer Mittelrippe und Zuschärfung der Seitenkanten mehr oder weniger triangulär.

α) lata Seligo Fig. 40—41; meine Taf. XIV, Fig. 17.

Körper breit eiförmig mit starker breiter Mittelrippe.

Länge = 47 μ, Breite = 24 μ.

β) triangularis Stein Fig. 18—22; meine Taf. XIV, Fig. 14 *a*—*c*.

Körper länglich mit dreieckigem Querschnitt. Mittelrippe und Seitenkanten scharfkantig, glatt oder ausgebuchtet.

Länge = 42 μ, Breite = 22 μ.

Petalomonas mediocanellata Stein [(107) Taf. XXIII, Fig. 12—14].

Körper eiförmig abgeplattet; auf der Bauchseite deutlich gefurcht; Rückenseite gewölbt, flach oder auch gefurcht.

α) typica Stein (Fig. 15—17; meine Taf. XIV, Fig. 10 *a*—*b*).

Bauchseite stark gefurcht, der linke Furchenrand rippenartig vorspringend; Rückenseite mit schmaler Furche. Körper breit eiförmig.

β) angusta (Taf. XIV, Fig. 11).

Körper schmal eiförmig, deutlich nach vorn zugespitzt; Rückenseite schwach gewölbt.

Länge = 14—23 μ, Breite 7—14 μ.

γ) lata (Taf. XIV, Fig. 12 *a*—*b*).

Körper breit eiförmig, an beiden Enden zugespitzt; Rückenseite gewölbt.

Länge = 22 μ, Breite = 12—14 μ.

δ) pusilla (Taf. XIV, Fig. 18).

Körper klein, schmal eiförmig, mit gewölbter Rückenseite. Bei der Bewegung zeitweise rückwärts kriechend.

Länge = 7 μ, Breite = 3—4 μ.

P. mediocanellata ist sehr häufig und tritt in sehr verschiedenen Formen auf, so dass die angeführten nur einen Theil der existirenden umfassen. Der eine, gewöhnlich der linke Rand der Bauchfurche ist kielartig entwickelt, und die Furche breitet sich unter ihm seitlich aus, so dass Übergangsformen zum nächsten Typus entstehen.

Petalomonas inflexa Klebs.

P. abscissa Stein e. p. Taf. XXIII, Fig. 23—24.

Körper sehr stark zusammengedrückt, in verschiedener Weise mit einem oder beiden Rändern eingekrümmt. Hinterende abgerundet.

α) typica Stein (Fig. 23—24).

Körper blattartig, mit beiden Seitenrändern nach oben eingebogen.

β) obliqua (meine Taf. XIV, Fig. 13 *a*, *b*).

Linker Körperrand nach der Bauchseite hin stark eingekrümmt. Geißel meist während der Bewegung schief zur Körperachse stehend.

Länge = 12 μ, Breite = 6 μ.

γ) pellucida.

Körper sehr dünn, blattartig, durchsichtig, gleichmäßig sanft auf der Bauchseite eingekrümmt: Rückenseite mit seichter Furche.

Länge = 8 μ, Breite = 8 μ.

Zu diesem Typus gehören sehr verbreitete Formen, besonders ent-

sprechend der Varietät β, sehr wechselnd in der Größe, Stärke der Einkrümmung etc. Vielleicht gehört hierher auch P. sinuata Stein. Doch durch den Mangel einer ausgesprochenen Einkrümmung des Körpers unterscheidet sie sich deutlich. Wahrscheinlich steht sie näher dem vorhergehenden Typus, was sich aber aus der Zeichnung nicht entnehmen lässt.

Petalomonas sexlobata Klebs (Taf. XIV, Fig. 19*a*, *b*).

Körper dick eiförmig, nach vorn stark verschmälert, nach hinten in sechs kurze, dicke, etwas nach innen eingekrümmte Füße ausgehend, deren Zwischenräume sich an dem Körper in verschieden tiefe Furchen fortsetzen.

Länge 27—30 μ, Breite 21—23 μ.

Diese sehr eigenthümlich gestaltete Art steht bisher ganz für sich allein, obgleich sie in ihrer Organisation, so weit sie erkannt wurde, den anderen Arten entspricht. Der sonderbarste Charakter liegt in den dicken, kurzen Füßen oder Hörnern, welche wie die Finger einer sich ballenden Hand alle nach dem gleichen Centrum eingekrümmt sind. Nicht näher untersucht wurde der Verlauf der einzelnen Furchen, welche am Körper die Trennung der Füße schon andeuten. Doch schien es mir, als wenn eine tiefere und weiter nach vorn ziehende Furche mit einer seichteren abwechselt. Die Einzelheiten im Bau des Vorderendes wurden ebenfalls nicht genauer untersucht. Der Körper ist mit Fetttropfen erfüllt; ich glaubte auch Nahrungsballen darin zu erkennen. Die Bewegung gleicht vollständig dem ruhigen Vorwärtskriechen der anderen Arten.

D. Anisonemina.

Körper meist starr; zwei ungleich ausgebildete Geißeln.

Tropidoscyphus Stein [(107) Taf. XXII, Fig. 1—5].

Ploeotia Dujardin [(41) Taf. V, Fig. 3; Seligo (105) Taf. VIII, Fig. 28—31].

Die von Stein als Tropidoscyphus octocostatus beschriebene Form ist nach Seligo vielleicht identisch mit der Ploeotia vitrea Dujardin. In der That sind beide Flagellaten ihrer Gestalt nach sehr ähnlich, und sie besitzen auch die gleichen acht scharf hervorspringenden, spiralig verlaufenden Kiele. Beide haben ferner an der Bauchseite eine langgezogene Mundspalte, in der nach Seligo bei Ploeotia auch die beiden Geißeln entspringen. In Bezug auf die letzteren wird allerdings ein Unterschied angegeben, welcher, wenn er der Wirklichkeit entspricht, beide Formen jedenfalls deutlich trennt. Stein zeichnet beide Geißeln

nach vorn ausgestreckt, und die eine derselben ist relativ sehr kurz. Nach Seligo ist aber die Bewimperung ähnlich wie bei Anisonema, die längere Geißel wird nachgeschleppt, die kürzere nach vorn getragen. Außerdem ist Ploeotia marin, während Tropidoscyphus im süßen Wasser vorkommt. Eigene Beobachtungen, welche die Frage entscheiden können, vermag ich nicht beizubringen. Ich hebe diese Formen nur hervor, weil sie unzweifelhafte Peranemiden sind. Die Organisation des Vorderendes erinnert theils an Heteronema, theils an Anisonema und Entosiphon. Die Nahrungsaufnahme hat Stein für Tropidoscyphus nachgewiesen. Stein, Bütschli betonen die Verwandtschaft zu der Astasiide Sphenomonas, zu welcher Gattung Kent (66) die Art geradezu stellt. Wie ich schon vorhin bemerkt habe, liegt ein ähnliches Verhältnis zwischen diesen Formen vor, wie zwischen Euglenopsis und Astasia, Heteronema und Distigma. Doch sind nach den augenblicklichen Kenntnissen Sphenomonas und Tropidoscyphus schärfer von einander getrennt.

Anisonema Dujardin.

Körper meist eiförmig, deutlich abgeplattet, metabolisch bis formbeständig. Vorn an der Bauchseite eine verschieden ausgebildete Furche, in der die beiden Geißeln sitzen, von denen die eine nach vorn, die andere nach hinten gerichtet ist. In der Nähe der Geißelbasis die Mundöffnung, links davon die kontraktile Blase. Kern dem rechten Körperrande genähert.

Die Gattung, welche durch Stein und durch Bütschli einen bestimmten Charakter erhalten hat, ist, wie meine neueren Untersuchungen zeigen, schwierig zu begrenzen. Indessen sind dieselben nicht ausgedehnt genug, um zu einer vollständigen Änderung zu berechtigen. So will ich auch zunächst die metabolischen und starren Arten in derselben Gattung vereinigen, obwohl man sonst bei den Flagellaten, speciell den Euglenoidinen, ein Hauptgewicht auf diese Eigenschaften legt. Im Allgemeinen sind bei den von mir unterschiedenen Arten die Verhältnisse in der Organisation sehr ähnlich; sie sind es mehr, als nach den früheren Untersuchungen von Bütschli und von mir selbst anzunehmen war. Bei Anisonema acinus haben wir von einem Mundapparat gesprochen, welchen ich dem Staborgan von Peranema und von Entosiphon gleichstellte. Indessen glaube ich nach meiner neuesten Untersuchung, dass Bütschli und ich uns getäuscht haben, dass ein solches Organ nicht in der Weise vorhanden ist. Auch bei den anderen Arten habe ich nichts Derartiges beobachtet, dagegen für alle feststellen können, dass an der Bauchseite vorn eine Mulde oder eine Furche sich findet,

welche durch einen schärfer hervorspringenden Kiel an der einen Seite begrenzt ist und die Mundöffnung enthält. Die beiden Geißeln entspringen im oberen Theil dieser Mulde, welche bei A. acinus zu einer deutlichen Längsfurche ausgebildet ist. Über die besonderen Strukturverhältnisse dieser Art gebe ich unten genaueren Bericht.

Gemeinsam ist allen Arten, dass die eine Geißel nach vorn, die andere nach hinten gerichtet ist wie bei Heteronema, Dinema, Ploeotia.

Dagegen unterscheiden sich die Arten durch das Längenverhältnis der beiden Geißeln. Bei A. striatum sind dieselben ziemlich gleich; bei variabile ist die hintere wenig länger als die vordere, und diese Differenz steigert sich bei ovale, truncatum, bis sie bei acinus am ausgesprochensten hervortritt.

Die kontraktile Blase findet sich bei allen Arten an der gleichen Stelle im Vorderende am linken Rande; die Verhältnisse bei acinus habe ich bereits früher geschildert. Der Kern ist entweder bläschenförmig, wie bei striatum, oval oder körnig wie bei acinus (Bütschli [11], Klebs [70]). Bei allen Arten ist die Aufnahme fester Körper beobachtet, seitdem Clark für A. acinus sie zuerst festgestellt hat. Die größten Nahrungsbestandtheile nimmt A. truncatum auf, welche, wie Stein bemerkt hat, große Diatomeen verschluckt. Als Stoffwechselprodukt treten wie bei anderen Peranemiden Fetttröpfchen und zum Theil Paramylonkörner auf, welche ich in besonders großer Masse bei A. truncatum beobachtete.

Der Vergleich der Anisonema-Arten mit den vorhin beschriebenen Peranemiden weist aufs überzeugendste nach, dass die Gattung nicht von diesen Familien getrennt werden kann. Arten wie variabile, striatum könnte man in die Gattung Heteronema direkt versetzen; in anderer Richtung treten Beziehungen zu Dinema, Petalomonas, Tropidoscyphus hervor. Daher kann die Abtrennung von diesen und Stellung zu den Heteromastigoden (Bodoninen), welche Bütschli versucht hat, nicht von mir anerkannt werden. Damit ist nicht ausgeschlossen, dass nicht auch zwischen Anisonema und Bodo später engere Beziehungen entdeckt werden. Die von Kent beschriebenen A. ludibundum und intermedium stellen vielleicht solche Mittelglieder dar. So weit die Beobachtungen Kent's über diese Formen ein Urtheil gestatten, machen sie mehr den Eindruck von Bodoninen.

Subgenus Metanema.

Körper metabolisch; beide Geißeln ziemlich gleich lang.

Anisonema variabile Klebs (Taf. XVII, Fig. 5 *a*, *b*).

Körper breit eiförmig, abgeplattet, vorn und hinten ausgerandet.

An der Bauchseite vorn eine seichte Mulde, in der die beiden Geißeln sitzen; die Schleppgeißel länger als die vordere. Plasmamembran glatt.

Länge = 14—16 μ, Breite = 9—12 μ.

Anisonema variabile bewegt sich zeitweise langsam kriechend, wobei sie bisweilen auf der Rückenseite liegt und die Schleppgeißel nicht nach hinten ausgestreckt, sondern seitlich gebogen trägt. Dann kann das Thier sich aber auch lebhafter vorwärts bewegen, indem es mit beiden Geißeln herumschlägt. Während dieser Bewegung verändert der Körper seine Form, sich etwas verbreiternd und wieder ausstreckend. Die Vertiefung am vorderen Ende, in der die Geißeln sitzen, ist wenig hervortretend. Der Plasmakörper enthält, abgesehen von den Nahrungsballen, feine Körnchen.

Anisonema striatum Klebs (Taf. XVII, Fig. 14*a*, *b*).

Körper stark plattgedrückt, vorn und hinten breit abgerundet. Von der Ausrandung am Vorderende ab verläuft auf der Bauchseite eine kurze Furche, in der die beiden relativ kurzen derben, fast gleichlangen Geißeln sitzen. Plasmamembran mit weit von einander abstehenden Spiralstreifen.

Länge = 15 μ, Breite = 7 μ.

Diese Art schließt sich der vorhergehenden nahe an, zeigt auch wie diese noch schwache Metabolie, wobei der Körper verbreitert und wieder ausgestreckt wird. Die Vorwärtsbewegung geschieht nach der Art von Peranema, doch mehr zitternd, indem die beiden Geißeln hin und her geschleudert werden. Auch hier liegt die hintere Geißel fast stets seitlich gebogen.

Subgenus Anisonema.

Körper starr; hintere Geißel entschieden länger als die vordere.

Anisonema ovale Klebs (Taf. XVII, Fig. 6*b*—*c*).

Körper platt eiförmig, auf der Bauchseite mit einer Längsfurche, in deren oberem, besonders eingesenktem Theil die beiden Geißeln sitzen und die Mundöffnung sich befindet. Die Schleppgeißel länger als die vordere. Rückenseite schwach ausgebuchtet. Plasmamembran glatt. Kern bläschenförmig.

Länge = 11 μ, Breite = 7 μ.

β) latum (Taf. XVII, Fig. 6*a*).

Körper sehr breit, Rückenseite gewölbt.

Länge = 12 μ, Breite = 10 μ.

Diese Art nähert sich schon deutlicher dem eigentlichen Anisonema-Typus, in so fern sie formbeständig ist und die Furche auf der Bauchseite stärker ausgebildet ist. Bei manchen Individuen ist sie allerdings nur im vorderen Theile des Körpers deutlich, während sie sich bei anderen bis zum Hinterende hinzieht. Im vorderen Theil der Furche entspringen die beiden Geißeln, von denen die hintere entschieden länger ist als die vordere und auch einfach ausgestreckt getragen wird. Charakteristisch ist die Bewegungsart. Zeitweise liegt das Thier vollkommen ruhig; dann plötzlich geht es, auf der Bauchseite liegend, zu lebhafter Bewegung über, wobei es unter beständigem Zucken ziemlich regelmäßige, kreisförmige Kurven beschreibt.

Die Gestalten der einzelnen Individuen sind sehr wechselnd; die besonders breiten Formen habe ich als Varietät bezeichnet, mehr um auf sie aufmerksam zu machen. Alle Individuen enthalten reichlich Nahrungsballen, häufig aufgenommene Stärkekörner, im Falle dass stärkehaltige Pflanzentheile in die Kultur hineingebracht werden.

Anisonema acinus Duj. [(41) Taf. IV, Fig. 27].

Anisonema concavum Clark Taf. VII, Fig. 65—69.

Anisonema grande (Ehbg.) Stein Taf. XXIV, Fig. 6—11; Kent (66) Taf. XXIV, Fig. 26—30.

Anisonema acinus Duj. bei Bütschli (11) Taf. XIV, Fig. 17 *a*—*c*; Klebs (70) Taf. II, Fig. 33; meine Taf. XVII, Fig 8 *a*, *b*.

Körper abgeflacht eiförmig, mit sanft gewölbter Rückenseite und stark gefurchter Bauchseite. Der linke Rand der Bauchfurche besonders hervorspringend und an der Mundöffnung verdickt. Die hintere Geißel mehr als zweimal so lang, als die vordere, tief eingesenkt neben der kontraktilen Vacuole und mit einem Bogen nach rechts sich nach hinten umbiegend. Plasmamembran glatt oder zart gestreift. Kern feinkörnig.

Länge = 25—40 μ, Breite = 16—22 μ.

A. acinus gehört zu den bekanntesten Flagellaten; sie ist von Clark, Stein, Bütschli, Kent und mir selbst ausführlich beschrieben worden. Hier will ich nur eingehender die Organisation des Vorderendes behandeln, weil in dieser Beziehung widersprechende Ansichten herrschen. Nicht unmöglich wäre es, dass zum Theil verschiedene Arten vorliegen; größtentheils erklären sich die verschiedenen Ansichten aus der sehr schwierigen Beobachtung der Körperstruktur. Stein, Bütschli, Kent beschreiben für diese Art einen röhrenförmigen Schlund. Ich selbst habe früher von einem Staborgan gesprochen, analog wie bei Peranema. Jetzt glaube ich doch, dass die eigenthümliche Beschaffenheit von den

Rändern der Bauchfurche Schlund resp. Staborgan vorgetäuscht hat. Die Fig. 8*b* giebt die Verhältnisse wieder, wie ich sie nach den neuesten Untersuchungen zu sehen geglaubt habe. Von der abgestutzten Kante des Vorderendes verläuft etwas schief zur Längsachse die Bauchfurche, deren linker (in Figur rechter) Rand als Kiel hervorspringt und der vorn bogig den eigentlichen Mund umläuft und sich dann nach hinten wendet. An der Umbiegungsstelle ist er besonders verdickt und bildet eine schief abstehende feste Fläche (*r*), an deren oberem Rande die im Innern entspringende Schleppgeißel sich nach hinten umbiegt. Die Basis der Schleppgeißel sitzt an oder vielleicht in dem kurzen Schlauch, in welchen die kontraktile Blase hineinmündet (siehe p. 366). Die vordere Geißel g^2 entspringt für sich dem Plasma seitlich und oberhalb der Schleppgeißel. Die Nahrungsaufnahme habe ich leider nicht beobachten können. Die von mir früher bemerkten Exemplare hatten eine zart spiralig gestreifte Membran. Bei den neuerdings gesehenen war dieselbe glatt.

Anisonema truncatum Stein [Taf. XXIV, Fig. 12, 13].

Körper eiförmig, aber meist vorn breit abgerundet und nach hinten verschmälert. Organisation wie bei der vorigen Art. Durchschnittlich größer als diese und durch dichten, körnigen Inhalt, graue Farbe ausgezeichnet.

Länge = 60 μ, Breite = 20 μ.

A. truncatum steht jedenfalls acinus sehr nahe und ist vielleicht nur eine große Varietät desselben. Die Individuen, welche ich beobachtete, besaßen zum Theil die Körperform, welche Stein angiebt. Aber es gab auch breit eiförmige, hinten abgerundete, welche noch mehr der vorigen Art glichen. Die Gestalt, eben so sehr auch Länge und Breite richtet sich bei dieser Art nach der aufgenommenen Nahrung. Solche Zellen mit langen Navicula-Arten haben besonders die nach hinten zugespitzte Form. Die Geißelverhältnisse, die Beschaffenheit der Bauchfurche scheinen die gleichen wie bei acinus zu sein. Doch war hier die Untersuchung wegen des dichten Inhaltes zu schwierig, so dass möglicherweise noch Unterschiede vorhanden sind.

Das Aussehen des Körpers erinnert sehr an Dinema griseolum wegen der zahllos vorhandenen Fetttropfen und Paramylonkörner. Auch darin zeigt sich eine Ähnlichkeit, dass fast ausschließlich Diatomeen (Navicula-Arten) zur Nahrung benutzt werden. A. acinus erscheint dagegen fast stets, namentlich am Vorderende, hell durchsichtig, und die Nahrungsballen finden sich vorzugsweise nur im Hinterende. Neben grünen Algen werden doch nur selten Diatomeen und nie in so großen

Formen von acinus aufgenommen. Das Ausstoßen der großen Diatomeenschalen am Hinterende wurde mehrmals beobachtet.

Entosiphon Stein.

Körper dick, eiförmig, wenig abgeplattet, ohne distinkte Bauchfurche, an beiden Enden abgerundet. Vorn an der Bauchseite eine tiefe muldenförmige Einsenkung, in der die Mundöffnung liegt und die beiden Geißeln entspringen. Dicht neben dem Munde ein Staborgan. Die hintere Geißel nicht viel länger als die vordere, meist nach der Seite getragen. Kern bläschenförmig.

Entosiphon sulcatum (Duj.) Stein [(107) Taf. XXIV, Fig. 17—25].

Anisonema sulcatum Dujardin (41) Taf. IV, Fig. 28; Bütschli (11) Taf. XIV, Fig. 18 *a—f*.

Entosiphon sulcatum bei Kent (66) Taf. XXIV, Fig. 31—34; Seligo (105) Taf. VIII, Fig. 18—21.

Anisonema entosiphon (Stein) Klebs (70) Taf. II, Fig. 32 *a*, *b*; meine Taf. XVII, Fig. 9.

Körper eiförmig, hinten abgerundet, an der Oberfläche von Längsfurchen durchzogen; am Vorderende mit tiefer muldenförmiger Einsenkung. Staborgan bis zum Hinterende reichend, vorstülpbar.

Länge = 20—25 μ, Breite = 10—15 μ.

Entosiphon ist jedenfalls eine gute Gattung, und ich halte nicht mehr daran fest, dieselbe einzuziehen, wie ich früher vorschlug (70). Das Staborgan fehlt den Anisonema-Arten, und auf eine solche Einrichtung hin muss man bei der Begrenzung der Gattungen großes Gewicht legen. Allerdings hat Möbius neuerdings eine Anisonema multicostatum beschrieben, welche eine deutliche Schlundröhre besitzt. Die Art erinnert vielleicht noch mehr an Entosiphon und scheint eine Mittelform darzustellen. Ob die Organisation des Vorderendes mehr an Anisonema oder an Entosiphon sich anschließt, kann ich nicht sicher der Beschreibung entnehmen. Die vorliegende Flagellate ist sehr häufig und von Stein, Bütschli, mir und Seligo beschrieben worden. Auch bei dieser Form knüpft sich das Hauptinteresse an die Gestaltung des Vorderendes. Stein, Bütschli wollen hier einen Schlund bemerkt haben, während ich von einem flachen langen Staborgan gesprochen habe, und Seligo hat sich neuerdings in der Auffassung mir angeschlossen. In der That wäre auch ein Schlund, der bis zum Hinterende reicht, ein sonderbares Gebilde. Nach den Beobachtungen, welche ich über die Mundorgane von Peranema, Urceolus, Dinema gemacht habe, ist es mir am wahrscheinlichsten, dass das Organ von Entosiphon in dieselbe

Reihe gehört. Ein Unterschied zeigt sich darin, dass bei Peranema und besonders bei Dinema das Organ aus zwei einzelnen Stäben besteht, die am vorderen Ende verbunden sind, während bei Entosiphon ein einziger, flacher, nach hinten sich verjüngender Stab vorhanden ist, den man sich gleichsam durch Verschmelzung entstanden denken kann. Viel ausgesprochener als bei den früheren Formen ist die Bewegung dieses Organs. Während bei Dinema das Staborgan nur wenig in die Mundöffnung geschoben werden kann, stülpt, wie Stein bemerkte, das Thier sein Organ aus der Mundmulde bis an die Grenze des Vorderendes. Wie ich beobachten konnte, vermag das Thier das Organ auch schief zur Längsachse zu stellen. Nur bei todten Exemplaren tritt nach Kent und Seligo das Staborgan über die Körperoberfläche hinaus. Mir ist nicht unwahrscheinlich, dass ähnlich wie bei Peranema das Organ beim Hineinschaffen der Nahrung dient. Im Allgemeinen besteht dieselbe nur aus kleinen Stücken; die Aufnahme selbst ist noch nicht beobachtet worden. In der Art der Bewegung unterscheidet sich Entosiphon sulcatum deutlich von Anisonema acinus. Ich beschrieb schon früher, dass die hintere Geißel nicht zum Rückwärtsschleudern dient, sondern bei der Vorwärtsbewegung mitwirkt, welche in einem ruckweisen Vorwärtsstoßen und Hin- und Herzittern besteht.

Entosiphon obliquum Klebs (Taf. XVII, Fig. 15 *a*—*c*).

Körper ungefähr eiförmig, hinten zugespitzt, doch der eine Seitenrand stärker gewölbt als der andere. In einer schmalen Einsenkung an der Bauchseite die beiden Geißeln. Staborgan relativ kurz, bis zum Vorderende reichend, nicht beweglich. Plasmamembran zart längsstreifig.

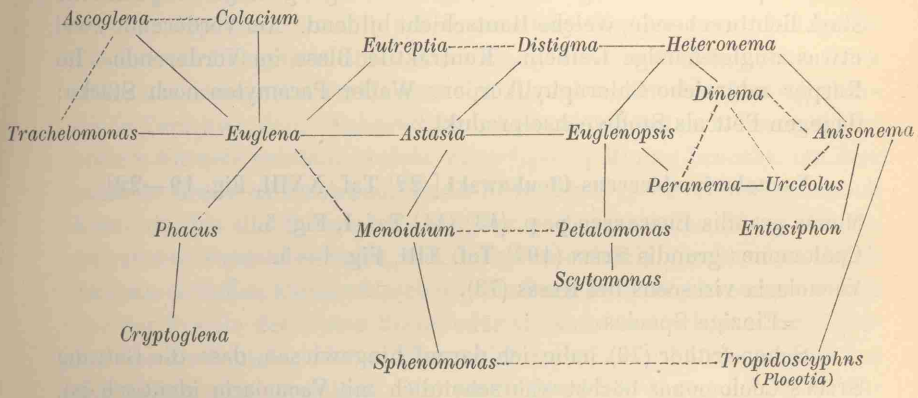
Länge = 15 μ, Breite = 7,6 μ.

Entosiphon obliquum ist ziemlich häufig; wahrscheinlich gehört die Form hierher, welche Stein auf Taf. XXIV, Fig. 25 gezeichnet und zu E. sulcatum gerechnet hat. Doch ist die Art durch ihre Körperform leicht zu unterscheiden, ferner auch durch den Mangel der Furchen, anstatt derer nur zarte Längsstreifen sich finden. Das Staborgan reicht stets bis zum Vorderende und scheint nach den bisherigen Beobachtungen nicht beweglich; doch könnten die Bewegungen übersehen sein. Die Mundöffnung, welche in einer schmalen Einsenkung liegt, findet sich etwas unterhalb der Spitze des Staborgans. Das Plasma des Körpers erscheint gleichmäßig stark lichtbrechend, mit relativ wenigen körnigen Inhaltsbestandtheilen, so dass schon dadurch die Art auffällt. Doch habe ich unzweifelhafte Nahrungsballen im Körper beobachtet.

Das Thier kriecht, die Schleppgeißel dem Substrat anlegend, vor-

wärts, indem es sich mit dem Vorderende ebenfalls darauf stützt und den Körper schief aufrichtet, denselben dabei hin und her bewegend.

Zum Schlusse der Besprechung der Eugleniden, Astasiiden und Peranemiden will ich die Verwandtschaftsbeziehungen der Gattungen in einer Tabelle ausdrücken, ohne damit eine wirkliche Stammtafel liefern zu wollen (siehe Anhang II). Die direkteren Beziehungen zwischen zwei Gattungen sind durch Striche, die entfernteren durch Punktreihen angedeutet.



IV. Chloromonadina Klebs.

Körper ohne deutliche Plasmamembran, meist etwas amöboid mit zahlreichen scheibenförmigen Chlorophyllkörpern, ohne Augenfleck; kontraktile Vacuole im Vorderende. Kern central. Holophytisch sich ernährend; Theilung in gallertumhüllten Ruhezuständen.

So ungern man auf wenige Formen hin eine größere Abtheilung gründet, so sehe ich mich doch dazu veranlasst, weil einmal in der That die hierhergehörigen Formen noch isolirt für sich stehen, ferner aber voraussichtlich durch die Kenntnis anderer ähnlicher Formen größere Bedeutung erlangen werden. Jedenfalls möchte ich die Aufmerksamkeit der Flagellatenforscher auf sie lenken.

Diese Abtheilung enthält jetzt nur Vacuolaria und Raphidomonas (Merotricha Mereschkowski, Gonyostomum Diesing), da die von Bütschli außerdem diesen beigefügten Gattungen Chromulina, Microglena zu den Chrysomonadinen, Cryptoglena zu den Eugleniden gehören. Leider ist die Entwicklungsgeschichte, besonders die Art der Theilung bei den Chloromonadinen nicht näher bekannt; ihre systematische Stellung ist noch etwas unsicher, so dass man nicht einmal sagen kann, welchen anderen Flagellaten sie am nächsten stehen. Von den Euglenoidinen

entfernen sie sich weit durch den Mangel der Plasmamembran, den ganz anderen Bau des Vorderendes. Möglicherweise lässt sich später ein näherer Zusammenhang mit Monadenformen erkennen. Vielleicht auch haben wir gerade in diesen Formen Mittelglieder zwischen Flagellaten und Volvocineen, ähnlich wie in der von Dangeard entdeckten Polyblepharis. Meine Beobachtungen beschränken sich auf die Gattung Vacuolaria.

Vacuolaria Cienkowski.

Körper oval bis länglich, amöboider Bewegung fähig. Periplast eine stark lichtbrechende, weiche Hautschicht bildend. Am Vorderende zwei etwas ungleichartige Geißeln. Kontraktile Blase im Vorderende. Im Körper zahlreiche Chlorophyllkörper. Weder Paramylon noch Stärke; dagegen Fett als Stoffwechselprodukt.

Vacuolaria virescens Cienkowski [(22) Taf. XXIII, Fig. 19—22].

Monas grandis Ehrenberg p. p. (43) (44) Taf. I, Fig. 5.
Coelomonas grandis Stein (107) Taf. XIII, Fig. 1—5.
Vacuolaria virescens bei Klebs (73).

Einzige Species.

Schon früher (70) habe ich darauf hingewiesen, dass die Gattung Stein's Coelomonas höchst wahrscheinlich mit Vacuolaria identisch ist. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die erstere Gattung eine, die letztere zwei Geißeln besitzt. Ein Irrthum von Stein wäre desshalb sehr begreiflich, weil die zweite Geißel dicht am Körper anliegt, und nur die andere frei herausgestreckt wird. Immerhin ist die Sache nicht ganz sicher, und unentschieden lasse ich es, ob eine andere Art vorliegt. Die von mir beobachteten Exemplare gehören jedenfalls zu Vacuolaria virescens.

Der Körper nimmt verschiedene Formen an, ist im Ganzen aber mehr oder weniger langgestreckt eiförmig; er verhält sich wie eine weiche plastische Masse, was namentlich dann hervortritt, wenn ungünstige Einflüsse einwirken, z. B. Berührung mit Farbstofflösungen, wobei momentan sehr lebhafte amöboide Bewegungen des Körpers erfolgen.

Der Periplast wird gebildet von einer stark lichtbrechenden, homogenen Hautschicht, welche nach Behandlung lebender Zellen mit Chlorzinkjod als eine gerunzelte, gelb gefärbte Haut hervortritt. Von ihr gehen vorn die beiden Geißeln aus, die eine ausgestreckt, die andere auch während der Bewegung dem Körper genähert, mehr horizontal liegend und wellig gefaltet. Im Vorderende befindet sich das Vacuolensystem. Nach Cienkowski sind ein bis drei pulsirende Räume vorhanden, welche zu einer bis zwei Blasen verschmelzen. Zeitweise verschwinden

sie gänzlich und machen einem hellen, dreieckigen Raume Platz. Den letzteren zeichnet Stein bei seiner Coelomonas sehr groß und fasst ihn als Leibeshöhle auf, welche durch einen Kanal mit einer Mundöffnung in Verbindung steht. Bütschli (13) schließt aus den Beobachtungen Stein's, dass die Höhle dem Reservoir der Euglenen entspricht, in welches die pulsirenden Vacuolen hineinmünden. Ein specielleres Studium des Vacuolensystems zeigt, dass dasselbe in der That manche Verschiedenheiten aufweist, welche einen Theil der vorhandenen Widersprüche der Forscher erklären können.

Das typische Verhalten scheint mir folgendes zu sein. Die große Vacuole im Höhepunkt ihrer Ausbildung zieht sich mit einem Ruck etwas zusammen und verkleinert sich dann langsam bis zum vollständigen Verschwinden. Während ihrer Kontraktion hat sich daneben eine andere Vacuole gebildet, welche etwa $^1/_2$—$^3/_4$ Minute braucht, um ihre normale Größe zu erreichen. Dann bleibt sie $1^1/_2$—2 Minuten ziemlich konstant, bis die Systole wie bei der vorhergehenden Blase eintritt. Die zweite Vacuole entsteht, wie Cienkowski richtig gesehen hat, durch Zusammenfließen kleiner Bläschen. Die Verschmelzung kann geschehen vor der Systole der ersten Blase, oder sie kann erst erfolgen unmittelbar bei der Systole; oder es bilden sich zuerst zwei Blasen, welche bei der Systole sich vereinigen. Bei plattgedrückten, unter dem Deckglas beobachteten Exemplaren kann es vorkommen, dass vor dem letzten Verschwinden der ersten Blase die neugebildete mit ihr verschmilzt. Im Moment der höchsten Ausbildung wölbt die kontraktile Blase die sie bedeckende Hautschicht nach außen vor, so dass nur ein ganz dünner plasmatischer Überzug noch vorhanden ist. Bei der ersten Kontraktion erfolgt eine deutlichere Faltung der äußeren Vacuolenwand, ohne dass ein wirkliches Zerreißen festgestellt werden konnte.

Die Chlorophyllkörper sind elliptisch, bei gedrückten Exemplaren rund scheibenförmig und erscheinen vollkommen homogen. Im Körper finden sich stark lichtbrechende, fettähnliche Tropfen, die in Alkohol sich leicht lösen, beim Herausdrücken in einzelne vacuolige Massen zerfallen. Der Kern, etwa in der Mitte des Körpers liegend, erscheint mit Methylgrün gefärbt zart feinkörnig und zeigt gewöhnlich zwei ungleich große Kernkörperchen.

Die Theilung geschieht, wie Cienkowski beschreibt, in gallertumhüllten Ruhezuständen. Leider ist es mir nicht geglückt, den eigentlichen Theilungsvorgang direkt zu verfolgen und festzustellen, ob eine Längstheilung wie bei den übrigen Flagellaten vorhanden ist. Früher habe ich bereits nachgewiesen, dass Vacuolaria außerordentlich leicht Gallerte ausscheidet, so dass es sehr schwer ist, die beweglichen Zellen

zu tödten, ohne zugleich die Bildung der Gallerte zu veranlassen. Die Hülle erscheint als eine dünne hautartige, weich gerunzelte Schicht, welche in ihren Eigenschaften sich sehr ähnlich wie die Gallerte der Euglena sanguinea verhält.

V. Chromomonadina Klebs.

Kleine bis mittelgroße Formen, einzeln oder zu Kolonien vereinigt, nackt oder mit Hülle oder Gehäuse oder in großen Gallertmassen vereinigt, häufig noch etwas amöboid. Periplast stets nur als einfache Hautschicht ausgebildet. Am Vorderende ein bis zwei Geißeln stets nach vorn gerichtet. Sehr selten farblos, meist mit ein bis zwei Farbstoffplatten, gelbbraun, selten anders gefärbt. Ernährung meist holophytisch, seltener thierisch oder saprophytisch.

Als Chromomonadinen fasse ich zwei Familien zusammen, die Chrysomonadinen und die Cryptomonadinen, von denen die ersteren den Hauptstamm bilden, während die letzteren einen eigenartig entwickelten, selbständigen Nebenzweig vorstellen. Die Verwandtschaftsbeziehungen zu anderen Organismengruppen sind in der Einleitung hervorgehoben worden.

Chrysomonadina Stein (emend.).

Körper seltener nackt, meist mit Hülle oder Gehäuse versehen, einzeln oder zu Kolonien vereinigt. Am Vorderende ein bis zwei Geißeln, häufig ein Augenfleck. Stets eine oder zwei gelbbraune Farbstoffplatten. Vermehrung durch Längstheilung im beweglichen Zustande oder häufig in Ruhe. Bildung von einfachen Dauercysten.

Stein hat zuerst die Verwandtschaft der meisten hierher gehörigen Formen erkannt und die Familie begründet. Er stellte allerdings auch Organismen dahin, wie Raphidomonas und Coelomonas, welche, wie Kent vorgeschlagen hat, ausgeschlossen werden müssen. Kent zählt andererseits noch die Cryptomonaden dazu und vereinigt damit, abgesehen von der überhaupt zu streichenden Gattung Uvella, noch die Chlamydomonade Chlorangium. Im Gegensatz zu seinen Vorgängern hat Bütschli die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattungen nicht anerkannt, sondern, einseitig Gewicht legend auf die Art der Bewimperung, dieselben theils zu den Monadinen, theils zu den Euglenoidinen und Isomastigoden gerechnet. Nach meinem Urtheil ist die Familie der Chrysomonadinen eine sehr natürliche Gruppe, und ich stimme darin auch mit der von Wille (118) ausgesprochenen Anschauung überein.

Die Organisation des Körpers verhält sich bei allen Formen in den Grundzügen gleich; es wechselt die äußere Gestalt, die Art der

Umhüllung, die Zahl der Geißeln etc. Charakteristisch vor Allem sind die gewöhnlich in der Zweizahl vorhandenen Farbstoffplatten; doch besitzen eine Anzahl Chromulina-Arten, eben so Ochromonas stets nur eine einzige. Der Farbstoff, welchen ich als Chrysochrom bezeichnen will, hat Ähnlichkeit mit dem Diatomin, wird wie dieses bei Behandlung mit Alkohol zuerst grün, bevor die Auflösung erfolgt (Bütschli 11, Woronin 120, Fisch 46). Eine specielle Untersuchung fehlt, so dass die Identität von beiden Farbstoffen nicht behauptet werden kann. Nie sind bisher an den Chrysochromplatten besondere Organe gefunden worden, welche den Pyrenoiden der Euglenen oder den Amylumkernen der Volvocineen entsprechen würden. Die Platten erscheinen im Allgemeinen homogen, wenn sich auch nicht selten Körnchen an ihnen finden, welche nach Fisch bei Chromulina Woroniniana eingelagert sind. Bei der Mehrzahl der Arten existirt ein Augenfleck, der als ein kleines rothes, bisweilen gekrümmtes Plättchen erscheint, und meistens direkt dem Ende der einen Chrysochromplatte aufsitzt — eine Lage, welche sich eben so sehr von der Stellung des gleichen Organs bei den Euglenen wie bei den Volvocineen unterscheidet. Merkwürdigerweise kommt bei Microglena punctifera neben dem großen Augenfleck noch ein kleinerer vor; zwei gleiche finden sich bei Syncrypta (Stein [107], Hansgirg [62]). Zweifelhaft ist die Sache bei Synura, bei welcher die Augenflecke in wechselnder Zahl bis zu zehn vorkommen sollen (Fresenius [50], Stein [107]). Ich habe eben so wenig wie Bütschli (11) überhaupt einen Augenfleck bei dieser Art beobachten können, so viele Individuen ich auch daraufhin untersucht habe.

Die Stoffwechselprodukte sind nicht selten charakteristisch, wie z. B. das Paramylon für die Reihe der Euglenoidinen, die Stärke für die Volvocineen. Bei den Chrysomonadinen findet sich keines von beiden, dafür aber eine sehr eigenthümliche Substanz, welche bei den anderen Flagellaten nicht vorkommt, dagegen identisch zu sein scheint mit einer Substanz von Hydrurus und den Phaeosporeen (Rostafinski, siehe später). Es ist eine weiße, stark lichtbrechende Substanz, welche zuerst von Stein für Dinobryon und Uroglena als fettartige Substanz erwähnt worden ist. Später haben Woronin dieselbe bei Chromulina Rosanoffii, Fisch bei Ch. Woroniniana bemerkt, und beide haben ihr fettähnliches Aussehen hervorgehoben. Ich habe diese Substanz bei fast sämmtlichen von mir als Chrysomonadinen bezeichneten Formen, auch bei thierisch sich ernährenden Arten beobachtet. Leider lässt sich vorläufig über die chemische Natur dieser Substanz, welche ich als Leucosin benennen will, nichts aussagen; man kann sie keiner der größeren Stoffgruppen organischer Körper zutheilen. Jedenfalls ist das

Leucosin kein Fett, da es in Wasser löslich ist; seine Haupteigenschaft besteht darin, in den bekannten Fixirungs- und Fällungsmitteln, wie Alkohol, Osmiumsäure, Pikrinsäure, Sublimat, saures chromsaures Kali, Tannin eben so zu verschwinden, wie in Säuren, Alkalien, überhaupt Mitteln, welche den Tod der Zellen herbeiführen. Für Hydrurus meint Rostafinski, dass es sich vielleicht um Glykose handelt. Es ist nicht unmöglich aber sehr unwahrscheinlich, da die eigenthümliche Lichtbrechung der Substanz kaum durch eine wässrige Lösung von Zucker hervorgerufen sein kann. Vielleicht ist das Leucosin eine besondere Art von Eiweißkörpern in Form einer koncentrirten, micellaren Lösung. Wie schon Fisch bemerkte, nimmt die Substanz weder Jod auf noch färbt sie sich mit den gebräuchlichen Farbstoffen. Das Leucosin kann in einzelnen Tropfen auftreten oder breitet sich den Raumverhältnissen anschmiegend in verschiedener Weise aus. In den meisten Fällen findet es sich vorzugsweise im Hinterende, füllt aber manchmal, wie besonders bei Microglena, den größeren Theil des Körpers aus. Bei Chromulina Woroniniana folgt das Leucosin nach der Beschreibung von Fisch den amöboiden Gestaltveränderungen des Hinterendes, ohne dass man gerade, wie Fisch meint, in dieser Substanz den Sitz der Gestaltveränderungen annehmen darf; sie folgt nur passiv als flüssige Masse den Bewegungen des Plasmas. Dasselbe beobachtete ich auch für andere Chromulina-Arten, ferner für Dinobryon Sertularia.

Wenn ich das Leucosin als Stoffwechselprodukt auffasse, welches vielleicht in enger Beziehung zu der assimilatorischen Thätigkeit der Chrysochromplatten steht, so ist das eine Hypothese, für die ein näherer Nachweis fehlt, für die aber das regelmäßige, der Quantität nach wechselnde Vorkommen im Zustande der Bewegung, die Anhäufung in Ruhezuständen spricht. Neben dem Leucosin kommen als Inhaltsbestandtheile in sehr wechselnder Menge kleine ölartige Tröpfchen vor, die unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol sind.

Das System der kontraktilen Vacuolen ist von Stein, Kent, Bütschli u. A. beobachtet worden, aber nicht für alle Fälle richtig aufgefasst. Eine Reihe Formen besitzen eine einzige Vacuole im Vorderende, so Chromulina ochracea (Stein, Bütschli), flavicans (Stein), Woroniniana (Fisch), oder es finden sich zwei abwechselnd pulsirende wie bei Chromulina verrucosa mihi. Dasselbe ist der Fall bei Dinobryon, aber wie Bütschli beschreibt, liegen dieselben etwas vom Vorderende entfernt. Im Hinterende finden sich eine oder zwei Vacuolen bei Stylochrysalis, Chrysopyxis (Stein, Wille) oder eine ganze Anzahl, zwei bis fünf bei Mallomonas, Synura (Stein). Einer besonderen Erwähnung bedarf das Verhalten der Vacuolen bei Hymenomonas und Microglena, bei

welchen dieselben nach den Angaben Stein's ähnlich wie bei den Euglenen ausgebildet sein sollen, d. h. dass sie in einem konstant sich findenden Hauptbehälter und mehreren in denselben einmündenden Nebenvacuolen bestehen. Doch liegen bei beiden Gattungen die Verhältnisse anders. Hymenomonas besitzt nur eine Vacuole, welche gewöhnlich am Vorderende sich befindet und bei einer Temperatur von ca. 15° C. alle zwei Minuten pulsirt; jede Vacuole entsteht durch Zusammenfließen von kleineren Bläschen. Sehr häufig aber treten Unregelmäßigkeiten ein. Vor der Systole entstehen andere Vacuolen, welche mit der ursprünglichen verschmelzen, in Folge dessen dieselbe zu einer großen Blase heranwächst, welche in manchen Fällen bis zu 10—20 Minuten sich erhalten kann, in anderen schon nach 5—6 Minuten sich kontrahirt, was ganz langsam geschieht. Während einer $1^1/_2$ stündigen, beständigen Beobachtung bemerkte ich als Unterbrechung der Pulsationen dreimal das Auftreten der großen Blase.

Bei Microglena punctifera finden sich im Vorderende eine Anzahl (bis zu fünf) kleinerer Vacuolen an der Peripherie vertheilt; jede pulsirt für sich und kommunicirt nicht, wie Stein angiebt, mit dem Flüssigkeitsbehälter, welcher den größeren Theil des Vorderendes einnimmt (Taf. XVIII, Fig. 13 *a*, *b*).

Einen ähnlichen Behälter beschreibt Stein auch für das Vorderende von Synura, Mallomonas; mit großer Regelmäßigkeit und ebenfalls durchaus unabhängig von den kontraktilen Vacuolen habe ich eine solche Blase bei Chrysamoeba beobachtet. Der Ausdruck von Stein »Leibeshöhle« passt zu wenig darauf; eher könnte man daran denken, den Behälter als ein Analogon zur Zellsaftblase bei Pflanzenzellen aufzufassen, oder noch besser zu den Vacuolen, welche sich bei vielen Dinoflagellaten vorfinden, z. B. gerade bei der den Chrysomonaden nahe stehenden Exuviaella (Klebs 72).

Der Kern lässt sich nicht an den lebenden Individuen erkennen und ist noch nicht bei allen Arten gesehen worden. Wo dies geschehen ist, wird er als bläschenförmiges Gebilde mit großem Nucleolus beschrieben, so bei Synura, Uroglena von Bütschli, bei Microglena, Chromulina flavicans von Stein; eben so verhalten sich Chrysamoeba, Ochromonas crenata, Chrysococcus nach meinen Beobachtungen. Für Chromulina Woroniniana giebt Fisch an, dass der Kern aus einer Rindenschicht von Chromatin, einem homogenen Kernsaft und mehreren darin eingeschlossenen Nucleolen besteht. Meistens liegt der Kern in der vorderen Hälfte des Körpers.

Der Periplast ist niemals als besondere Plasmamembran entwickelt, sondern erscheint stets nur als wenig hervortretende zarte Hautschicht.

Viele Arten haben noch die Fähigkeit Gestaltsveränderungen ihres Körpers herbeizuführen. Vollkommen wie eine Sarkodine oder Rhizomastigine verhält sich Chrysamoeba, welche zarte lange Pseudopodien strahlenförmig aussendet. Im hohen Grade amöboid sind auch die Ochromonas-Arten, welche Wysotzki (121) ausführlich beschrieben hat. Chromulina-Arten, wie Woroniniana nach Fisch, flavicans nach Stein, verrucosa, Ochromonas crenata nach meinen Beobachtungen verändern besonders gern die Form ihres Hinterendes. Sich zusammenziehen und wieder strecken vermögen die Dinobryon-Arten, wie bereits Ehrenberg bemerkte (vgl. auch Bütschli [11]). Bei Dinobryon muss man allerdings nach meiner Ansicht Zweierlei unterscheiden, einmal die Fähigkeit die Gestalt zu verändern, was man besonders bei dem Heraustreten der Individuen aus ihren Hülsen, ferner während der Theilung beobachten kann. Dabei wird auch häufig das Hinterende in amöboider Weise verändert. Außerdem findet sich die von Ehrenberg entdeckte Kontraktion. Diese betrifft, so viel ich sehen konnte, nur den oberen Theil des Körpers und meistens nur das etwas vorgestreckte, den einen Chromatophor mit Augenfleck enthaltende Ende, welches momentan auf äußere Einwirkungen hin zurückgezogen, dann langsam wieder ausgestreckt wird. Selbst anscheinend starre, mit enger Hülle versehene Formen wie Synura, Mallomonas, Hymenomonas, können, wenn auch nur langsam, die Gestalt ihres Körpers verändern.

Große Verschiedenheiten zeigen sich innerhalb der Chrysomonaden-Gruppe hinsichtlich der Umhüllung; auf der Art derselben beruhen zum Theil die wichtigsten Gattungscharaktere. Nackt sind während der Bewegung die Gattungen Chrysamoeba, Ochromonas, Pectinella (Wysotzki), Chromulina-Arten (Cienkowski, Bütschli, Stein u. A.). Die Mehrzahl der genannten Formen bilden aber, sowie sie in Ruhe übergehen, Gallerthüllen, und besonders zeichnen sich Chromulina Rosanoffii nach Woronin, Chr. Woroniniana nach Fisch dadurch aus, dass die von Gallerte umschlossenen Individuen in einzelnen, unbenetzten Gruppen auf der Oberfläche des Wassers sich ausbreiten. Auf einem langen Gallertstiel sitzen die Individuen von Stylochrysalis. Die Bildung der Gallerte habe ich sehr deutlich bei Ochromonas crenata beobachten können, ich bemerkte ähnliche Erscheinungen, wie sie von mir für Euglenen (70, 73) geschildert wurden. Fügt man zu einem Tropfen, der zahlreiche Exemplare dieser Art enthält, etwas Methylenblau, so bemerkt man sehr bald an den meisten derselben eine blau gefärbte Hülle, welche sich deutlich aus cylindrischen, mehr oder minder gekrümmten Fäden zusammensetzt. Man bemerkt auch, wie einzelne solche Fäden unter Hin- und Herzucken der Zelle ausgestoßen werden (Taf. XVIII, Fig. 4 *d*, *e*).

Eine zweite Gruppe von Gattungen besitzt feste Hülsen oder Gehäuse, in welchen der Körper mehr oder weniger frei sich befindet, oft nur mit seinem Hinterende an denselben befestigt. Die Substanz der Hülse ist glashell, homogen und nur selten wie bei Dinobryon undulatum durch Eisenoxydhydrat bräunlich gefärbt. Am bekanntesten sind die zu schwimmenden Kolonien vereinigten, pokal- oder vasenartigen Gehäuse von Dinobryon, in welchen die Individuen mit lang zugespitztem, fadenartigem Hinterende festsitzen. Genauer untersucht habe ich die Substanz der Schalen von Dinobryon Sertularia und war überrascht, die typischen Reaktionen einer reinen Cellulosehaut zu bemerken. Die Schale wird durch Chlorzinkjod violett, durch Jod und Schwefelsäure blau, löst sich in der letzteren Säure, eben so in Kupferoxydammoniak auf. Bei Dinobryon konnte ich die Entstehung der Hülsen verfolgen und dabei erkennen, wie eigentlich der Organismus, obgleich er der Hülse gar nicht anliegt, noch sie ausfüllt, dennoch sie bilden kann. Gleich nach der Theilung, die ich nicht im Einzelnen beobachtet habe, setzt sich das eine Individuum an den inneren, oberen Rand der Hülse mit seinem leucosinhaltigen Ende. Bald erkennt man (Taf. XVIII, Fig. 9 *c*, *d*), dass dieses Ende sich zurückzieht, man sieht die erste Andeutung der neuen Hülse, mit deren unterster Spitze die Zelle durch einen dünnen Faden im Zusammenhang bleibt. Allmählich scheidet nun mit ihren breiten Seiten die Zelle neuen Zellstoff aus, die Hülse wächst, während die Zelle selbst immer höher steigt. Dann verändert sich die Form der Zelle, sie wird am vorderen Ende schräg abgestutzt und scheidet an der längeren Seite der Abstutzung wieder Zellstoff ab. Die Form des Körpers verändert sich wieder, indem er sich nach der anderen Seite in die Länge streckt, dabei sich von der eben gebildeten Hülsenwand zurückziehend (Fig. 9 *e*). Hier wird wieder Zellstoff abgeschieden, die Hülse ist fertig. Durch langsame Verkürzung des Endfadens zieht sich dann die Zelle auf den Grund der Hülse zurück.

Während bei Dinobryon, Chrysopyxis die Gehäuse offen sind, besitzt Chrysococcus eine bis auf die Geißelöffnung geschlossene, derbe, mit Eisenoxydhydrat gefärbte Schale, ganz entsprechend wie Trachelomonas oder Coccomonas.

Eine dritte Gruppe bilden die Gattungen Hymenomonas, Microglena, Mallomonas, Synura, möglicherweise auch Syncrypta und Uroglena.

Die zuerst genannten Gattungen besitzen eine eng anliegende hautartige Hülle, welche von Stein und Bütschli wenigstens für Mallomonas und Synura als cuticulare Bildung, d. h. als eine Art von Periplast angesehen worden ist. Wie ich schon früher bemerkt habe, ist

das aber nicht der Fall; wir haben es hier mit echten Hüllenbildungen zu thun. Am dicksten ist die Hülle bei Hymenomonas roseola, bei welcher Stein sie als eine weiche gekerbte Schicht bezeichnet. Der Anblick wird dadurch herbeigeführt, dass in der Oberfläche der dicken, weichen Haut kleine ringförmige Scheibchen eingelagert sind, welche in Chlorallösung, ferner koncentrirter Essigsäure sich lösen, während die Haut zurückbleibt. Dieselbe nimmt sehr lebhaft Farbstoffe wie Methylenblau auf, färbt sich mit Chlorzinkjod gelblich. Wenn auch die Hülle dem Plasmakörper sehr eng anliegt, so vermag doch der letztere sich innerhalb derselben zu bewegen, was besonders vor der Theilung sehr deutlich zu beobachten ist. Bei Microglena punctifera, welche nach Stein nackt sein soll, findet sich ebenfalls eine dünne, hautartige Schicht, über deren ganzer Oberfläche kleine runde Körperchen zerstreut sind. Leider standen mir nur wenige Individuen zur Verfügung, so dass ich nicht viel über die Hülle angeben kann. Mit Hilfe einer Kochsalzlösung konnte ich die Hülle vom Plasmakörper trennen; sie ist augenscheinlich sehr weich, so dass sie leicht ihre Form verliert. Sie quillt stark in Chloral, färbt sich mit Jod gelblich, mit Methylenblau intensiv blau. Ich glaubte an ihr eine sehr feine netzartige Struktur zu sehen. Die eigenthümlichste Gestaltung erlangt die Hülle von Mallomonas, deren cilienartige Anhänge von Perty, Fresenius, Stein, Kent beobachtet worden sind. Schon Fresenius (50) berichtete, dass diese Anhänge bald mehr bald weniger vom Körper abstehen, und obwohl Kent (66) selbst hervorhob, dass diese Bewegungen durch den Widerstand des Wassers beim Vorwärtsschwimmen veranlasst werden, hat er doch diese Anhänge als Cilien bezeichnet und Mallomonas mit den Peridineen vereinigt. Bütschli (13) hat bereits diese irrthümliche Ansicht zurückgewiesen. Richtig ist die Beobachtung Kent's, dass die Hülle von Mallomonas nicht glatt ist; er beschreibt sie als gekerbt, und Imhof (65) fügt ergänzend hinzu, dass die Hülle aus einzelnen Plättchen zusammengesetzt ist, von denen jedes eine lange Borste trägt. So viel ich beobachten konnte, besitzt die Hülle einen zierlichen netzartigen Bau (Taf. XVIII, Fig. 12 *c*); von den etwas vorspringenden Balken der Netze gehen die steifen Borsten aus.

Nahe verwandt Mallomonas ist die Gattung Synura, obwohl es keinem Zweifel unterliegt, dass die erstere eine selbständige Form vorstellt und nicht, wie Stein meint, ein Entwicklungszustand von Synura. Jedes Individuum einer Synura-Kolonie besitzt eine Hülle, welche nach meinen Beobachtungen Körnchen angelagert enthält und am Hinterende auch etwas vorspringende feinere Fortsätze. Die borstenförmigen Anhänge von Mallomonas fehlen aber, und wenn Stein bei älteren Kolonien längere gekrümmte Stäbchen zeichnet, so entspricht das zwar

einem wirklichen Vorkommnis, erklärt sich aber durch die sehr häufig der weichen Hülle anhängenden Bakterien. Unter Umständen verlässt der Plasmakörper die Hülle und schwärmt als nackte Zelle frei umher. Ob ein solcher Vorgang auch bei Mallomonas eintreten kann, ist unbekannt, doch findet bei der Bildung der Dauercyste eine Trennung des Körpers von seiner Hülle statt, indem derselbe sich zurückzieht von ihr, eine neue andersartige Haut ausscheidend.

Es wurde schon früher nachgewiesen, dass diese Hüllen von Hymenomonas, Microglena etc. sich von den entsprechenden Bildungen der übrigen Flagellaten durch den engeren Zusammenhang mit dem Plasmakörper unterscheiden; sie führen hinüber zu den eigentlichen Zellhäuten, wie sie bei Algenzellen vorkommen und wie sie z. B. auch bei den Dinoflagellaten ausgebildet sind.

Nach der Zahl und Ausbildung der Geißeln kann man, wie bei der Hülle, drei Gruppen von Gattungen unterscheiden, ohne dass aber diese Gruppen in beiden Fällen die gleichen Formen umschließen. Eine einzige Geißel besitzen Chrysamoeba, Chromulina, Chrysococcus, Microglena, Mallomonas etc.; zwei Geißeln, die ungleich lang sind, Dinobryon, Uroglena, Ochromonas; zwei ungefähr gleich lange Geißeln finden sich bei Hymenomonas, Synura, Chrysopyxis, Stylochrysalis, Syncrypta.

Die Fortpflanzungserscheinungen der Chrysomonaden bestehen in der Vermehrung durch Theilung und in der Bildung von Dauercysten. Nur für eine Art, Uroglena volvox, wird auf sehr zweifelhafte und vieldeutige Bildungen hin eine geschlechtliche Fortpflanzung von Kent (66) vermuthet (vgl. auch Bütschli 13). Für die Mehrzahl der Formen ist Längstheilung nachgewiesen; bei einigen, wie bei Epipyxis, Stylochrysalis kommt nach Stein schiefe Quertheilung vor. Da aber der ganze Verlauf der Theilung nicht gesehen worden ist, so ist es für diese Fälle möglich, dass ursprünglich eine Längstheilung stattfindet, dass aber in den engen schmalen Hülsen sehr früh eine Verschiebung der Individuen eintritt, um sich dem beschränkten Raume anzupassen. Die Theilung, wie sie Wysotzki (121) für die beweglichen Zellen von Ochromonas triangulata beschreibt, entspricht vollkommen der Theilungsart einer Monade. Den gleichen Verlauf habe ich für Ochromonas crenata feststellen können. Die Geißeln verdoppeln sich, der Körper streckt sich in der Querrichtung und schnürt sich unter amöboiden Gestaltveränderungen in der Mitte ein, bis nur noch ein dünner Faden die beiden Sprösslinge verbindet, und schließlich auch dieser reißt. Derselbe Organismus zeigt aber auch unter Umständen Abweichungen in der Theilung. So beschreibt Wysotzki eine Art Knospung in ähnlicher Weise, wie Fisch (46) sie für Pleuromonas jaculans Perty angegeben hat. Ein einzelnes Individuum soll in mehrere

Theile langsam zerfallen. In der Art wie bei Monas geht auch die Theilung bei Formen der Gattung Chromulina vor sich; die einzelnen Individuen von Chr. Woroniniana theilen sich, wie Fisch beschreibt, nach Vermehrung des Zellkernes und des Chromatophors durch allmähliche Einschnürung vom Vorderende aus. Bei dieser Art, eben so bei Chr. Rosanoffii nach Woronin, ferner Chr. ovalis findet die Theilung im gallertumhüllten Zustande statt, und zwar, wie es für ovalis sicher, für Rosanoffii nach Woronin'schen Zeichnungen wahrscheinlich ist, durch successive Längstheilung. Fisch giebt für Chr. Woroniniana an, dass die Theilung wie bei einer Protococcuszelle vor sich geht, doch hebt er hervor, dass er die Theilung nicht genauer verfolgt hat. Bei den in Gehäuse oder Schalen lebenden Chrysomonadinen findet für gewöhnlich innerhalb der Hülle die Längstheilung statt; der eine Sprössling verlässt als nackter Schwärmer die Hülle und bildet sich eine neue. Für Dinobryon stipitatum hat Pelletan die Längstheilung angegeben, eben so für Chrysopyxis Stein und Wille, während von den beiden letzteren Forschern für Dinobryon (Epipyxis) utriculus schiefe Längs- resp. Quertheilung angenommen wird. Nach den Angaben Bütschli's, eben so wie Pelletan's und auch nach meinen Beobachtungen für Dinobryon undulatum findet vor der Theilung des Körpers keine Vermehrung der Farbstoffplatten statt; vielmehr erhält jedes Tochterindividuum nur eine einzige Platte, welche erst später sich theilt. Ich beobachtete ferner die Längstheilung bei Chrysococcus. Ganz wie ich es für Trachelomonas früher (70) beschrieben habe, findet die Theilung innerhalb der geschlossenen Schale statt, wobei dieselbe häufig auf der Stelle liegen bleibt und die sich theilende Flagellate innerhalb der Schale langsam sich bewegt. Nach der Theilung muss der eine Sprössling sich durch die enge Geißelöffnung durchpressen (Taf. XVIII, Fig. 7 *c*). In einem Falle bemerkte ich, dass derselbe gleich nach dem Heraustreten eine neue Schale bildete. Für die Gattungen mit eng anschließender Hüllhaut ist Längstheilung von Bütschli für Synura nachgewiesen worden, wobei zum Unterschiede von Dinobryon, Chrysococcus die Farbstoffplatten vorher sich auf vier vermehrt hatten. Das Verhältnis der Hülle bei der Theilung ist bisher nicht verfolgt, eben so wenig für Mallomonas und Microglena. Dagegen konnte ich für Hymenomonas roseola den Theilungsvorgang mehrmals von Anfang bis zu Ende beobachten (Taf. XVIII, Fig. 11 *e*, *f*).

Hymenomonas theilt sich in der Ruhe nach Abwerfen der Geißeln. Während der Bewegung langgestreckt, nimmt die Flagellate eine mehr rundliche Gestalt an und verbreitert sich bald gleichmäßig, bald hauptsächlich am Vorderende. Innerhalb der dicken Hülle verändert der

Körper langsam seinen Platz, in Folge dessen es nicht in jedem Falle möglich ist zu entscheiden, ob die Theilungsebene parallel oder senkrecht zur ursprünglichen Längsachse steht; doch ist das Erstere für alle Fälle das Wahrscheinlichste. Die Theilung wird eingeleitet durch die Spaltung jeder Farbstoffplatte; sehr bald finden sich zwei kontraktile Vacuolen, über deren Entstehung ich nichts aussagen kann. Dabei verbreitert sich der Körper immer mehr, man sieht dann in der Mitte eine ringsum laufende zarte Einschnürung, welche jedenfalls sehr schnell verläuft, so dass man bald zwei getrennte Zellen beobachtet (Taf. XVIII, Fig. 11 *e, f*). Während dieser Einschnürung zeigt sich auch, dass die dicke Hülle ebenfalls eingeschnürt wird. Dann, wenn die Theilung des Plasmakörpers beendet ist, wird die Einschnürung der Hülle deutlicher. Die Einschnürung betrifft nur die weiche gallertartige Hülle, und erst ganz allmählich und später treten die Ringkörperchen an der Oberfläche der Einschnürungsstelle hervor. Schließlich erfolgt die gänzliche Trennung, nach welcher jede Tochterzelle ihre eigene Hülle besitzt. Man kann sich ohne Schwierigkeit diese Theilung der Hülle mechanisch erklären; die beiden Sprösslinge nach ihrer Theilung suchen sich, wie in allen solchen Fällen, von einander zu entfernen, und bewirken ein Ausziehen, eine Einschnürung und langsame Zerreißung der weichen dehnbaren Hülle. Wenn man damit die Theilung einer Euglena mit deutlicher Plasmamembran vergleicht, so sieht man sofort den wesentlichen Unterschied. Bei Euglena wird die eigentliche Theilung nach den vorbereitenden Stadien gerade durch die langsame Einschnürung dieser Membran herbeigeführt (Klebs, 70), während hier bei Hymenomonas die Theilung der Hülle erst eine sekundäre Folgeerscheinung der Theilung des Plasmakörpers ist. Immerhin ist diese Theilung der Hülle eine bemerkenswerthe Erscheinung, welche bisher unter den Flagellaten isolirt, auch unter den Volvocineen nicht vorhanden ist. Dagegen hat Schilling (95) bei Peridineen eine ganz ähnliche Theilung beobachtet. Mit einer Cystenhaut versehene Individuen theilen sich dadurch, dass in demselben Maße, wie der Plasmakörper sich einschnürt, das Gleiche auch bei der Zellwand eintritt. Vielleicht verläuft die Theilung bei Microglena, Synura, Mallomonas eben so wie bei Hymenomonas.

Dauerzustände sind bisher nur bei einem Theile der Chrysomonadinen bekannt geworden. Cienkowski (22) hat bei Chromulina eine interessante Bildungsweise solcher Zustände beobachtet, welche sehr an die von dem gleichen Forscher entdeckte Cystenbildung bei Monas guttula erinnert. Fisch (46) hat für Chromulina Woroniniana dieselbe Entstehung der Cysten nachgewiesen. Dieselbe erfolgt in den genannten

Fällen endospor, indem nur ein Theil, bei den Chromulina-Arten allerdings der größere Theil des Körpers sich mit einer besonderen Cystenhaut umgiebt, während der Rest ausgestoßen wird. Von anderen Chrysomonaden ist die Entstehung solcher Cysten bisher nicht direkt beobachtet worden; sie selbst sind aber bei verschiedenen Formen gesehen worden. So hat Bütschli, eben so auch Stein Cysten von Dinobryon beschrieben, welche ich ebenfalls mehrfach beobachtet habe. Bei der letzteren Gattung sah ich auch an Kulturen in einer feuchten Kammer die Entstehung. Ein Individuum begab sich an die Öffnung der Hülse, schied eine zarte Hülle aus, kontrahirte sich etwas und bildete dann eine zweite viel derbere Hüllschicht. Die Cyste klebte gewöhnlich an der alten Hülse ziemlich fest an.

Bei Mallomonas, bei welcher Form Stein die Cyste beobachtet hat, liegt dieselbe innerhalb der alten Hülle, und nur umgeben von einer einzigen sehr derben Haut, welche an dem einen Ende, so viel ich beobachten konnte, eine kleine halbkugelige Erhöhung trägt. Auf die wichtige Thatsache, dass sowohl bei Dinobryon wie bei Mallomonas die derbe Cystenhaut verkieselt ist, habe ich schon hingewiesen (siehe p. 284). Wie sich die Cyste von Synura, welche Bütschli in ähnlicher Weise wie bei Dinobryon beschreibt, in Bezug auf den Kieselsäuregehalt der inneren Haut verhält, kann nicht angegeben werden.

Der Austritt der Flagellaten aus ihren Cysten ist bisher nur selten beobachtet worden. Woronin bemerkte, dass die im Winter ruhenden Cysten von Chromulina Rosanoffii im Januar schwärmende Zellen entließen; das eigentliche Ausschlüpfen hat er nicht beobachtet, eben so wenig Wille. Doch giebt der Letztere an, dass er neben einer geöffneten Cystenmembran vier Zellen in Gallerte gehüllt gesehen habe, von welchen er annimmt, dass sie durch kreuzweise (?) Theilungen des Inhaltes entstanden sind. Die charakteristischen Dauercysten von Dinobryon und Mallomonas sind in ihrer Keimung bisher nicht beobachtet worden. Dagegen hat Wysotzki die Entwicklung der Cysten von Ochromonas triangulata beobachtet, wobei nach Verquellung der Membranen der Inhalt in zwei, vier etc. Theile zerfällt.

Die Ernährungsweise der meisten Chrysomonadinen ist pflanzlich, indem sie mit Hilfe ihrer Chrysochromplatten und des Lichtes Kohlensäure assimiliren. Ein kleiner Theil der bekannten Arten besitzt aber noch die Fähigkeit, sich durch Aufnahme fester Stoffe zu ernähren und so zu gleicher Zeit pflanzliche wie thierische Ernährung zu zeigen. Das erste Beispiel entdeckte Stein bei seiner Chrysomonas flavicans, in deren Körper er andere Organismen vorfand, und von der er daher thierische Ernährung vermuthete. Dieselbe wurde bestätigt von

Wysotzki, und auch ich habe es feststellen können. Im farblosen Hinterende des Körpers zahlreicher Individuen befinden sich aufgenommene Algen, z. B. Chlamydomonaszellen, ferner Diatomeen (Taf. XVIII, Fig. 5 *a*, *b*). Die Art und Weise der Aufnahme wurde nicht beobachtet. Ferner hat Wysotzki für die Arten der Gattung Ochromonas die gleiche Ernährungsart gesehen; bei triangulata werden mit Hilfe von Pseudopodien Bakterien, Öltropfen von Pinus Cembra aufgenommen und ins Hinterende geschafft. Vielleicht wirken aber weniger Pseudopodien als Vacuolen dabei mit; bei einer der Gattung Ochromonas zugehörigen Form, welche auch feste Nahrung enthielt, beobachtete ich die Bildung einer solchen Nahrungsvacuole am Vorderende wie bei Monas, aber allerdings ohne dass in dem Falle Nahrung erfasst wurde. Dagegen konnte ich sehr oft die Nahrungsaufnahme bei Ochromonas crenata beobachten; sie geht vollkommen wie bei einer Monas vor sich. Die Individuen, häufig sich an Algenfäden festsetzend, bilden von sich aus am Vorderende Vacuolen, welche sich durch eine relativ dicke Wandung auszeichnen und sehr beträchtliche Größe erreichen können. Durch die Bewegung der Hauptgeißeln oder von sich aus kommen Bakterien etc. in die Nähe, berühren die Blase und werden eingesogen (Taf. XVIII, Fig. 4 *c*, *g*). Sehr langsam geschieht dann das Einziehen der Nahrungsvacuole. Sicher konnte ich die thierische Ernährung auch bei Chromulina verrucosa feststellen, bei welcher Art fast bei allen Individuen im Hinterende Nahrungsreste sich vorfanden. Hier beobachtete ich auch die Ausscheidung solcher Reste am Hinterende (Taf. XVIII, Fig. 6 *d*).

Nur einem Theil der Chrysomonadinen kommt Koloniebildung zu. Sehr bekannt sind seit Ehrenberg die scheinbar vielverzweigten, frei schwimmenden Kolonien von Dinobryon, welche dadurch zu Stande kommen, dass nach jeder Theilung der eine Sprössling sich auf dem Mündungsrand der Schale befestigt und eine neue Schale bildet. Indem bei weiterer Theilung an derselben Schale mehrere Individuen sich festsetzen und sich in gleicher Weise vermehren, erhalten wir die charakteristischen Kolonien (Bütschli 11, 13; Stein 107). Anders geartet und mehr den Verhältnissen bei Volvocineen ähnlich sind die Kolonien von Synura, Uroglena und Syncrypta. Genauer kennt man die Entstehung der Kolonien von Synura. Zahlreiche Einzelthiere sind bei ihr in radialer dichter Anordnung zu einer Kugel vereinigt. Bütschli behauptet, dass die Hinterenden im Centrum in organischem Zusammenhange stehen, während nach Stein nur eine lockere Verbindung vorhanden ist. Meine eigenen Beobachtungen sprechen mehr für die Ansicht Stein's. Nur die Hüllen der Einzelthiere sind mit einander verklebt; schon durch Alkoholbehandlung fällt die Kolonie aus einander.

Die Vermehrung der Kolonien geschieht auf zweierlei Weise. Einmal zerfällt eine Kolonie, welche durch lebhafte Theilung der Einzelwesen stark herangewachsen ist, in zwei Stücke, wie Stein hervorgehoben hat und ich nur bestätigen kann. Ferner können aber neue Kolonien aus einzelnen Zellen entstehen. Ich beobachtete, dass die Plasmakörper einer älteren, mit Bakterien reich besetzten Kolonie ihre Hülle nach einander verließen und als nackte Schwärmer sich fortbewegten. Ich bemerkte dann in derselben Kultur ganz kleine Kolonien von zwei oder vier Individuen, und darf wohl annehmen, ohne es direkt gesehen zu haben, dass diese Anfänge aus einzelnen Schwärmern entstanden sind. Durch successive Längstheilung bildeten sich weiter die größeren Kolonien aus. Diese Entstehungsgeschichte zeigt, dass die Kolonie von Synura sich gänzlich anders bildet und vermehrt als die äußerlich ähnlichen Kolonien der Volvocinee Pandorina. Dasselbe ist höchst wahrscheinlich der Fall mit Uroglena, bei welcher zahlreiche Individuen in der oberflächlichen Schicht einer gemeinsamen Gallertkugel eingelagert sind, so dass auch hier nur eine äußerliche Ähnlichkeit mit Volvox vorliegt. Über die Bildung der Kolonie von Uroglena sind bisher nur die Beobachtungen von Kent bekannt, welche aber, wie Bütschli bemerkt hat, nicht sehr zuverlässig erscheinen. Gleiches gilt von den Beobachtungen Grimm's (56) über eine der Syncrypta vielleicht nahe stehende Form; vgl. die Darstellung und Kritik Bütschli's.

Da ich nicht die Absicht habe, eine ausführliche Monographie der Chrysomonadinen zu liefern, sondern es mir wesentlich darauf ankommt, sie als eine natürliche Gruppe darzustellen, begnüge ich mich mit kurzen Diagnosen der Hauptgattungen und der Beschreibung der von mir neu entdeckten Arten. Eine Reihe neuer Arten sind neuerdings von Stokes (109, 111, 115) beschrieben worden, aber leider wenig eingehend, so dass ihr Verhältnis zu den anderen Chrysomonaden noch in vielen Punkten unklar ist. Sehr merkwürdig ist die von Stokes (109) entdeckte Cyclonexis annularis, bei welcher zahlreiche Einzelwesen zu einer ringförmigen, freischwimmenden Kolonie vereinigt sind, analog in gewisser Hinsicht der Volvocinee Stephanosphaera.

A. Chrysomonadina nuda.

Körper nackt oder im ruhenden Zustande von Gallerte umhüllt.

Chrysamoeba Klebs.

Körper während der Bewegung dick eiförmig, mit einer Geißel· zeitweilig in Form einer Amöbe mit feinen, ringsum ausstrahlenden Pseudopodien. Zwei Farbstoffplatten, 2—3 kleine kontraktile Vacuolen, eine größere konstante Vacuole; ohne Augenfleck.

Chrysamoeba radians Klebs (Taf. XVIII, Fig. 1 *a—c*).

Einzige Species.

Länge = 12—15 *μ*.

Diese merkwürdige Flagellate habe ich an einem Standort in größerer Menge angetroffen. Sie entspricht in ihrem Wechsel von Amöben- und Schwärmzustand einer Mastigamoeba. Doch wurde nie eine Andeutung einer Aufnahme fester Nahrung beobachtet. In dem Amöbenzustand findet eine ganz langsame Vorwärtsbewegung statt; während derselben bleibt die Geißel stets erhalten. Von Theilungszuständen habe ich nur weit vorgeschrittene gesehen, wobei die amöbenartigen Sprösslinge noch durch einen Faden in Verbindung standen.

Chromulina Cienkowski.

Körper kuglig bis oval länglich, stets amöboid, besonders am Hinterende; mit einer Geißel, einer bis zwei Farbstoffplatten, meist mit Augenfleck. Theilung in gallertumhüllten Ruhezuständen. Dauercysten so weit bekannt endospor.

Cienkowski (22) hat die Gattung gegründet, aber erst Bütschli (13) hat ihr einen allgemeineren Charakter gegeben, der von Fisch (46) anerkannt wurde und auch von mir angenommen wird. Die Arten sind augenscheinlich zahlreich in unseren Gewässern vertreten, aber nur zum kleineren Theile bisher bekannt. Wille (117, 118) hat den Versuch gemacht, die Selbständigkeit der Gattung aufzuheben, indem er behauptet, dass gewisse Arten nur Entwicklungsformen der Gattungen Epipyxis, Chrysopyxis vorstellen. Sowohl Bütschli wie Fisch haben diese Anschauung von Wille bekämpft und, wie mir scheint, auch nach meinem Urtheil mit vollem Recht, obwohl Wille diesen beiden Forschern gegenüber von Neuem seine Ansicht lebhaft vertheidigt hat. Er hat beobachtet, dass Chromulina-ähnliche Schwärmer sich festgesetzt und sich zu Chrysopyxis umgewandelt haben. Das wird jedenfalls richtig sein, aber damit ist nicht nachgewiesen, dass jene Schwärmer wirklich Chromulina-Arten waren, wie sie von Cienkowski, Bütschli, Woronin, Fisch beschrieben worden sind. Aus der Beschreibung Wille's geht sogar direkt hervor, dass sie es nicht sein können. Die Chromulina-Schwärmer haben stets nur eine Geißel, diejenigen von Chrysopyxis müssen zwei besitzen. Wille beschreibt für die letztere allerdings nur eine. In seiner Erwiederung bemerkt er aber, dass er vielleicht bei den Schwärmern von Chrysopyxis die eine Geißel übersehen habe. Damit gesteht er, dass seine Beobachtungen nicht sehr eingehend waren und nicht genügend, um nachzuweisen, ob die in jedem Falle sehr ähnlichen

Formen verschieden oder identisch waren. Wir begegnen hier derselben bedenklichen Schlussfolgerung, welche manche Algologen in Bezug auf die niederen Algen gezogen haben. Desshalb, weil höhere Fadenalgen unter Umständen Entwicklungszustände zeigen, welche niederen Algen sehr ähnlich aussehen, folgt in keiner Weise, dass die letzteren gar nicht mehr als selbständige Formen existiren sollen; vielmehr giebt es vollkommen gute Arten bei den Protococcoiden, bei der Gattung Proto- und Pleurococcus, und darin wird nichts geändert, wenn auch für einzelne nachgewiesen wird, dass sie zu höheren Algen gehören. So wäre es auch möglich, dass die schwärmenden Zellen von Chrysopyxis, Epipyxis, Dinobryon als Chromulina-Arten beschrieben worden seien, oder es werden könnten. Dadurch wird die Selbständigkeit der anderen Arten gar nicht berührt.

Ich beobachtete folgende Arten:

Chromulina flavicans (Ehbg.) Bütschli.

Monas flavicans Ehrenberg (42).

Chrysomonas flavicans Stein (107) Taf. XIII, Fig. 16—18; Wysotzki (121) p. 4; meine Taf. XVIII, Fig. 5 *a*—*c*.

Körper während der Bewegung länglich, veränderlich. Periplast etwas körnig; 1—2 kontraktile Vacuolen im Vorderende; ein Augenfleck; zwei Chrysochromplatten; im Hinterende meist gefressene Nahrungsballen.

Länge = 14—16 μ, Breite = 7—13 μ.

Diese Flagellate bewegt sich wie eine echte Monade gleichmäßig fortschwimmend, lange Zeit ohne Rotation, dann auch wieder langsam rotirend. Während der Bewegung verändert sich die Form des Hinterendes. Bisweilen hört die Bewegung auf, und die Zelle rundet sich kuglig ab, auch in diesem Zustand an der Peripherie kleine Auswüchse bildend und einziehend. Charakteristisch ist die Einlagerung feiner Körnchen in dem Periplasten, und diese körnige Peripherie des Körpers erinnert sehr an Monas vivipara. Die Figuren 19 *a*—*g* bei Stein gehören wahrscheinlich nicht zu Ch. flavicans. Die Thatsache, dass Ch. flavicans sich thierisch ernährt, ist leicht zu beobachten (vgl. Wysotzki). Fast jedes Exemplar enthält Nahrungsballen, Diatomeen (Fig. 5 *b*), oder Chlamydomonaden (Fig. 5 *a*, *c*). Die Art der Aufnahme wurde noch nicht beobachtet. Im Hinterende liegen die Nahrungsballen in dem leucosinhaltigen Plasma.

Chromulina verrucosa Klebs (Taf. XVIII, Fig. 6 *d*).

Körper dick eiförmig, mit einer sehr großen und stark verbogenen Chrysochromplatte, Augenfleck; zwei kontraktile Blasen am Vorder-

ende. Periplast mit einzelnen höckerartigen Vorsprüngen. Im Hinterende gefressene Nahrungsballen.

Diese Art habe ich an verschiedenen Standorten, aber meist nur in vereinzelten Exemplaren beobachtet. Sie ist durch die hervortretenden, in geringer Anzahl vorhandenen Höcker des Periplasten von Chr. flavicans leicht zu unterscheiden. Gewöhnlich erscheint sie auch viel dicker eiförmig, am Vorderende verschmälert und fast abgestutzt, am Hinterende breit abgerundet. Ferner habe ich nur eine einzige, aber stark muldenförmig gebogene und, wie es scheint, vorn eingekrümmte Chrysochromplatte beobachtet; wenigstens konnte ich mich nicht mit Sicherheit von zwei gesonderten Platten überzeugen. Der Körper ist fähig seine Gestalt zu verändern, wenn auch eine besondere amöboide Beweglichkeit des Hinterendes nicht hervortritt. Der Körper kann sich aber strecken und sich zusammenziehen. Aufgenommene Nahrungsballen findet man bei der Mehrzahl der Exemplare. Der Kern, die Theilung wurden bisher nicht beobachtet. Die Bewegung besteht in raschem freiem Schwimmen, verbunden mit Rotation.

Chromulina ochracea (Ehbg.) Bütschli.

Monas ochracea Ehrenberg ? (44) Taf. I, Fig. 7.
Chromulina ochracea Bütschli (11) Taf. XII, Fig. 10 *a*—*c*.
Chrysomonas ochracea Stein ? (107) Taf. XIV, Abthl. III, Fig. 1.

Körper klein, etwas abgeplattet, rundlich bis herzförmig mit zwei Chrysochromplatten, Augenfleck und einer kontraktilen Blase im Vorderende. Periplast glatt. Holophytisch sich ernährend.

Länge = 3,6 — 5,4 μ.

Diese kleine Chrysomonadine habe ich mehrfach gesehen, ohne Anderes an ihr zu beobachten, als was bereits Bütschli mitgetheilt hat. Nur seine Angabe über den Ursprung der Geißel, welche nach ihm von einer der breiten Körperflächen entspringen soll, kann ich dahin berichtigen, dass, wie bei den anderen Arten, dieselbe am Vorderende sitzt. Ich finde die Bewegungsart charakteristisch, namentlich zum Unterschiede von den vorigen Arten und der folgenden. Bütschli beschreibt sie als eine sehr rasche, flatternde, auch zuckende und wackelnde Bewegung, welche nur zuweilen von kurzen Ruhepausen unterbrochen wird. Die Theilung wurde bisher nicht gesehen. Möglicherweise ist diese Art identisch mit Chr. nebulosa Cienkowski, wenn auch die Gestalt der einzigen Chrysochromplatte nicht dafür spricht. Ob die von Stein als Chrysomonas ochracea gezeichneten Flagellaten hierher oder vielleicht zur folgenden Art gehören, muss ich ebenfalls unentschieden lassen.

Chromulina ovalis Klebs (Taf. XVIII, Fig. 6*a*—*c*).

Körper während der Bewegung eiförmig, oft hinten zugespitzt; das farblose leucosinhaltige Hinterende amöboid; eine muldenförmige Chrysochromplatte, ein Augenfleck, eine kontraktile Blase im Vorderende. Theilung im abgerundeten geißellosen Zustande in Gallerthülle.

Länge = 8—13 μ, Breite = 5—7 μ.

Diese Art wurde häufiger beobachtet und lässt sich mit den bisher beschriebenen Arten nicht identificiren. Die Bewegung besteht in einem ruhigen Vorwärtsschwimmen, verbunden mit Rotation, wobei das Hinterende seine Gestalt nicht selten verändert. Dasselbe wird ganz ausgefüllt von dem Leucosin. Am etwas ausgerandeten Vorderende sitzt die Geißel, welche länger als der Körper ist. Nach einiger Zeit der Bewegung kommt die Flagellate zur Ruhe, rundet sich ab, umgiebt sich mit einer Gallerthülle und theilt sich in ihr der Länge nach. Die Theilung kann weiter gehen und größere Komplexe von Individuen entstehen, welche aber zum Unterschiede von der nächsten Art stets von Wasser umgeben sind, wenn sie sich auch an der Oberfläche der Kultur befinden.

Chromulina Rosanoffii (Woronin) Bütschli.

Chromophyton Rosanoffii Woronin (120) Taf. IX.

Körper klein, meist eiförmig, wenig amöboid, ohne Augenfleck, mit einer schmalen Chrysochromplatte, einer kontraktilen Vacuole. Theilung im ruhenden gallertumhüllten Zustand; auf der Oberfläche des Wassers einen unbenetzten, staubartigen Überzug bildend.

Der ausgezeichneten Darstellung Woronin's habe ich nichts beizufügen. Die Zugehörigkeit zu Chromulina, welche Bütschli betont hat, scheint mir auch durchaus überzeugend. Durch die merkwürdige Gewohnheit, auf der Oberfläche des Wassers den staubartigen, unbenetzten Überzug zu bilden, unterscheidet sich die Art von den vorhin beschriebenen und ist überhaupt dadurch auf den ersten Blick kenntlich. Eine nahe verwandte Art ist die von Fisch (46) genau beschriebene Chromulina Woroniniana.

Ochromonas Wysotzki[1].

Körper verschieden geformt, deutlich amöboid. Am Vorderende mit zwei Geißeln, kontraktiler Vacuole. Ein oder zwei Chrysochrom-

[1] Da die Arbeit von Wysotzki russisch geschrieben ist, konnte ich sie selbst nicht lesen. Herr Artary aus Moskau war so liebenswürdig, mir die Hauptsachen daraus zu übersetzen.

platten. Theilung im beweglichen und ruhenden Zustande. Feste Nahrung aufnehmend.

Diese Gattung umschließt nach dem Entdecker derselben zwei Arten, triangulata mit länglich dreieckigen schwärmenden Individuen, bei welchen die eine Geißel länger als die andere ist, und biciliata von länglicher Form mit zwei gleich langen Geißeln. Ich habe mehrfach Chrysomonaden gefunden, welche in ihrem Bau der Gattung Chromulina völlig entsprachen, aber neben der Hauptgeißel eine kleine Nebengeißel besaßen. Ich will sie als besondere Arten hier anführen.

Ochromonas mutabilis Klebs (Taf. XVIII, Fig. 2, 3 *a*, *b*).

Körper länglich eiförmig, vorn ausgerandet oder abgestutzt; Hauptgeißel länger als der Körper, Nebengeißel nicht halb so lang als letzterer. Zwei Chrysochromplatten, ein Augenfleck, eine kontraktile Blase im Vorderende. Nahrungsballen im Hinterende.

Länge = 16—24 μ.

Diese Art bewegt sich langsam fort, gleichmäßig rotirend, stellenweise sich festsetzend. Sie hat die Fähigkeit, langsam ihre Gestalt zu verändern, besonders das Hinterende auszustrecken (Fig. 3 *b*) und wieder einzuziehen, ohne dass aber deutliche Pseudopodien zu sehen sind, wie sie Wysotzki für Och. triangulata beschrieben hat. Ähnlich dieser Art ernährt sich auch Och. mutabilis thierisch. Die Aufnahme selbst wurde nicht gesehen, ich bemerkte nur einmal die Bildung einer Nahrungsvacuole, wie sie bei der folgenden Art öfters beobachtet wurde. Möglicherweise stellen Fig. 2 und 3 verschiedene Arten vor, wie ich Anfangs glaubte. Doch konnte ich diese Formen nicht so genau studiren, dass ich mich bestimmter darüber aussprechen könnte.

Ochromonas crenata Klebs (Taf. XVIII, Fig. 4 *a*—*e*).

Körper rundlich bis länglich, vorn abgestutzt, meist mit zahlreichen warzenförmigen Vorsprüngen an der Peripherie versehen. Außer der Hauptgeißel eine zweite sehr kleine Nebengeißel. Eine vielfach gefaltete Chrysochromplatte, ein Augenfleck, eine kontraktile Blase. Aufnahme fester Körper mit Hilfe von Vacuolen.

Länge = 14—20 μ.

Diese Art zeigte sich in sehr großer Individuenzahl in einem Kulturgefäß. Durchschnittlich besitzen die Exemplare eine Form, wie Fig. 4 *a*, *c*, *h* zeigen; doch wegen der Fähigkeit, die Gestalt zu verändern, bemerkt man auch andere Formen. Sehr charakteristisch, dabei etwas ähnlich wie bei Chromulina verrucosa, ist die Bedeckung der Peripherie mit den kleinen zarten Warzen, welche allerdings auch bei

manchen Exemplaren in geringer Anzahl vorkommen oder fast fehlen. Die Chrysochromplatte erinnert in ihren mehrfachen Krümmungen ebenfalls an Chr. verrucosa. Der Augenfleck ist sehr klein und undeutlich. In der Mitte des Körpers liegt der Kern (Fig. 4 *f*) mit großem Nucleolus, nur sichtbar nach Färbung. Die Nahrungsaufnahme lässt sich leicht feststellen: sie verläuft genau wie bei einer typischen Monas, nur mit dem Unterschied, dass die Bildung der Nahrungsvacuolen selbständig erfolgt und dass dieselben von auffallend derber Haut umkleidet sind. Ich sah öfters das langsame Heraustreten, Hin- und Herbiegen, die Anschwellung der Blase, eben so das Einsinken von Bakterienhaufen in dieselbe. Wie Fig. 4 *g* zeigt, kann sich dicht neben der noch nicht eingezogenen, nahrungshaltigen Vacuole schon eine zweite neue bilden. Die Bewegung entspricht ebenfalls ganz derjenigen von Monas-Arten; die Individuen schwimmen gleichmäßig ruhig fort, ohne Rotation; zeitweise setzen sie sich fest, besonders gern an Algenfäden, und fangen dabei ihre Beute. Über die Ausscheidung der Gallerte wurde schon früher berichtet. Die einzelnen Gallertfäden färben sich in Methylenblau nicht blau, sondern violett, mit Ausnahme des etwas verdickten äußersten Endes, welches in Folge dessen hervortritt. Wahrscheinlich stellen die Fäden Hohlcylinder dar. Während der Ausscheidung zuckt das Thier, rundet sich ab und verliert seine Warzen (Fig. 4 *d*, *e*). Vielleicht sind es diese gerade, welche die Gallertfäden direkt bilden. Je nach der Menge derselben ist die Hülle bald lockerer, bald dichter. Die Theilung verläuft genau wie bei einer echten Monas-Art, so dass in der That der ganze Organismus mit vollem Rechte zu dieser Gattung gestellt werden könnte, wenn man nicht auf den Zusammenhang mit den anderen Chrysomonaden den Gewicht legen würde. Sehr auffallend ist die Thatsache, dass die echten Monas-Arten Augenflecke besitzen, welche Organe gewöhnlich sich nur bei solchen farblosen Formen finden, die unzweifelhafte Beziehungen zu gefärbten Formen besitzen (Euglena, Chlamydomonas, Chlorogonium, siehe Klebs [73]). Ob nun die Monaden aus Chrysomonaden oder diese aus ersteren entstanden sind, bleibt dabei fraglich.

Stylochrysalis Stein.

Körper klein, eiförmig, mit zwei gleich langen Geißeln, zwei Chrysochromplatten, ohne Augenfleck; festsitzend auf einem steifen Gallertstiel.

Stylochrysalis parasitica Stein [(107) Taf. XIV, Abth. IV].

Einzige Species.

Diese Form ist bisher nur aus den Zeichnungen Stein's bekannt;

eine erneute Untersuchung wäre sehr erwünscht. Es geht nicht sicher aus der Darstellung hervor, ob Stylochrysalis nackt oder mit einer Art Hülle versehen ist; auch die Angabe, dass Quertheilung stattfindet, bedarf der Bestätigung.

B. Chrysomonadina loricata.

Körper in einem Gehäuse oder einer Schale sitzend. Alle holophytisch sich ernährend.

Chrysococcus Klebs.

Körper rundlich wie Chromulina gebaut, mit einer Geißel, Augenfleck und einer kontraktilen Blase; im Hinterende Leucosin. Zwei Chrysochromplatten. In einer derben bräunlichen engen Schale, geschlossen bis auf die Geißelöffnung. Theilung innerhalb der Schale.

Chrysococcus rufescens Klebs Taf. XVIII, Fig. 7 *a—f*.

Einzige Species.

Länge = 8—10 μ.

Diese neue Chrysomonadine habe ich nur in einem Teiche aber in ungeheurer Individuenzahl beobachtet. Sie entspricht der Volvocinee Coccomonas einerseits, andererseits der Euglenide Trachelomonas. Die wesentlichen Eigenschaften sind bereits in den allgemeinen Bemerkungen angegeben worden.

Dinobryon Ehrenberg.

Körper länglich, in ein spitzes Hinterende ausgezogen, mit einer Haupt- und einer Nebengeißel, zwei Chrysochromplatten, Augenfleck, zwei kontraktilen Vacuolen, mehr in der Mitte des Körpers. Leucosin das Hinterende ausfüllend. Mit letzterem befestigt in einem becher- bis vasenförmigen, oben weit offenen Gehäuse. Theilung innerhalb des Gehäuses. Bildung der Cysten mit derber Kieselhaut am Mündungsrande des Gehäuses. Einzeln oder Kolonien bildend.

Die Gattung ist seit Ehrenberg (43) vielfach untersucht worden. Bütschli (11) hat den inneren Bau der bekanntesten Species Sertularia genauer untersucht, und zuerst die steife kurze Nebengeißel entdeckt. Stein hat vortreffliche Abbildungen geliefert. Zahlreiche andere Forscher haben die Gattung beobachtet und ihr allgemeines Vorkommen in großen Seen als pelagische Organismen hervorgehoben, was besonders durch die Untersuchungen von Imhof (64, 65) in ausgedehntem Maße geschehen ist. Eine Erweiterung der Gattung wird durch Wille vorgeschlagen, indem er auf die große Ähnlichkeit von Dinobryon und Epipyxis verweist. Allerdings scheint Wille einfach Dinobryon Sertularia und Epipyxis utriculus für identisch zu halten, was ich indessen nicht für richtig halte. Letztere Form ist eine festsitzende, in einzelnen

Exemplaren vorkommende, Dinobryon-ähnliche Art. Daher scheint es mir berechtigt, die Gattung Epipyxis einzuziehen. Eine Reihe neuerer Arten sind von Imhof beschrieben worden, jedoch bisher nur sehr kurz, und danach scheinen dieselben in ihrem Bau wesentlich wie Sertularia sich zu verhalten, dagegen sich in dem Bau des Gehäuses, der Art der Kolonie zu unterscheiden.

Dinobryon Sertularia Ehrenberg [(44) Taf. VIII, Fig. 8].

Dujardin (41) Taf. I, Fig. 2; Perty (90) p. 178; Claparède und Lachmann (24) Taf. XII, Fig. 16; Bütschli (11) Taf. XII, Fig. 11 *a*, *b*; Stein (107) Taf. XII, Fig. 1—4; Kent (66) Taf. XXII, Fig. 34—40; Bütschli (13) p. 817; Imhof (65); meine Taf. XVIII, Fig. 9 *a*—*e*.

Körper langgestreckt, hinten zugespitzt, vorn abgerundet bis fast abgestutzt, kontraktil; Gehäuse becherförmig, gestielt; frei schwimmende, buschförmige Kolonien bildend, indem die jugendlichen Individuen sich an den Mündungsrand der älteren Gehäuse setzen.

Diese so oft beschriebene Flagellate gehört auch zu den verbreitetsten Formen nicht bloß in größeren Seen, wo sie Imhof so häufig nachgewiesen hat, sondern auch in kleineren Tümpeln. Auf einige wichtige Punkte ihrer Organisation und Entwicklungsgeschichte habe ich vorhin hingewiesen.

Dinobryon undulatum Klebs (Taf. XVIII, Fig. 10 *a*, *b*).

Körper schmal eiförmig, nach hinten nicht besonders zugespitzt; Gehäuse bräunlich, dick vasenförmig, ohne besonderen Stiel, mit mehreren Einschnürungen in der Mitte. Freischwimmend, aber stets einzeln.

Diese Art steht in der Mitte zwischen Sertularia und der nächsten Art (Epipyxis) utriculus, in so fern sie zwar noch frei schwimmt wie erstere, aber stets einzeln für sich lebt wie meistens die letztere. Der Körper ist mit seinem Hinterende an das vasenförmige Gehäuse befestigt, so dass dasselbe beim Schwimmen mitgenommen wird. Das Gehäuse erhält seine Farbe durch Einlagerung von Eisenoxydhydrat. Der Körperbau entspricht in allen Theilen vollkommen demjenigen von Sertularia; doch habe ich nicht so plötzliche Kontraktionen beobachtet.

Dinobryon utriculus (Ehbg.) Klebs.

Epipyxis utriculus Ehrenberg (44), Taf. VIII, Fig. 7; Stein (107), Taf. XII, Fig. 6—11.

Dinobryon Sertularia e. p. Wille (118), Taf. XVIII, Fig. 100—103.

Körper langgestreckt, hinten stark zugespitzt, kontraktil; am Vorderende seitlich ein peristomartiger Fortsatz. Gehäuse lang becherförmig, hinten zugespitzt, einzeln oder zu mehreren festsitzend.

Die Gattung Epipyxis wurde von Ehrenberg aufgestellt für dinobryonähnliche Organismen mit festsitzenden Gehäusen und ohne Augenfleck. Die beste Darstellung dieser Art lieferte Stein, welcher den Augenfleck nachwies, ferner den peristomartigen Fortsatz — eine Eigenthümlichkeit, welche diese Art von dem Körper der sehr ähnlichen Sertularia unterscheidet. Ich habe nur wenige Exemplare dieser Art beobachten können.

Chrysopyxis Stein.

Körper dick eiförmig bis kugelig, an beiden Enden abgerundet, mit zwei gleich langen Geißeln, Augenfleck, zwei Chrysochromplatten. Zwei kontraktile Blasen am Hinterende. Gehäuse einzeln, dick bauchig, festsitzend.

Chr. bipes Stein (107) Taf. XII, Fig. 12, 13; Wille (118) Taf. XVIII, Fig. 79—91.

Gehäuse mit zwei spitzen Fortsätzen festsitzend. Körper am Grunde des Gehäuses.

Diese Art habe ich nicht beobachtet.

C. Chrysomonadina membranata.

Körper mit einer enganliegenden, hautartigen Hülle versehen. Alle holophytisch sich ernährend.

Hymenomonas Stein.

Körper länglich cylindrisch bis stark abgerundet, häufig am breiten Vorderende ausgerandet, etwas formveränderlich. Hülle dick, zart bräunlich, weich. Zwei gleich lange Geißeln am Vorderende, ohne Augenfleck, zwei Chrysochromplatten; kontraktile Blase im Vorderende. Einzeln lebend, freischwimmend. Theilung im geißellosen Zustand.

Hymenomonas roseola Stein [(107) Taf. XIV, Abth. II]; meine Taf. XVIII, Fig. 11 *a—f*.

Hülle in der Peripherie ringförmige Körperchen enthaltend.

β) glabra.

Hülle nur zart körnig.

Länge = 14—25 μ, Breite = 10—18 μ.

Diese von Stein entdeckte, sehr charakteristische Form ist seither nicht mehr beobachtet worden. Stein stellt sie mit Recht zu seinen Chrysomonadinen, während Bütschli (13) sie als eine Chlamydomonade auffasst, wofür aber kein Grund vorliegt, da die Organisation von der der Volvocineen sehr wesentlich abweicht, voll-

kommen aber dem Bau der anderen Chrysomonadinen entspricht. Die wesentlichen Eigenthümlichkeiten, welche sich auf die Hülle, die kontraktile Blase, die Theilung beziehen, sind vorhin behandelt worden. Sehr deutlich tritt überall das Leukosin im Hinterende hervor; bereits Stein hat dasselbe gesehen und als fettartigen Körper beschrieben. Ich habe die Art in den meisten Teichen der Umgebung Basels gefunden, allerdings in mäßiger Menge. Sie nimmt in Folge der Fähigkeit ihre Gestalt verändern zu können, wechselnde, oft sehr unregelmäßige Formen an. Sie bewegt sich langsam und gleichmäßig rotirend vorwärts. Ob die Form glabra nicht vielleicht eine selbständige Art ist, will ich dahingestellt sein lassen. In ihrem Bau, ihrer Theilung verhält sie sich wie die Hauptform. Die Hülle erscheint für den ersten Augenblick ganz glatt, doch bei stärkerer Vergrößerung etwas körnig. Es handelt sich keinesfalls um junge Individuen von roseola, weil nach der Theilung dieser Art die Sprösslinge stets die typisch gebaute Hülle besitzen und weil diese glatte Form sich selbst durch Theilung fortpflanzt.

Microglena Ehrenberg.

Körper eiförmig, etwas abgeplattet, ein wenig formveränderlich, mit einer Geißel; Hülle sehr eng anliegend, weich, dünn, mit zerstreuten Körnchen versehen. Zwei Chrysochromplatten, ein bis zwei Augenflecke, fünf bis sechs kleine kontraktile Blasen; eine größere nicht pulsirende Blase im Vorderende. Leucosin den Hauptheil des Inneren ausfüllend.

Microglena punctifera Ehrenberg [(44) Taf. I, Fig. 33].

Stein (107) Taf. XIII, Fig. 13—15; meine Taf. XVIII, Fig. 13 *a*, *b*.

Einzige Species.

Länge = 30 μ, Breite = 19 μ.

Die von Ehrenberg entdeckte Form ist durch Stein näher bekannt, seitdem aber, wie es scheint, nicht beobachtet worden. Bütschli stellt sie zu den Coelomonadinen unter die Euglenoidinen. Ich traf sie nur an einem Standort in wenigen Exemplaren und habe einige irrthümliche Anschauungen Stein's über die Hülle, die kontraktile Blase berichtigen können. Die Theilung wurde bisher nicht gesehen; sie zu beobachten wäre in so fern von großem Interesse, um zu entscheiden, ob die Hülle sich dabei eben so verhalte wie diejenige von Hymenomonas. Nicht ganz sicher bin ich, ob wirklich zwei Chrysochromplatten vorhanden sind, wie Stein zeichnet, oder nur eine stark muldenförmig gebogene. Bei manchen Exemplaren beobachtete ich nur einen größeren, aus einzelnen Stückchen bestehenden Augenfleck. Die Flagellate

bewegt sich ziemlich langsam vorwärts, häufig aber nicht gleichmäßig rotirend. Im Vorderende fällt die von Stein beobachtete große Blase auf, welche aber, so viel ich bemerken konnte, nicht pulsirt, nur gegen den schwach ausgerandeten Vorderrand halsartig sich zuspitzt. Diese Zellblase liegt nicht ganz median, sondern der einen Seite näher gerückt, während an der anderen Seite das Leucosin sich bis zum Vorderrande erstreckt. Der Kern liegt, wie Stein richtig bemerkt hat, unterhalb der Zellblase.

Mallomonas Perty.

Körper schmal eiförmig, mit einer Geißel; Hülle netzförmig, mit langen, steifen, abstehenden Borsten besetzt. Zwei Chrysochromplatten ohne Augenfleck, mehrere kontraktile Blasen im Hinterende, eine Zellblase im Vorderende, Leucosin das Hinterende füllend. Cysten mit derber verkieselter Haut.

Mallomonas Ploesslii Perty [(90) Taf. XIV, Fig. 19 *A—C*].

Fresenius (50) Taf. X, Fig. 39—41; Stein (107) Taf. XIV, Abth. I, Fig. 3—5; Kent (66) Taf. XXIV, Fig. 72—73; Bütschli 13) p. 833; meine Taf. XVIII, Fig. 12 *a—d*.

Einzige Species.

Länge = 20—26 μ, Breite = 7—12 μ.

Diese merkwürdige Flagellate wurde von Perty entdeckt. Die beste Darstellung davon hat Stein gegeben, welcher aber diese Form als eine Jugendform von Synura uvella betrachtet, während Kent ihre Selbständigkeit behauptet, Bütschli die Sache zweifelhaft lässt. Nach meinem Urtheil kann gar kein Zweifel darüber bestehen, dass Mallomonas zwar Synura verwandt, aber eine durchaus selbständige Chrysomonadine vorstellt. Ich habe schon darauf hingewiesen, dass die Hülle von Synura nicht derjenigen von Mallomonas gleich gebaut ist, sondern höchstens nur dann anscheinend gleich wird, wenn in älteren Kolonien Bakterien sich ihr anhängen. Bei jungen Synura-Individuen ist die Hülle fast vollständig glatt, niemals besitzt sie den charakteristischen netzförmigen Bau mit dem dichten Borstenbesatz. Ich kann ferner die Beobachtungen von Perty, Fresenius, Kent bestätigen, dass nur eine einzige Geißel vorhanden ist, während Stein, vielleicht von der Überzeugung der Zugehörigkeit zu Synura verleitet, zwei gesehen hat. Möglicherweise lagen seiner Beobachtung Längstheilungszustände zu Grunde. Die Ausbildung der Borsten schwankt sehr nach den Individuen, wie auch deren Größe und Form. Die Organisation des Plasmakörpers ist im Allgemeinen von Stein richtig beschrieben worden, nur dass ich

statt einer mehrere (bis fünf) kontraktile Blasen im Hinterende gesehen habe, welches von Leucosin ganz ausgefüllt erscheint. Die Bewegung besteht, wie Perty bemerkt, in einem langsamen Vorwärtsschwimmen, wobei der Körper, zum Unterschiede von Synura, nicht gleichmäßig rotirt; vielmehr bleibt er lange auf einer Seite liegen, nur ab und zu sich drehend und wendend. Die Theilung wurde bisher nicht gesehen; denn was Perty als Längs- und Quertheilung des Inhaltes zeichnet, hat kaum damit etwas zu thun. Ich habe den Organismus öfters beobachtet, aber die Beobachtung Perty's bestätigen können, dass derselbe sehr schnell aus den Kulturen verschwindet. Die Dauercysten wurden von Stein entdeckt, und von mir ebenfalls mehrfach gesehen; die Verkieselung lässt sich leicht nachweisen.

Synura Ehrenberg.

Körper eiförmig, mit zwei gleich langen Geißeln, Hülle hautartig, körnig; ohne Augenfleck oder mit mehreren (?); mehrere kontraktile Vacuolen im Hinterende, eine Zellblase im Vorderende, zwei Chrysochromplatten. Einzelwesen zu kugligen, freischwimmenden Kolonien dicht vereinigt. Theilung der Kolonien. Cysten mit doppelter Haut.

Synura uvella Ehrenberg.

Uvella virescens Ehrenberg (44) Taf. I, Fig. 26; Perty (90) Taf. XIV, Fig. 1; Bütschli (11) Taf. XII, Fig. 13 *a—d*.
Synura uvella bei Stein (107) Taf. XIII, Fig. 24—28, Taf. XIV, I, Fig. 1—7.
Syncrypta volvox bei Fresenius (50) p. 234.
Meine Taf. XVIII, Fig. 8 *a*, *b*.

Einzige Species.

Die Gattung Synura ist von Ehrenberg (43) aufgestellt worden mit der einen Art uvella; dabei aber hat derselbe Forscher eine Uvella virescens unterschieden, welche, wie Stein nachgewiesen hat, nichts weiter als eine mehr olivengrün gefärbte Synura darstellt. Die Organisation ist von Bütschli und Stein genauer beschrieben worden; der Letztere hat besonders die Hülle der Einzelwesen genauer untersucht, eben so die Theilung der Kolonien, den Zerfall derselben in Einzelwesen beobachtet. Die irrthümliche Auffassung über die Hülle und die Beziehung zu Mallomonas wurden schon früher behandelt. Zweifelhaft ist das Vorkommen von Augenflecken, welche Fresenius und Stein in Mehrzahl, Bütschli und ich dagegen überhaupt nicht beobachtet haben. Möglicherweise haben die schwärzlichen Körnchen, welche auf der Hülle am Vorderende sitzen, den Anschein von den vielen Augenflecken hervorgerufen.

Syncrypta Ehrenberg.

Körper wie bei Synura, aber ohne Hülle (?); Einzelwesen zu einer kugligen Kolonie dicht vereinigt, welche von einem gemeinsamen Gallertmantel umhüllt ist. Dauercysten mit gallertartiger Hülle.

Syncrypta volvox Ehrenberg [(44) Taf. III, Fig. 7; Stein (107) Taf. XIII, Fig. 23].

Synura volvox Kirchner (68) p. 89; Hansgirg (61) p. 31, Fig. 8.

Einzige Species.

Diese Art wurde nicht von mir beobachtet. Ich lasse dahingestellt, ob es besser ist, sie mit der vorigen Gattung zu vereinigen oder nicht. Zweifelhaft ist, ob der Körper jedes Einzelwesens außer dem Mantel der Kolonie eigentlich eine besondere Hülle hat oder ob durch das Verschmelzen der weichen Einzelhüllen der Mantel zu Stande kommt. Über die Augenflecke finden sich auch hier entgegengesetzte Angaben. Stein und Hansgirg behaupten zwei gesehen zu haben; Kirchner betont den Mangel.

Uroglena Ehrenberg.

Körper birnförmig, mit einer langen und einer kurzen Geißel, einem Augenfleck, zwei Chrysochromplatten; kontraktile Blase im Vorderende. Einzelwesen in der Peripherie einer Gallertkugel radial, aber ohne direkten Zusammenhang eingelagert.

Uroglena volvox Ehrenberg [(44) Taf. III, Fig. 11; Bütschli (11) Taf. XII, Fig. 12*a*, *b*].

Stein (107) Taf. XIII, Fig. 20—22.

Einzige Species.

Diese Art wurde bisher nicht von mir beobachtet.

Cryptomonadina Stein.

Körper mit sehr zartem, hautartigem Periplast, nicht amöboid und nur schwach formveränderlich, meist abgeplattet eiförmig, vorn schief abgestutzt und mit einem Ausschnitt versehen; in ihm zwei gleich lange Geißeln sitzend. Vom Ausschnitt ausgehend, auf der Bauchseite ein schlundartiger Kanal. Kontraktile Blase im Vorderende. Im Körper zwei Farbstoffplatten von gelbbrauner bis oliven- oder blaugrüner Farbe, bisweilen fehlend. Als Stoffwechselprodukt tritt Stärke auf. Kern im hinteren Theil des Körpers. Vermehrung durch Längstheilung in beweglichem oder in gallertumhülltem Zustande. Dauercysten mit derber Haut. Holophytisch oder saprophytisch sich ernährend.

Diese Familie nehme ich in demselben Sinne wie Stein, so dass sie nur die Gattungen Chilomonas und Cryptomonas enthält oder, wenn man beide vereinigen will, nur die letztere Gattung. Dieselbe ist sehr vielfältig und genau untersucht worden von Ehrenberg (44), Perty (90), Bütschli (11), Stein (107), Cienkowski (22), Fisch (46), Dangeard (34) u. A. Ich gehe nicht näher auf die Familie ein, verweise auf die Arbeiten der genannten Forscher. Der strittigste Punkt in der Organisation betrifft den sog. Schlund, welcher nach der neuesten Darstellung von Dangeard eine Furche ist, welche auf der Bauchseite verläuft, nach außen offen und mit cylindrischen Plasmastäbchen austapezirt ist.

Die Familie der Cryptomonadinen nimmt in jedem Falle eine selbständige Stellung ein. Am nächsten steht sie nach meinem Urtheil den Chrysomonadinen und stellt einen eigenartig entwickelten Nebenzweig derselben dar. Sehr auffallend ist das Vorkommen von Stärke, welche sonst nirgends bei den Flagellaten resp. den Chrysomonadinen sich findet, wohl aber bei den Dinoflagellaten. Es wäre wohl auch denkbar, dass sich noch besondere Übergangsformen zu diesen beobachten lassen, wenn auch nach den jetzigen Thatsachen die Verbindung der Dinoflagellaten mit den Chrysomonadinen fast noch enger erscheint.

Zu den Cryptomonaden zieht Stein noch einen merkwürdigen Organismus, Nephroselmis olivacea, mit einem bohnenförmig abgeplatteten Körper und der auffallenden Eigenschaft, sich in der Richtung der Breitenachse zu bewegen. Ich sah vereinzelte Individuen, welche einigermaßen der Darstellung Stein's entsprachen. Der Körper besaß aber eine typische Zellhaut, einen grünen muldenförmigen Chlorophyllkörper mit Amylonkern, kurz, zeigte sich wie eine Chlamydomonade, so dass ich bis auf Weiteres die Gattung zu den Volvocineen stellen möchte.

Anhang I. Hydrurina.

In der Einleitung machte ich bereits auf den interessanten Organismus, Hydrurus, aufmerksam, welcher seiner ganzen Erscheinung nach eine typische Alge darstellt, andererseits mit den Chromomonadinen nahe verwandt ist (siehe Einleitung p. 284). Ich will ihn als Vertreter einer eigenen Gruppe betrachten, welche sich systematisch an die Flagellaten anschließt, überlasse es aber Jedem, nach seinem Urtheil die Stellung zu verändern. Man kann ihn mit den Chromomonadinen vereinigen, und die ganze Gruppe bei den Flagellaten lassen oder sie davon abtrennen und als selbständige Abtheilung auffassen. Ich möchte jedenfalls die Aufmerksamkeit der Zoologen auf diesen Organismus lenken und in kurzen Zügen ein Bild seiner Organisation und Entwicklungsgeschichte entwerfen.

Die Gattung Hydrurus ist schon im vorigen Jahrhundert beobachtet, seitdem von zahlreichen Algologen beschrieben worden; man vergl. das Register von Synonymen bei Rostafinski (94). Eine Menge von Arten wurden von den älteren Systematikern unterschieden, während man in neuerer Zeit mehr dazu neigt, nur eine Hauptart zu unterscheiden mit verschiedenen Unterformen (Kirchner 68), welche wahrscheinlich nur den Werth von Standortsformen haben. Eine eingehendere Untersuchung der Alge gab zuerst Berthold (4), der das Wachsthum und den Aufbau des Thallus erforschte, während die Entwicklungsgeschichte durch Rostafinski (94) und Lagerheim (81) gefördert wurde. Meine neueren Untersuchungen an ältere (71) anschließend, suchen die Angaben dieser Gelehrten noch in einigen Punkten zu ergänzen.

Hydrurus bildet gallertartige, braungefärbte Überzüge von Steinen in schnell fließenden Gewässern. Der Thallus erscheint im einfachsten Falle als ein mehrere Centimeter langer, wenige Millimeter dicker Gallertcylinder, welcher mit dem unteren Theil festsitzt und an seinem oberen frei flatternden Ende durch Zweigbildung mehr oder weniger zertheilt ist. In anderen Fällen können diese Gallertcylinder eine Länge von 10—30 Centimeter erlangen, ohne dabei viel verzweigt zu sein, oder sie sind gegen das freie Ende hin in außerordentlichem Maße stark und lebhaft getheilt; alle möglichen Zwischenformen existiren. In den kalkreichen Gewässern ist der Thallus mehr oder weniger mit kohlensaurem Kalk inkrustirt, was man unnöthigerweise auch als Charakter einer Varietät (crystallophorus, Rabenhorst 193) aufgefasst hat. Die Konsistenz der Gallerte ist manchmal, besonders bei den langen Röhren, fast knorpelig, während in anderen Fällen mehr weich schleimartige Lager sich vorfinden. Der unverzweigte Theil des Thallus stellt einen soliden Gallertcylinder vor, an dessen Peripherie zahlreiche Zellen dicht gedrängt liegen, während dieselben in der Mitte etwas lockerer angeordnet sind. Berthold, Lagerheim machen aufmerksam, dass namentlich in der Mitte die Gallerte wie aus einzelnen Längssträngen zusammengesetzt ist, in denen reihenweise die Zellen über einander liegen.

Der Bau der einzelnen Zelle ist von Rostafinski und Lagerheim erforscht worden. Die Mehrzahl der Zellen hat eine ovale bis rundliche Gestalt; diejenigen in der Mitte, besonders in den älteren unteren Theilen sind schmal spindelförmig. Sehen wir zunächst von der umgebenden Gallerte ab, so haben wir es mit einer nackten Zelle zu thun (Taf. XVIII, Fig. 16*b*). Die Gallerte kann man nicht, wie Rostafinski es thut, als Zellwand bezeichnen; auch die von Lagerheim erwähnte Membran entspricht nicht einer distinkten Zellhaut, sondern ist nichts Weiteres als die zunächst anliegende jüngste Gallertschicht. An jeder

Zelle unterscheidet man leicht einen gefärbten und einen farblosen Theil; der erstere ist dabei stets nach der Spitze, der letztere nach der Basis des ganzen Thallus gerichtet (Berthold). In dem vorderen Theile (*ch* in Fig. 16 *b*) liegt die von Rostafinski beschriebene, wandständige, gekrümmte Farbstoffplatte, in welcher, wie Lagerheim zuerst nachwies, ein rundliches nacktes Pyrenoid (*p*) sich findet. Der gelbbraune Farbstoff ist von Rostafinski und Lagerheim untersucht worden; beide geben an, dass eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Farbstoff der Phaeosporeen sich zeigt. Da eine genauere Untersuchung nicht vorliegt, so lässt sich nicht viel darüber aussagen, ob eine wirkliche Identität oder nur nahe Verwandtschaft vorhanden ist, eben so wenig, welch' ein Verhältnis zwischen dem Hydrurus-Farbstoff und dem Chrysochrom besteht. Nie finden sich, wie Lagerheim richtig angiebt, im frischen Zustande grüngefärbte Individuen; sowie die grüne Farbe hervortritt, ist es das sicherste Zeichen für das Absterben des Thallus. Der hintere farblose Theil der Zelle enthält Protoplasma, in welchem etwas glänzende fettartige Kugeln in wechselnder Anzahl sich finden, welche Rostafinski mit dem Leucosin von Chromulina (siehe p. 396) identificirt, weil es wie dieses mit dem Tode verschwindet. Ich bin nicht sicher, ob eine Identität vorliegt, da auch das Aussehen ein etwas anderes ist. Wir finden nicht das ganze Ende der Hydrurus-Zelle von der Substanz erfüllt wie bei den Chrysomonadinen; auch sind die Kugeln von Hydrurus nicht so glänzend lichtbrechend.

In dem hinteren Ende der Zelle befinden sich ferner die kontraktilen Vacuolen, welche Lagerheim entdeckt hat. Allerdings beschreibt er nur zwei, während ich eine ganze Anzahl, fünf bis sechs, an der Peripherie vertheilt beobachtet habe, ähnlich wie an dem Hinterende von Mallomonas, Synura. Außerdem finden sich noch Körnchen unbekannter Natur vor. Der Kern ist von Rostafinski gesehen worden; man kann ihn leicht durch Färben mit Boraxkarmin nachweisen, wobei er einen Bau wie bei so vielen Flagellaten aufweist. Während die Struktur der Zelle von Hydrurus in hohem Grade an die Verhältnisse bei den Chrysomonadinen erinnert, zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der Art und Weise, wie die Zellen zu einem Ganzen vereinigt sind. Wenn Rostafinski ohne Weiteres die lockeren Gallertmassen einer Chromulina mit dem Thallus von Hydrurus vergleicht, so tritt nicht die Haupteigenthümlichkeit des letzteren Organismus klar hervor, wodurch derselbe sich auch von den anderen koloniebildenden Chrysomonadinen unterscheidet. Die Gallertkolonie des Hydrurus hat von vorn herein den Eindruck einer typischen Alge gemacht, nicht wegen der Struktur der einzelnen Zellen, vielmehr wegen der Wachsthumsweise,

in welcher Beziehung eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem Thallus von Chlorophyceen etc. existirt. Wir beobachten einen ausgesprochenen Gegensatz von Spitze und Basis, eine morphologische Differenzirung, welche das ganze Pflanzenreich beherrscht. Die Zellen, welche den unteren Theil des Hydrurus-Thallus zusammensetzen, vermehren sich unter normalen Lebensbedingungen nicht, es entstehen keine Zweige; die in der Mitte des Gallertstockes befindlichen Zellen scheinen überhaupt die Fähigkeit sich zu theilen verloren zu haben. Das Wachsthum, die Verzweigung geht, wie Berthold gezeigt hat, an der Spitze des Hauptstammes wie der Zweige vor sich; jeder Zweig endet in einer einzigen Zelle, welche die Rolle einer Scheitelzelle spielt (Fig. 14). Die Verzweigung ist im Allgemeinen eine monopodiale, d. h. die jüngste Zweiganlage entsteht seitlich unter der wachsenden Spitze. So finden wir hier Verhältnisse, welche weit hinausgehen über die einfachen Gruppirungen der Zellen, selbst bei den am höchsten stehenden Chrysomonadinen. Auf der anderen Seite muss man nun betonen, dass eine so strenge Gesetzmäßigkeit im Wachsthum und in der Verzweigungsart, wie bei höheren Algen noch nicht besteht; Hydrurus nimmt gerade in dieser Beziehung eine sehr interessante Mittelstellung ein zwischen streng einzelligen und mehrzelligen Organismen. Zwischen den älteren Zweigen können auch neue junge entstehen; die Zweigbildung hängt überhaupt von der direkten Einwirkung der äußeren Bedingungen ab. Denn nur dadurch kann man sich diese Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Verzweigung erklären, diesen Wechsel der Erscheinung an den verschiedenen Standorten.

Die Theilung der einzelnen Zelle ist meiner Beobachtung nach eine einfache Längstheilung. Berthold und Rostafinski sprechen von einer schiefen Theilung, und in der That sieht man an den wachsenden Enden der Zweige die Scheitelzelle scheinbar schief getheilt. Das erklärt sich aber leicht durch die sofort nach, ja während der Theilung eintretende Verschiebung der beiden Tochterzellen. Ich sah an einzelnen Enden die regelmäßige Längstheilung (Fig. 16 *a*); bei den Exemplaren, welche zur Untersuchung kamen, hörte mit dem ersten Tage der Kultur das Spitzenwachsthum auf, so dass man es nicht direkt beobachten konnte. In meinen Kulturen aber konnte ich Hydrurus längere Zeit erhalten und bemerken, dass viele Zellen des Thallus innerhalb der Gallerte sich für sich theilten, in welchem Falle ich stets eine Längstheilung konstatiren konnte. Die Theilung wird, wie Rostafinski bemerkt hat, durch eine Spaltung des Chromatophors eingeleitet; eben so theilt sich nach Lagerheim das Pyrenoid. Der ganze Verlauf der Theilung wurde bisher nicht in allen Einzelheiten beobachtet.

Ein Zweig (Fig. 14) wächst, indem nach jeder Theilung der Scheitelzelle eine der Tochterzellen wieder die Spitze einnimmt, nur von einer dünnen Gallertkappe nach außen bedeckt. Unterhalb der Spitze treten dann weitere Theilungen der einzelnen Zellen ein, wodurch die Dicke der Zweige zunimmt. Eine neue Zweigbildung wird dadurch eingeleitet (Berthold 4), dass eine Zelle an der Peripherie die umgebende Gallerthülle etwas vorwölbt und dann die Funktion einer neuen Scheitelzelle übernimmt.

Die Gallerte hält die Zellen zusammen und bedingt die äußere Form des ganzen Thallus. Wie Berthold schon vermuthete, findet die Ausscheidung besonders am hinteren farblosen Ende der Zelle statt. Ich konnte das bei den Zellen meiner Kulturen gut feststellen. Die alte Gallerte war verquollen, die neu gebildete hob sich durch schärfere Lichtbrechung deutlich davon ab, und man sah, wie dieselbe fast ausschließlich am hinteren Ende abgelagert war (Fig. 16 *c*). Über die Beschaffenheit der Gallerte ist nichts Näheres bekannt; besondere Strukturen derselben, wie sie so häufig von mir bei anderen niederen Organismen nachgewiesen sind (73), konnte ich nicht beobachten.

Die Vermehrung von Hydrurus geschieht mit Hilfe von Zoosporen. Zuerst sind solche ohne nähere Beschreibung von Rabenhorst (93) und Kirchner (68) erwähnt worden. Rostafinski hat dann die Vermehrungsart genauer beschrieben. Dieselbe erfolgt nach ihm in der Nacht, indem die unteren Äste das Thallus anschwellen, die Gallerte verquillt, und die zuerst rundlichen Zellen nackt heraustreten, um sehr bald eine tetraedrische Form anzunehmen. Eine Bewegung scheint er nicht gesehen zu haben, in Folge dessen er die Zellen einfach als »Sporen« bezeichnete. In meinem Referat (71) über die Arbeit von Rostafinski erwähnte ich, dass auch ich die Vermehrung beobachtet und bewegliche Zellen gesehen habe. Dieselben entwickelten sich, indem an der Peripherie gelegene Zellen sich gewöhnlich in zwei Tochterzellen theilten, welche durch Quellung der Gallerte in das Wasser befördert wurden, worin sie sich deutlich bewegten. Sie zitterten lebhaft hin und her, rotirten dabei und wurden während der Bewegung tetraedrisch, zeigten überhaupt langsame amöboide Formveränderungen. Da mir nur wenig Material zur Verfügung stand, so konnte ich die Geißel nicht entdecken, welche eben so wie die kontraktilen Vacuolen erst Lagerheim, meine Beobachtungen ergänzend, nachwies. In neuerer Zeit habe ich die Zoosporenbildung sehr häufig beobachtet und meine sowie Lagerheim's Angaben bestätigt gefunden. Letzterer sah, dass die Zoosporen schon innerhalb der Gallerte sich zu bewegen anfingen und selbständig sich ins Freie begaben, während ich das passive Heraus-

treten in Folge der Quellung der sie umgebenden Gallerte für den gewöhnlicheren Vorgang halten möchte.

Die Form der Zoospore ist, wie Lagerheim schon hervorhob, eine sehr wechselnde; meine Figuren (Taf. XVIII, Fig. 18 *a—f*) geben eine Auswahl der von mir beobachteten Gestalten an. Die Mehrzahl ist tetraedrisch mit etwas konvexen Seiten und oft ziemlich lang ausgezogenen farblosen Ecken. An der einen Breitseite, die gewöhnlich dem Chromatophor gegenüberliegt, also dem hinteren Theile der ruhenden Zelle entspricht, sitzt die relativ kurze, leicht nachweisbare Geißel. Im farblosen Theil finden sich wie in der ruhenden Zelle mehrere kontraktile Vacuolen. Die Bildung der Zoosporen geht unter Umständen sehr lebhaft vor sich, sie tritt wie bei anderen Algen dann in besonders starkem Grade auf, wenn man die Lebensbedingungen ändert, ohne aber den Organismus zu sehr zu schädigen. Hydrurus gehört, wie allgemein bekannt ist, zu den am schwersten zu kultivirenden Algen, er ist im höchsten Maße daran angepasst, in immer gleichmäßig kaltem, bewegtem Wasser zu leben. Bringt man ihn, ohne ihn längere Zeit mit der Luft in Berührung zu lassen, aus der freien Natur in ruhig stehendes Wasser, aber bei einer gleichmäßig kühlen Temperatur unter 10° C., so kann man ihn wochenlang lebend erhalten. In den ersten zwei bis fünf Tagen bildet er am Vormittag sehr große Mengen von Zoosporen, welche aus den Ästen des Thallus entstehen. Dagegen sah ich bisher aus dem cylindrischen Basistheil des Thallus keine Zoosporen hervorgehen.

Die Keimung hat Rostafinski richtig beschrieben. Jede Zelle bildet durch lebhafte Ausscheidung am hinteren Ende zuerst einen längeren Gallertcylinder und theilt sich dann. Ich habe in meinen Kulturen ebenfalls solche Keimlinge beobachtet (Fig. 17 *a*, *b*). Doch die Weiterentwicklung zu einem vollständigen Thallus konnte ich nicht erlangen.

Der Erhaltung des Hydrurus unter ungünstigen Lebensbedingungen dienen besondere Ruhezustände, deren Kenntnis wir den Forschungen Lagerheim's verdanken. Schon früher (71) stellte ich für Hydrurus fest, dass er in der Ill bei Straßburg im Sommer verschwindet, um im nächsten Frühjahr wieder aufzutreten; ich schloss daher auf das Vorhandensein von Ruhezuständen. Die gleiche Erscheinung konstatirte Lagerheim für den Hydrurus in der Dreisam bei Freiburg, und neuerdings beobachtete ich dasselbe in der Umgebung von Basel. Lagerheim hat wohl Recht mit der Ansicht, dass die steigende Temperatur der Gewässer die nächste Ursache für das Verschwinden des Hydrurus im Sommer ist. In der That macht auch dieser Organismus nicht nothwendig im

Sommer einen Ruhezustand durch, denn er findet sich in den kalten Bächen der Schweizer Gebirge den ganzen Sommer hindurch.

Zuerst beschrieb Lagerheim einen Palmellenzustand von Hydrurus; er sah schleimige Anhäufungen von rundlichen Zellen, welche ihrer Organisation nach zu Hydrurus gehörten, sich aber nach allen Richtungen des Raumes wie eine Art Palmella theilten. Ich halte es für nicht unwahrscheinlich, denn ich beobachtete etwas Ähnliches in meinen Kulturen. In einer Kultur, welche vier Wochen alt war, in der der Stein mit Hydrurus nur ein wenig mit Wasser bedeckt war, lockerte sich die Gallerte des Thallus; jede Zelle für sich lebte weiter, theilte sich allerdings nie nach allen Richtungen des Raumes, sondern nur der Länge nach und schied neue Gallerte aus. Schließlich nahmen die Zellen den Charakter von Ruhezuständen an, welche von einer nicht sehr dicken aber festen und dichten Gallerthülle eingeschlossen waren (Fig. 16 *d*). Es ist sehr wahrscheinlich, dass Hydrurus mit Hilfe solcher Zustände gelegentlich Zeiten vorübergehender Wasserarmuth aushält.

Für eine längere Zeit der Ruhe sind augenscheinlich die Dauersporen eingerichtet, welche ebenfalls Lagerheim zuerst beobachtet hat. Seine Angaben kann ich in einigen Punkten ergänzen. Die Sporen entstehen an den Ästen, indem einzelne Zellen durch lebhafte Ausscheidung von Gallerte herauswachsen, bis sie an einem besonderen Stiele hängen. Wie Lagerheim weiter richtig bemerkt hat, wächst jede Zelle stark heran und umgiebt sich mit einer besonderen Gallerte (Fig. 15) und schließlich mit einer festen Membran. Die reife Spore (Fig. 19 *a*—*d*) ist etwas zusammengedrückt und zeigt von der schmalen Seite gesehen einen zarten Ring, welcher bei der Breitansicht nicht deutlich ist. Als ich die Sporen zum ersten Male sah, fiel mir sogleich die starke Lichtbrechung der Sporenmembran auf; ich vermuthete gleich eine Einlagerung von Kieselsäure und veranlasste einen meiner Schüler, Herrn Binz, es nachzuweisen, was auch leicht gelang. Sowohl nach Erhitzen mit koncentrirter $H_2 So_4$ wie nach der Methode von Miliarakis (Schwefelsäure und 20 % Chromsäure) erhält man leicht die Skelette, noch einfacher durch Ausglühen. Schwieriger ist es über die Natur des Ringes ins Klare zu kommen. Auch er ist verkieselt; er erscheint als eine zarte Lamelle, welche nicht, wie Lagerheim angiebt, ringsherum läuft, sondern nur an der einen Hälfte des Ellipsenumfanges befestigt ist, was ich besonders an Kieselsäureskeletten erkannte (vgl. Fig. 19 *c*). Auf der gegenüberliegenden schmalen und ringfreien Seite liegt ein kleiner, mit verdicktem Rand versehener Fleck (*pr*) wahrscheinlich ein Porus, durch welchen der Stoffaustausch mit der Außenwelt während der Ruhezeit geschieht, möglicherweise auch der Austritt der Zelle. An

einer der Breitseiten liegt die von Lagerheim erwähnte Verdickung in Form einer kleinen Papille (*pa*). Die Keimung der Dauersporen ist bisher nicht beobachtet.

Zum Schluss will ich kurz die Diagnose der Gattung geben; in Bezug auf die Synonyme, die Beschreibung der einzelnen Formen verweise ich auf Rabenhorst (93), Kirchner (68), Rostafinski (94), Hansgirg (61).

Hydrurus Agardh.

Zellen rundlich oder oval, bis fast spindelförmig, ohne Zellhaut, mit wandständiger, am vorderen Ende befindlicher gelbbrauner Farbstoffplatte, nebst nacktem Pyrenoid. Das hintere Ende der Zelle mit fünf bis sechs kontraktilen Vacuolen und fettartig glänzenden, beim Tode leicht zerfließenden Kugeln. Ein bläschenförmiger Kern in der Mitte der Zelle. Zellen durch Gallerte vereinigt zu einem bis 30 cm langen, an dem Ende vielfach verzweigten Thallus mit Spitzenwachsthum. Theilung der Zellen der Länge nach. Vermehrung durch tetraedrische, eingeißelige Zoosporen. Rundliche Dauerzellen; Membran verkieselt, mit einseitigem, halb ringförmigem Anhang.

Hydrurus foetidus (Vauch.) Kirchner.

Meine Taf. XVIII, Fig. 16—19.

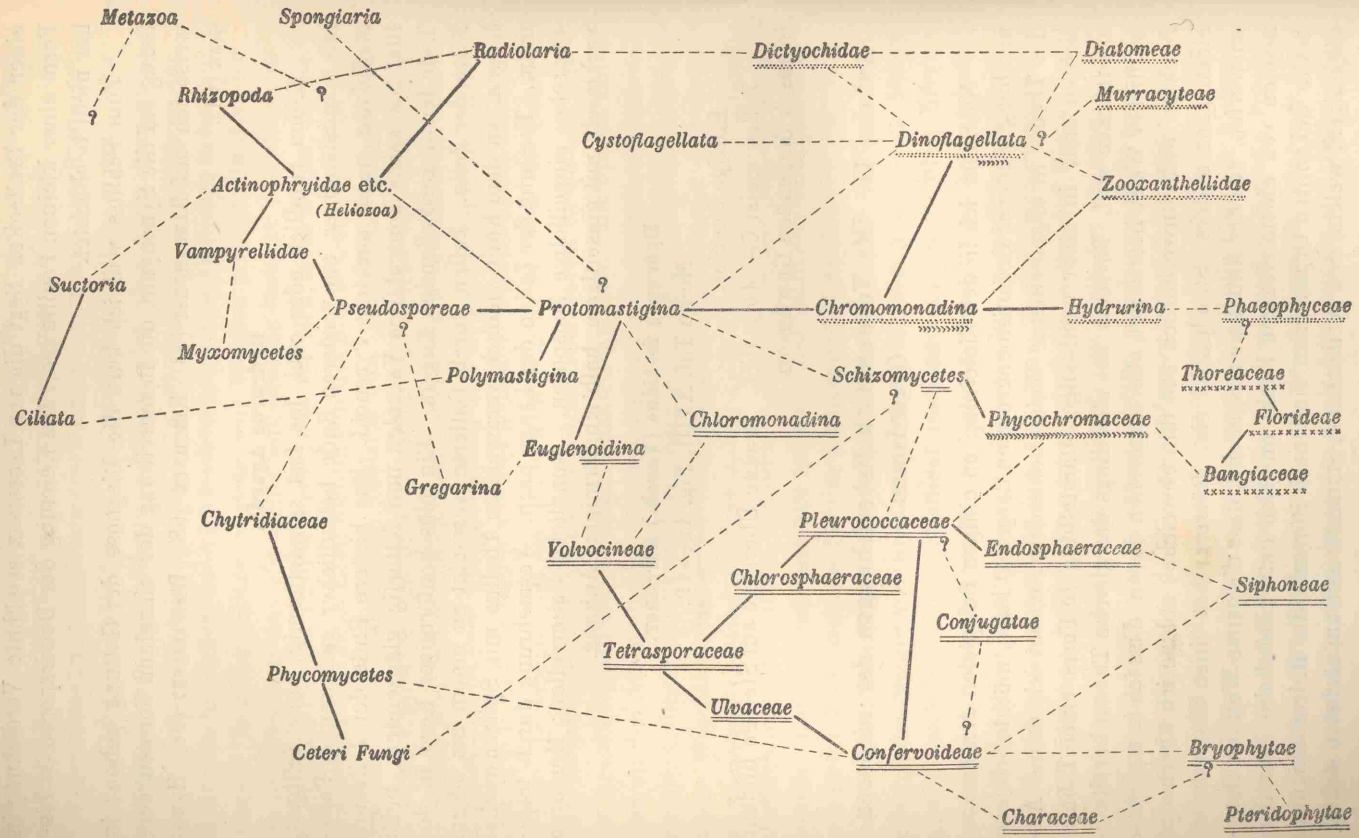
Einzige Species.

Zellen meist 6— 10 μ dick. Braune Überzüge auf Steinen bildend in rasch fließenden Gewässern.

Anhang II. Die Verwandtschaftsbeziehungen der niederen Organismen.

Mit einer Tabelle.

Nachdem ich in der Einleitung an einigen Beispielen den Zusammenhang niederer Organismengruppen dargelegt habe, möchte ich jetzt das Thema in allgemeinerer Weise behandeln, wobei ich meine Ansichten statt in einer weitläufigen Darstellung in Form einer Tabelle ausdrücken will. Bütschli hat allerdings das gleiche Thema bereits in trefflicher Weise bearbeitet, aber abgesehen davon, dass ich in manchen Punkten nicht unwesentlich von ihm abweiche, nehme ich überhaupt einen ganz anderen Standpunkt ein. Bütschli hat einen Stammbaum entworfen, von der Annahme ausgehend, dass die ganze Welt der Organismen von einem einzigen Punkt aus sich entwickelt habe. Von den heute bekannten Organismen sind nach Bütschli die Rhizomastiginen diejenigen, welche den vermutheten Stammformen am nächsten stehen.



gelbe Organismen; blaugrüne Organismen; rothe Organismen; grüne Organismen; ohne Strich farblose Org.

Ursprünglich hatte auch ich eine ähnliche Ansicht, bis dann das erneute eingehende Studium lebhafte Zweifel an der Richtigkeit derselben erweckte.

Zunächst fragt man sich, ob denn nicht die Bakterien (Schizomyceten) mit größerem Rechte als die Stammorganismen anzusehen sind, da sie doch in vieler Hinsicht einfacher organisirt sind, als die Rhizomastiginen. Eine Verwandtschaft der Bakterien mit Flagellaten existirt unzweifelhaft, wie Bütschli (13), de Bary (37), Klein (74) u. A. betont haben. Wenn man namentlich den von Künstler (79) gefundenen Mittelgliedern Bakterioidomonas etc. trauen darf, so ist die Verwandtschaft zu Monaden-Formen sehr ausgesprochen; die Art der Sporenbildung weist ebenfalls darauf hin, während die Unterschiede in der Organisation noch sehr beträchtlich erscheinen. Gerade in dieser Beziehung stehen die Bakterien wohl auf einer niedrigeren Stufe als die eigentlichen Monadinen. Man wird sich schwer an den Gedanken gewöhnen, die letzteren als die Stammväter der Bakterien anzusehen. Durch die bedeutungsvolle Entdeckung von Winogratzki (119) leuchtet die Ansicht noch mehr ein, dass die Bakterien den Urorganismen nahe stehen, denn die Nitromonas ist im Stande, obwohl farblos, sich aus anorganischer Materie organische Substanz zu bilden. Der Name Nitromonas ist vielleicht etwas irreführend; was wir bisher von dieser Bakterie wissen, zeigt, dass keine besondere Ähnlichkeit mit den Monaden vorhanden ist. Wie dem auch sei, man wird eher geneigt sein, die Monaden von den Bakterien als umgekehrt abzuleiten. Man könnte nun weiter gehen und von den Bakterien noch andere Formenreihen ableiten. So scheint mir unzweifelhaft eine Verwandtschaft der Bakterien mit den allereinfachsten grünen Organismen, den Pleurococcaceen, zu bestehen. Es giebt einige chlorophyllhaltige Bakterien; die Unterschiede zwischen diesen und einem Stichococcus, einem durch einfache Quertheilung und Spaltung sich vermehrenden grünen Stäbchen, sind sehr geringfügig, viel geringer als nach unseren heutigen Kenntnissen zwischen Bakterien und Monaden. Von den Pleurococcaceen kann man leicht die anderen Abtheilungen der Protococcoideen, eben so die höheren Fadenalgen, die Confervoideen, ableiten. Bütschli hat, sich auf die Verwandtschaft der Volvocineen einerseits mit Flagellaten, andererseits mit den Protococcoideen berufend, diese von den letzteren hergeleitet. Dann müsste man, da die Pleurococcaceen viel einfacher organisirt sind als sämmtliche Volvocineen, auch hier wieder einen starken Rückschritt in der phylogenetischen Entwicklung annehmen, man müsste die Pleurococcaceen als reducirte Formen betrachten, welche aber zugleich den Ausgangspunkt für die höheren Algen bilden.

Von den Bakterien ließen sich vielleicht auch die Pilze ableiten. Cohn hat das große Verdienst, den innigen Zusammenhang der Bakterien mit den Phycochromaceen überzeugend nachgewiesen zu haben. Seit der allgemeinen Anerkennung dieser Idee sind die Bakterien und die Pilze im System weit von einander entfernt und nach meiner Ansicht zu weit. Der ursprünglichen Vereinigung lag allerdings nur die Beobachtung ähnlicher physiologischer Eigenschaften zu Grunde; aber ich glaube, dass man beide Gruppen auch in morphologischer Hinsicht wird wieder nähern können. Einige der sogenannten Fungi imperfecti, z. B. das bekannte Oidium lactis, könnte man wohl in die Nähe der Bakterien, bringen und vielleicht ließen sich auch zwischen den einfachen Pilzformen, wie den Saccharomyceten und den Bakterien Mittelglieder finden, wenn man erst einmal anfinge, sie zu suchen.

Wenn man nun versuchen will, auch noch für andere Organismengruppen die Abstammung von den Bakterien klarzulegen, wird man bei den heutigen Kenntnissen auf große Schwierigkeiten stoßen. Für eine ganze Reihe von Abtheilungen scheinen in der That amöbenartige Organismen den Ausgangspunkt gebildet zu haben, und diese von den Bakterien abzuleiten, wäre zwar nicht unmöglich, aber immerhin vorläufig wenig überzeugend. Haeckel, der zuerst einen Stammbaum der Protisten aufgestellt hat, nimmt kernlose Amöben, die sog. Moneren als Urorganismen an (vgl. auch neuerdings Leclerq [82]). Da solche Moneren nicht mit genügender Sicherheit bekannt sind, kann man andere amöbenartige Formen an die Stelle setzen, einfache Rhizopoden oder Heliozoen, beispielsweise die Vampyrelliden oder die Pseudosporeen, vielleicht auch, wie Bütschli meint, die Rhizomastiginen unter den Flagellaten.

Eine wirkliche Entscheidung der Frage, ob amöben- resp. flagellatenartige oder bakterienartige Wesen die Stammformen der beiden Organismenreiche gewesen sind, lässt sich selbstverständlich nicht herbeiführen. Dabei habe ich noch nicht einer dritten Möglichkeit gedacht, dass nämlich die ersten Organismen grün resp. blau gefärbte CO_2 assimilirende Pflanzen gewesen sind, z. B. die Phycochromaceen, an welche dann die höheren Algen sich anschließen würden [vgl. Cohn (28), Klein (74)]. Man müsste dann wieder die Bakterien als reducirte Formen ansehen. Man könnte vielleicht den Schwierigkeiten entgehen, wenn man eben mehrere Ausgangspunkte annehmen würde. Naegeli (87) hat die Ansicht eines polyphyletischen Ursprunges der Organismen angenommen, denn nach seiner Meinung ist eine monophyletische Abstammung nicht möglich, da allein die Süßwasseralgen mehrere Anfänge haben müssen. Man könnte, wenn man sich über-

haupt zu dieser Auffassung entschließt, eine ganze Anzahl Stammtypen annehmen. Ich will hier nun die Gründe für und wider die genannten Ansichten nicht ausführlich erwägen; dagegen möchte ich auf einen ganz anderen Punkt mit besonderem Nachdruck hinweisen, für dessen Erörterung es zunächst bedeutungslos ist, ob man Anhänger der Idee eines mono- oder polyphyletischen Ursprunges der Organismen ist.

Schon in der Einleitung bei der Besprechung der Verwandtschaftsverhältnisse der gelbgefärbten Organismen betonte ich die auffallende Thatsache, dass zwischen zwei Organismenreihen, welche man sich ganz gut von einer gemeinsamen Ursprungsstelle ausgehend denken kann, noch andere Berührungspunkte, gleichsam Queranastomosen sich finden und zwar zum Theil an Orten, welche augenscheinlich von der Ursprungsstelle schon weit entfernt sind. Die Idee, den genealogischen Zusammenhang der Organismen in dem Bilde eines verästelten Baumes darzustellen, ist, trotz mancher oft ausgesprochener Bedenken, doch so allgemein herrschend[1] in der Zoologie wie Botanik, dass man bei allen solchen phylogenetischen Erörterungen, gleichgültig, ob sie auf ganze Reiche, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen, Arten sich beziehen, eine Menge Verwandtschaftsbeziehungen nicht beachtet hat, weil sie mit Hilfe eines Stammbaumes nicht darstellbar sind. Wenn man noch vielfach glaubt, dass mit besserer Kenntnis von Übergangsgliedern der Stammbaum leichter und richtiger konstruirt werden könnte, so ist das ein großer Irrthum. Es wird im Gegentheil immer schwieriger und verwickelter. Um noch ein anderes Beispiel zu nehmen, will ich die Verwandtschaft der Pilze betrachten. Zu den einfachsten Pilzen gehören ohne jeden Zweifel die Chytridiaceen, welche, wie Bütschli (13), de Bary (39) hervorgehoben haben, zu Flagellaten Beziehungen haben. Nach den neueren Beobachtungen von Dangeard (32) kann man weniger die echten Flagellaten als besonders die Pseudosporeen als den Chytridien verwandte Organismen bezeichnen. Die Chytridiaceen selbst kann man mit vollem Recht als Ausgangspunkt für die Reihe der Pilze nehmen. Bis jetzt ist eine andere Auffassung die herrschende gewesen. De Bary (38) hat darauf hingewiesen, dass zwischen den Phycomyceten und den fadenförmigen grünen Algen sehr enge Berührungspunkte sich finden, so dass eine Abstammung der ersteren von den letzteren sehr wahrscheinlich ist. Von den Phycomyceten leitet dann de Bary die übrigen Pilze her. Brefeld[2], obwohl in dem System vielfach von de Bary abweichend, nimmt doch auch die Phycomyceten als Ausgangs-

[1] Selbst Nägeli (87), der mit großer Schärfe die willkürliche Konstruktion der Stammbaumtafeln bekämpft, sucht doch in gleicher Weise die Abstammungsverhältnisse sich klar zu machen.

[2] O. Brefeld, Unters. aus dem Gesammtgebiete der Mycologie. VIII. 1889.

punkt. Die Chytridiaceen betrachtet Brefeld als reducirte Formen. Mit dieser Annahme wird aber die nahe Verwandtschaft derselben mit den Pseudosporeen nicht aus der Welt geschafft, sondern bleibt nur unbeachtet. Man wird sich vielleicht mit der Annahme helfen, dass die Chytridiaceen von zwei verschiedenen Stammformen herkommen. Aber das wäre doch auch eine höchst merkwürdige Erscheinung, dass Angehörige derselben kleinen Gruppe sich von ganz heterogenen Organismen, wie es Pseudosporeen und grüne Confervoideen sind, herleiten. Verwickelter würde die Frage noch werden, wenn der von mir vermuthete Zusammenhang zwischen den Fungi imperfecti und den Bakterien sich mehr bestätigen sollte.

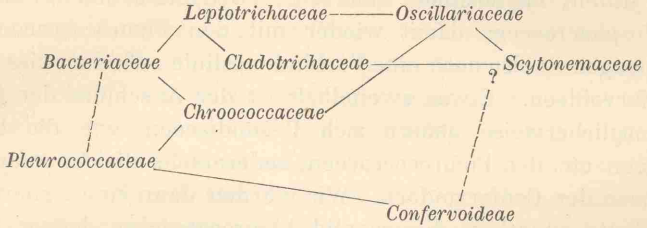
Ganz ähnliche Erscheinungen treten uns gegenüber, wenn wir die Verwandtschaftsbeziehungen anderer Gruppen verfolgen. Ich will noch etwas näher auf die einzelligen grünen Algen, die Protococcoideen, eingehen, weil ich zugleich an diesem Beispiel zeigen kann, wie innerhalb einer Abtheilung auch die Verwandtschaftsverhältnisse der kleineren Gruppen, der Familien, sich nicht durch einen Stammbaum ausdrücken lassen. Die natürlichste Annahme ist, dass die einfachsten Formen, die Pleurococcaceen, den Ausgangspunkt bilden. Es sind die kleinen grünen Zellen, welche sich durch einfache Zweitheilung fortpflanzen. Als neuer Entwicklungszustand treten die Schwärmsporen auf, welche bei den Endosphaeraceen (Protococcaceen, Wille) die einzige Form der Vermehrung darstellen, bei den höheren Gliedern sich in ungeschlechtliche und geschlechtliche Schwärmer sondern. Vegetative Zweitheilung und Schwärmsporenbildung zeigen die Chlorosphaeraceen (Klebs 70), welche den Übergang zu Confervoideen bilden. Aber auch direkt hängen die Pleurococcaceen mit den Confervoideen zusammen, da eine nahe Verwandtschaft zwischen Stichococcusformen einerseits, Ulothricheen andererseits besteht. Die Confervoideen selbst führen zu den Bryophyten, damit zu den höheren Pflanzen über. Zu den Confervoideen rechnet man gewöhnlich die Ulvaceen, welche nahe stehen den Tetrasporeen, und diese sind die nächsten Verwandten der Volvocineen und führen hinüber zu den Flagellaten, so dass man also auch die Confervoideen von den letzteren Organismen ableiten kann. Sehen wir von den kleineren Gruppen ab, so haben wir ein unzweifelhaft geschlossenes Netz von Verwandtschaftslinien zwischen Pleurococcaceen, Volvocineen (damit können wir sagen den Flagellaten) und Confervoideen, mag man nun die Sache drehen und wenden wie man will. Jeder Stammbaum, den man sich von den Fadenalgen gemacht hat oder machen kann, leidet einmal daran, dass man ganz willkürlich einen Ausgangspunkt annimmt; man hat mindestens die Wahl zwischen den

beiden erwähnten Gruppen der Volvocineen oder der Pleurococcaceen. In jedem Falle aber erhält man einen solchen Stammbaum nur durch künstliches Zerschneiden der Querverbindungen. Doch gehen wir noch etwas weiter. An die Confervoideen schließen sich in manchen Beziehungen die Siphoneen an, welche aber andererseits durch Formen wie Botrydium, Phyllosiphon einerseits, Phyllobium andererseits mit den Endosphaeraceen, damit wieder mit den Pleurococcaceen zusammenhängen — also noch eine Verbindungslinie zwischen diesen und den Confervoideen. Etwas zweifelhaft ist der Anschluss der Conjugaten; möglicherweise nähern sich Desmidiaceen wie die Palmogloeaformen etc. den Pleurococcaceen, andererseits die fadenförmigen Mesocarpeen den Confervoideen. Wir würden dann eine fernere Verbindungskette zwischen diesen und Pleurococcaceen haben. Nach Naegeli (87) sind es die Confervoideen, von welchen sowohl die Florideen wie die Phaeophyceen sich herleiten. Wenn auch bisher eigentliche Übergangsformen nicht bekannt sind, so wäre eine verwandtschaftliche Beziehung wohl möglich; das Netz würde bei Bestätigung dieser Vermuthung noch ausgebildeter erscheinen.

Bei diesen Erörterungen habe ich noch nicht der eigenthümlichen Beziehungen zwischen den grünen (Chlorophyceen) und blaugrünen Algen (Phycochromaceen) gedacht. Seit lange bekannt ist die Verwandtschaft zwischen den Protococcoideen und den einzelligen Phycochromaceen, den Chroococcaceen. Wir finden sehr ähnliche, ja gleiche Formen der Zellen, wie der Gallertkolonien; wir finden hinsichtlich der sonst beide unterscheidenden Organisation Übergangsformen wie das Porphyridium, das bald zu der einen, bald zu der anderen Gruppe gerechnet wird. Man könnte sich diese Verwandtschaft durch die vorhin von mir erwähnte Annahme erklären, dass beide Gruppen sich von den Schizomyceten herleiten. Bei diesen letzteren müssen wir unterscheiden die einzelligen Formen Coccaceen, Bacteriaceen von den Fadenbakterien. Diese letzteren gehen allmählich über in die fadenförmigen blaugrünen Algen, den Oscillariaceen etc., welche andererseits doch auch mit den Chroococcaceen aufs engste zusammenhängen, und diesen Zusammenhang kann man sich nicht mehr so einfach aus der gleichen Ursprungsstelle erklären. Man kann höchstens sagen, die Oscillariaceen stammen theils direkt von den Schizomyceten, theils indirekt durch die Vermittelung der Chroococcaceen. Ich will hier beistehend diese Verwandtschaften in einer kleinen Tabelle darstellen, da ich in der großen wegen Raummangels nicht näher darauf eingehen kann.

Möglicherweise finden sich bei weiteren Untersuchungen noch direkte Verbindungen zwischen den Confervoideen und den faden-

förmigen Phycochromaceen. Eine Andeutung sehen wir bereits in Formen wie Schizogonium, Prasiola einerseits, andererseits Phragmonema, das von Schmitz (98) mit den genannten Gattungen vereinigt zu den Confervoideen gestellt wird, von Zopf[1] dagegen als Phycochromacee bezeichnet wird.



Ich könnte nun in ähnlicher Weise andere Gruppen niederer Organismen betrachten und würde dasselbe Resultat erhalten. Höchst verwickelt und in einander verwebt sind die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Pseudosporeen, Vampyrelliden, anderen Heliozoen, Rhizopoden, Myxomyceten und dergleichen. Wir beobachten aber eben so ein Netz von Verwandtschaftsbeziehungen, wenn wir das Verhältnis der einzelnen Gattungen einer Gruppe näher ins Auge fassen. Ich habe schon vorhin an dem Beispiel der Euglenoidinen (siehe p. 391) in einer Tabelle meine Ansichten darüber niedergelegt. In entsprechender Weise habe ich die beiliegende große Tabelle entworfen. Eine solche Tabelle hat gegenüber einem Stammbaum den Nachtheil, dass sie nicht so anschaulich und übersichtlich, nicht auf den ersten Blick verständlich erscheint. Sie hat aber den großen Vortheil, dass sie ein unmittelbarerer und richtigerer Ausdruck der augenblicklich bekannten Thatsachen über die Verwandtschaftsbeziehungen vorstellt, unabhängig von jeder phylogenetischen Spekulation. Natürlich werden die einzelnen Forscher über viele Punkte verschiedener Meinung sein, und es auch lange bleiben; aber immer mehr wird sich eine Einigung über den Verlauf der Hauptlinien erreichen lassen. Diejenigen Gruppen, welche schon heute durch direkte Übergangs- oder Mittelglieder mit einander nahe verwandt erscheinen, sind in der Tabelle durch Linien verbunden; diejenigen, welche unter einander gewisse Berührungspunkte zeigen, ohne aber deutlich und eng bisher verknüpft zu sein, sind durch Punktreihen vereinigt. Sind die verwandtschaftlichen Beziehungen mehr zu vermuthen als direkt anzugeben, sind sie überhaupt noch strittig, so mache ich an das eine Ende der Punktreihe ein

[1] Zopf, Zur Morphologie der Seealgen. Leipzig 1882.

Fragezeichen. Für die weitere Forschung wird es jetzt darauf ankommen, die Punktreihen zu Linien zu machen, neue Punktreihen oder Linien aufzufinden, um das Bild zu vervollständigen. Zur größeren Übersichtlichkeit habe ich die Färbung der einzelnen Organismengruppen angedeutet; denn unzweifelhaft hat die Art des Kohlensäure assimilirenden Farbstoffs eine große Bedeutung in systematischer Hinsicht. Tritt neben der Hauptfarbe eine andere innerhalb derselben Gruppe auf, so deute ich auch dieses Vorkommen durch einen entsprechend geformten Strich an. In der Tabelle sind die einzelnen Gruppen sehr ungleichmäßig behandelt; ich habe bald größere, bald kleinere berücksichtigt, hauptsächlich aus dem Grunde, um bestimmte, mir am besten bekannte Verwandtschaftsbeziehungen klar zu legen. Ich habe verzichtet auf alle mehr praktischen Zwecken dienenden, größeren Abtheilungen Protozoen, Thallophyten, Sarkodinen etc. Jeder wird leicht nach seinem Geschmack und Urtheil andere Tabellen sei es für größere oder für kleinere Abtheilungen sich entwerfen können.

Die Tabelle zeigt nun in überraschender Weise statt des verästelten Stammbaumes ein Netz, von dem einzelne Balken frei endigen und welches nur nach zwei Richtungen hin sich weiter fortsetzt, nach der Seite der höheren Thiere wie nach der der höheren Pflanzen. Für die letzteren kann man wenigstens andeutungsweise den Anschluss bezeichnen, es sind die Confervoideen (de Bary 38), welche zu den Bryophyten hinüber führen. Doch wäre es möglich, dass sich mehrere Anknüpfungspunkte zwischen Thallophyten und Bryophyten fänden, dass z. B. auch die Characeen solche Übergangsformen vorstellten. Schlimmer steht es augenblicklich mit dem genauen Anschluss der höheren Thiere. Wir wissen nicht, von welcher Stelle etwa die Metazoen ausgehen. Auch der neuerdings von Frenzel (49) beschriebene merkwürdige Organismus, die Salinella, welche als ein sehr einfaches, an eine Protozoenkolonie erinnerndes Metazoon geschildert wird, kann über die Frage keinen Aufschluss geben, zumal auch die Kenntnisse über dasselbe noch sehr fragmentarisch sind. So wissen wir nicht, ob die Metazoen von den Flagellaten oder Ciliaten oder von einer anderen noch unbekannten Stelle ihren Ausgangspunkt nehmen (Bütschli 13), oder ob sie, was mir das Wahrscheinlichste ist, von verschiedenen Gruppen der Protozoen sich herleiten. Die großen Lücken in unserem Wissen treten überhaupt an der Tabelle scharf hervor. Die Verwandtschaftsbeziehungen großer Gruppen sind noch wenig bekannt. So scheinen die rothen Algen noch ziemlich isolirt zu stehen, wenn auch einige Beziehungen vermittelt durch die Bangiaceen zu den Phycochromaceen

(Cohn 28), andererseits durch die Thoreaceen (Schmitz[1]) zu den Phaeosporeen sich finden.

Bei der Betrachtung der netzförmig verlaufenden Verwandtschaftslinien fragt man sich natürlich, wie dieselben auf Grund der Transmutationslehre zu erklären sind. Ich müsste hier auf das ganze schwierige Problem eingehen, um die verschiedenen Möglichkeiten einer solchen Erklärung darzulegen. Ich will an dieser Stelle nur zeigen, dass für einen gegebenen Fall eine Erklärung wenigstens denkbar ist. Wir können von der Haeckel'schen Ansicht ausgehen, dass eine Menge der niederen Organismen von amöbenartigen Wesen entstammen. Diese Urorganismen werden sehr bald verschiedene thierische und pflanzliche Charaktere erhalten haben. Es gab vielleicht zuerst Amöben, welche sich nach Art der Nitromonas von Winogradsky ernährten; andere fingen an, in thierischer Weise zu leben, wieder andere erhielten die Farbstoffe, welche die Kohlensäure assimilirten, so dass sich bald grüne, gelbe, rothe, blaugrüne Amöben ausbildeten. Von gelben Amöben, die zuerst in flagellatenähnliche Formen übergingen, könnten wir uns (siehe Einleitung p. 286) die in ihren höheren Gliedern weit divergirenden Reihen der Dinoflagellaten und der Chrysomonadinen hergeleitet denken. Wie kam nun aber die Querverbindung beider Reihen, vermittelt durch die Prorocentrinen einerseits, die behäuteten Chrysomonadinen andererseits, zu Stande? Wir müssen annehmen, dass bei gewissen Gymnodinien Rückschlagserscheinungen eintraten, in Folge dessen die eigenartigen Furchen verschwanden. Außerdem wirkten bestimmte äußere Einflüsse dahin, dass die betreffenden Formen eine glatte, feste Hüllhaut erhielten, während, veranlasst durch dieselben äußeren Bedingungen, die vorher nackten oder nur zeitweilig Gallerte bildenden Chrysomonadinen ebenfalls eine feste Hüllhaut bildeten. Aber eine solche Einwirkung berührte nicht bloß einen Charakter, sondern auch andere Eigenschaften, so dass in beiden Reihen einander verwandte Formen sich ausbildeten. Meine Ansicht läuft also darauf hinaus, dass zwischen zwei von einem Punkte aus sich entwickelnden, später divergirenden Reihen Queranastomosen entstanden, indem Rückschlagserscheinungen sei es in der einen oder in der anderen Reihe auftraten, und die resultirenden Formen, sowie die gewöhnlichen Formen der anderen Reihe durch die gleichzeitige Einwirkung derselben äußeren Bedingungen ähnliche Charaktere erhielten. Man könnte sich den Verlauf auch so vorstellen, dass bestimmte Anlagen der Stammformen durch eine lange Zeit beständiger Art-

[1] Fr. Schmitz, Die systematische Stellung der Gattung Thorea. Ber. der deutschen bot. Gesellsch. X. 1892.

umwandlung in latentem Zustande bei beiden Reihen sich erhalten hatten. Wenn dann unter dem Einflusse derselben äußeren Bedingungen in beiden Reihen ziemlich gleichzeitig diese Anlagen sich entwickelten, dafür andere und gerade die Divergenz bedingende Eigenschaften unterdrückt wurden, so mussten weit vom Ursprung fort nahverwandte Formen in beiden Reihen wieder hervorgehen. Für einige solcher quer verlaufender Verwandtschaftslinien könnte man daran denken, dass sie überhaupt durch keinen genealogischen Zusammenhang begründet sind. Es ist bekannt, dass die systematisch weit getrennten Cacteen und Euphorbiaceen sich in gewissen Formen außerordentlich nähern, namentlich was den vegetativen Aufbau betrifft. Das zeigt sich bei solchen Gattungen beider Reihen, welche unter denselben klimatischen Einflüssen (Wüsten-, Steppenklima) entstanden sind. Bei den niederen Organismen könnte dieselbe Erscheinung eingetreten sein, hier aber könnte sie viel leichter eine wirkliche Verwandtschaft vortäuschen, weil überhaupt in allen Charakteren noch keine so auffallenden Unterschiede sich zeigen. So könnte man sich z. B. die Verwandtschaft zwischen Chrysomonadinen und Volvocineen erklären, welche beide Familien von Bütschli in einer Gruppe vereinigt, von mir aber getrennt werden. In der That treten uns bei beiden Familien auffallende Analogien in der Art der Hülle, der Koloniebildungen entgegen, ohne dass man nothwendig einen besonderen genetischen Zusammenhang annehmen müsste. Anstatt dem Einfluss äußerer Bedingungen ein großes Gewicht beizulegen, kann man sich auch der Ansicht Naegeli's anschließen, dass die phylogenetische Entwicklung bestimmten Gesetzen folgt, welche bei den von verschiedenen Punkten ausgehenden Formenreihen analoge Erscheinungen in der Art der Zellenstruktur, der Zellenvereinigung etc. herbeiführen. Im Allgemeinen wird man aber bei den von mir angegebenen Verwandtschaftsbeziehungen mit dieser Erklärung nicht ausreichen; man wird neben der Einwirkung äußerer Bedingungen auf genealogische Verbindungen zurückgreifen müssen.

Diese Erklärungsversuche sind rein hypothetisch und dabei sehr unbestimmt; sie gehen auch von willkürlichen Voraussetzungen aus. Es werden sich andere und bessere Hypothesen finden lassen. Die Hauptsache für mich liegt darin, die Aufmerksamkeit der Forscher auf diese merkwürdigen und wenig beachteten Erscheinungen hinzulenken. Wenn man diese mannigfaltige Welt niederer Organismen überblickt und das Hin- und Herüberstrahlen der Verwandschaftsbeziehungen verfolgt, so wird man in hohem Grade angelockt, denselben nachzuspüren. Auf der anderen Seite schreckt man zurück vor zu weit

gehenden Spekulationen, weil neben den überall sich darbietenden Lücken die schon jetzt bekannten Thatsachen so vieldeutig sind, dass jede Hypothese über die phylogenetische Entwicklung solcher Gruppen von vorn herein den Stempel der Einseitigkeit und rascher Vergänglichkeit an sich trägt.

Basel, im Juni 1892.

Litteraturverzeichnis.

1. Archer, Encysted state of Vacuolaria virescens. Quart. Journ. of micr. Sc. XX. 1860.
2. G. Balbiani, Les protozoaires. Leçons faites au collège de France. Journ. de Microgr. Ann. 6—7. 1882—1883.
3. R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrbuch. Bd. VII. 1882.
4. G. Berthold, Untersuchungen über den Aufbau der Algen. Nova Acta Leop. Car. Bd. XL. 1878.
5. F. Blochmann, Bemerkungen über einige Flagellaten. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.
6. —— Die mikroskopische Thierwelt des Süßwassers. Braunschweig 1886.
7. Ad. Borgert, Über die Dictyochiden, insbesondere über Distephanus speculum. Inaug.-Diss. 1891. Diese Zeitschr. Bd. LI. p. 629.
8. K. Brandt, Über die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mitth. der Zool. Station Neapel. IV.
9. —— Koloniebildende Radiolarien. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. XIII. 1885.
10. Al. Braun, Betrachtungen über die Erscheinungen der Verjüngung. Freiburg 1851.
11. O. Bütschli, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten. Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878.
12. —— Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sog. Cilioflagellaten. Morphol. Jahrbuch. Bd. X. 1885.
13. —— Protozoen. 2. Aufl. in: Bronn, Klassen des Thierreichs. Bd. I. Abth. II. Die Mastigophoren. 1883—1887.
14. H. J. Carter, Notes on the freshwater infusoria of the island of Bombay. Ann. mag. nat. hist. Ser. 2. Bd. XVII. 1856.
15. —— On fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Ebenda. Ser. 3. Bd. II. 1858.
16. —— On fecundation in the two Volvoces and their specific differences; on Eudorina, Spongilla, Astasia, Euglena and Cryptoglena. Ebenda. Ser. 3. Bd. III. 1859.
17. A. Certes, Sur la glycogénèse chez les Infusoires. Comptes rendus 1880.
18. L. Cienkowski, Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. phys. math. St. Pétersbourg. T. XIV. 1856.
19. —— Über einen Beweis für die Generatio primaria. Ebenda. T. XVII. 1859.

20. L. Cienkowski, Beiträge zur Kenntnis der Monaden. Arch. f. mikr. Anat. I. 1865.
21. —— Die chlorophyllhaltigen Gloeocapsen. Bot. Zeitung. 1865.
22. —— Über Palmellaceen und einige Flagellaten. Arch. f. mikr. Anat. VI. 1870.
23. —— Über einige Rhizopoden u. verwandte Organismen. Ebenda. Bd. XII. 1876.
24. E. Claparède et J. Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Génève et Bâle 1858—1861.
25. J. Clark, On the spongiae ciliatae as infusoria flagellata. Ann. mag. hist. nat. Ser. 4. Vol. I. 1868.
26. F. Cohn, Nachträge zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis. Nov. Acta Leop. Acad. Vol. XXII. 1850.
27. —— Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikrosk. Algen und Pilze. Ebenda. Vol. XXIV. 1854.
28. —— Beiträge zur Physiologie der Phycochromaceen und Florideen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. III. 1867.
29. W. H. Dallinger and J. Drysdale, Researches on the life history of a Cercomonad. Monthly microsc. journal. Vol. X. 1873.
30. —— Researches on the life history of the Monads. Ebenda. Vol. X, 1873; Vol. XI, 1874; Vol. XII, 1875.
31. W. H. Dallinger, On the life history of a minute septic organism. Proc. roy. phil. soc. London. Vol. XXVII. 1878.
32. P. A. Dangeard, Recherches sur les organismes inférieures. Ann. scienc. nat. Bot. Ser. 7. T. IV.
33. —— Recherches sur les Algues inférieures. Ebenda. Ser. 7. T. VII.
34. —— Recherches sur les Cryptomonadinae et les Euglenae. Le Botaniste. I. 1888.
35. —— Mémoires sur les Algues. Ebenda. I. 1889.
36. —— Note sur les flagellés. Réponse à Kunstler. Ebenda. II. 1890.
37. A. de Bary, Die Mycetozoen. 2. Aufl. Leipzig 1864.
38. —— Zur Systematik der Thallophyten. Bot. Zeitung. 1881.
39. —— Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884.
40. C. de Bruyne, Les Monadines et leur place systématique. Bull. soc. belge de Microsc. Ann. 17. N. V.
41. F. Dujardin, Histoire naturelle des Zoophytes Infusoires. Paris 1841.
42. Chr. G. Ehrenberg, Zur Kenntnis der Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. 2. Beitrag. Berl. Akad. 1832.
43. —— Dasselbe. 3. Beitrag. Ebenda. 1834.
44. —— Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Berlin 1838.
45. L. Errera, L'épiplasme des Ascomycètes. Bruxelles 1882.
46. F. Fisch, Untersuchungen über einige Flagellaten. Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.
47. J. Frenzel, Über einige merkwürdige Protozoen Argentiniens. Diese Zeitschr. Bd. LIII. 1891.
48. —— Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXVIII. 1891.
49. —— Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens. Salinella. Archiv f. Naturgesch. Bd. LVIII. 1892.
50. G. Fresenius, Beiträge zur Kenntnis mikroskopischer Organismen. Abhandl. der Senckenb. Gesellsch. Bd. II. 1858.

51. J. Goroshankin, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chlamydomonaden. Bd. I u. II. Moskau 1890—1891.
52. P. Gourret et P. Roser, Contribution à l'étude des Protozoaires de la Corse. Arch. de Zool. expér. T. VIII. 1888.
53. —— Les Protozoaires du Vieux-Port de Marseille. Ebenda. T. IV. 1886.
54. B. Grassi, Intorno ad alcuni protisti endoparassitici. Milano 1882.
55. B. Grassi u. Schewiakoff, Über Megastoma entericum. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 1888.
56. O. von Grimm, Über Synura uvella und Uroglena volvox. Nachr. der Göttinger Gesellsch. 1872.
57. A. Gruber, Dimorpha nutans. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1881.
58. E. Haeckel, Monographie der Moneren. Jen. Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. IV. 1868.
59. —— Das Protistenreich. 1878.
60. —— Plancton-Studien. Jena 1890.
61. Hansgirg, Prodromus der Algenflora Böhmens. I. Archiv für naturw. Erforschung Böhmens. Bd. V. 1886.
62. J. P. Henneguy, Bodo necator. Arch. de Zool. expér. T. II. 1884.
63. Hübner, Die Euglenaceen-Flora von Stralsund. Schulprogramm. Stralsund 1886.
64. Imhof, Studien über die Fauna hochalpiner Seen. Jahresber. der Naturf. Gesell. Graubündens. 1885—1886.
65. —— Das Flagellatengenus Dinobryon. Zool. Anzeiger 1890.
66. S. Kent, A Manual of Infusoria. London 1880—1882.
67. W. Khawkine, Recherches biologiques sur l'Astasia ocellata et l'Euglena viridis. Ann. scienc. nat. Zool. Sér. 6. T. XIX. 1885. Ebenda. Sér. 7. T. I. 1886.
68. O. Kirchner, Die Algen Schlesiens. Breslau 1878.
69. —— Die mikroskopische Pflanzenwelt des Süßwassers. 2. Aufl. 1891.
70. G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuch. Tübinger Institut. I. 1883.
71. —— Referat über die Arbeit von Rostafinski: Hydrurus. Bot. Zeitung. 1882.
72. —— Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Peridineen. Bot. Zeitung. 1884.
73. —— Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuch. Tübinger Institut. II. 1886.
74. L. Klein, Über einen neuen Typus der Sporenbildung bei den endosporen Bakterien. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1889.
75. J. Krassilstschik, Über eine neue Flagellate Cercobodo laciniaegerens. Zool. Anzeiger. 1886.
76. J. Künstler, Sur cinq Protozoaires parasites nouveaux. Comptes rendus. T. XCV. 1882.
77. —— Sur quelques Infusoires nouveaux on peu connus. Ebenda. T. CVII. 1888.
78. —— Sur un nouveau Proteromonas. Ebenda. T. CIX. 1889.
79. —— Bacterioidomonas. Journal de Microgr. T. VIII. 1884.
80. G. Lagerheim, Über Phaeothamnium. Svensk. Vet. Akad. Handl. Bd. IX. N. 19. 1884.
81. —— Zur Entwicklungsgeschichte von Hydrurus. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1887.
82. E. Leclercq, Les microorganismes intermédiaires aux deux règnes. Bull. de la Soc. belg. de Microsc. Ann. 17. 1890.

83. E. Maupas, Sur la position systématique des Volvocinées et sur les limites du règne végétal et animal. Comptes rendus. T. LXXXVIII. 1879.
84. von Mereschkowski, Studien über die Protozoen des nördl. Russlands. Archiv f. mikr. Anat. XVI. 1879.
85. —— On some new or little-known Infusoria. Ann. mag. hist. nat. Ser. 5. Vol. VII. 1887.
86. K. Möbius, Bruchstücke einer Infusorienfauna von Kiel. Archiv f. Naturgesch. Bd. LIV. 1888.
87. K. Nägeli, Theorie der Abstammungslehre. München 1884.
88. C. Parona, Protisti parassiti nella Ciona intestinalis. Atti Soc. ital. Milano. Vol. XXIX. 1886.
89. E. Penard, Über neue oder wenig bekannte Protozoen. Jahresb. des nassauisch. Vereins f. Naturw. Jahrg. 43. 1890.
90. M. Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. Bern 1851.
91. W. Pfeffer, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Untersuch. Tübinger Institut. I. 1883.
92. —— Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. Ebenda. II. 1888.
93. L. Rabenhorst, Flora europaea algarum aquae dulcis et submarina. Leipzig 1864—1868. Bd. I—III.
94. J. Rostafinski, Hydrurus i jego pokrewienstwo (mit einem deutschen Résumé). Krakauer Akad. X. 1882.
95. A. J. Schilling, Die Süßwasser-Peridineen. Flora 1891.
96. —— Untersuchungen über die thierische Lebensweise einiger Peridineen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. IX. 1891.
97. K. Schmarda, Kleine Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Wien 1846.
98. F. Schmitz, Die Chromatophoren. Bonn 1882.
99. —— Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren. Pringsheim's Jahrb. Bd. XV. 1884.
100. F. Schütt, Über die Sporenbildung mariner Peridineen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. V. 1887.
101. —— Über Peridineenfarbstoffe. Ebenda. VIII. 1890.
102. —— Sulla formazione schelettrica intracellulare di un Dinoflagellato. Neptunia 1891.
103. F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XI. 1875.
104. —— Über das Verhältnis der Spongien zu den Choanoflagellaten. Sitz.-Ber. Berliner Akad. I. 1885.
105. A. Seligo, Untersuchungen über Flagellaten. Cohn's Beiträge zur Biologie. IV.
106. Fr. Stein, Über Proteus tenax Müller und über die Infusoriengattung Distigma Ehrenberg. Sitz.-Ber. Böhm. Gesellsch. 1864.
107. —— Der Organismus der Infusionsthiere. III. 1. Hälfte. Flagellaten. Leipzig 1878.
108. —— Der Organismus der Infusionsthiere. III. 2. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten. Leipzig 1883.
109. Al. Stokes, Notices of new freshwater Infusoria. Proceed. Am. Phil. Soc. Philadelphia XXIII. 1886.
110. —— Some new Infusoria. Ann. mag. hist. nat. Ser. 5. Vol. XVII. 1886.
111. —— Notices of new American freshwater Infusoria. Quart. Journ. of microsc. Sc. 1887.

112. Al. Stokes, New freshwater Infusoria. Proc. Am. Phil. Soc. XXIV. 1887.
113. —— Food-habit of Petalomonas. Quart. Journ. of microsc. Sc. 1887.
114. —— Notices of new Infusoria-Flagellata. Ebenda. 1888.
115. —— Notices of new freshwater Infusoria. Proc. Am. Phil. Soc. Philadelphia 1889.
116. E. Warming, Om nogle ved Danmarks kyster levende Bacterier. Vidensk. Medd. naturh. Foren. Kjöbenhavn 1875.
117. N. Wille, Om Chrysopyxis bipes og Dinobryon sertularia. Öfv. Vetens. Akad. Förh. 1882.
118. —— Algologische Mittheilungen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. XVIII.
119. S. Winogradsky, Recherches sur les organismes de la nitrification. Ann. de l'inst. Pasteur 1890.
120. M. Woronin, Chromophyton Rosanoffii. Bot. Zeitung. 1880.
121. A. B. Wysotzki, Mastigophora Rhizopoda (russisch). Arbeiten der Naturf. Gesellsch. XXI. 1887.
122. W. Zopf, Die Pilzthiere oder Schleimpilze. Breslau 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Bei der Mehrzahl der Figuren sind folgende Bezeichnungen für bestimmte Organe angewandt worden: *n* Kern; *c* kontraktile Vacuole; *a*, Nahrung, die aufgenommen wird oder bereits aufgenommen ist; *o* Mundstelle oder Mundöffnung.

Die ungefähre Vergrößerung ist durch die eingeklammerte Zahl bei jeder Figur angegeben.

Tafel XIII.

Fig. 1 *a*—*c*. Mastigamoeba invertens Klebs (1400). *a* im schwimmenden Zustande, *b*, *c* kriechend.

Fig. 2 *a*—*g*. Dimorpha radiata Klebs (1400). *a*—*c* freischwimmend, *d*—*g* kriechend, *f* Längstheilung, *d*, *g* Nahrungsaufnahme.

Fig. 3 *a*—*c*. Dimorpha ovata Klebs (1000). *a* freischwimmend, *b*, *c* kriechend, die Nahrungsaufnahme zeigend.

Fig. 4 *a*—*c*. Dimorpha longicauda (1000). *a* freischwimmend, *b* sich ernährend, *c* Anfang der Theilung.

Fig. 5 *a*—*d*. Bodo globosus Stein (1500). *b* ein Raphidium aussaugend, *d* mit Jod getödtet.

Fig. 6 *a*—*c*. Bodo celer Klebs (1400). *b* eine Monade verschluckend.

Fig. 7 *a*—*d*. Bodo minimus Klebs (2000). *a*—*c* verschiedene Stadien der Nahrungsaufnahme.

Fig. 8 *a*—*c*. Bodo edax Klebs (1500). *b* eine Monade verschluckend.

Fig. 9 *a*—*g*. Dimorpha alternans Klebs (1500). *a* Nahrungsballen (*a*) ausscheidend, *b*—*c* als Amöbe kriechend, *d*, *e* eine Mesocarpuszelle aussaugend.

Fig. 10 *a*—*b*. Streptomonas cordata (Perty) Klebs (2000).

Fig. 11 *a*—*d*. Phyllomonas contorta Klebs. Verschiedene Ansichten des Körpers bei verschiedenen Individuen.

Tafel XIV.

Fig. 1 *a*—*c*. Bodo repens Klebs (1500). *b* Aussaugen von Bakterien.

Fig. 2 *a*—*c*. Bodo mutabilis Klebs (1500). *c* Aussaugen von Bakterien.

Fig. 3 *a*—*e*. Bodo caudatus (Duj.) Stein (1500). *e* Längstheilung.

Fig. 4 *a*—*b*. Bodo angustatus (2000).

Fig. 5. Phyllomitus undulans Stein (1000).

Fig. 6 *a*—*d*. Phyllomitus amylophagus Klebs (1500). *s*, Stärkekörner. Fig. 6 *d* eine Monade verzehrend; Fig. 6 *e* ein Stärkekorn aufnehmend.

Fig. 7 *a*—*b*. Rhynchomonas nasuta (Stokes) Klebs (2000).

Fig. 8. Colponema loxodes Stein (1500).

Fig. 9 *a*—*d*. Scytomonas pusilla Stein (2000). *a* Bakterie aussaugend, *c* Längstheilung von hinten beginnend, *d* Längstheilung von vorn beginnend.

Fig. 10 *a*—*b*. Petalomonas mediocanellata Stein, Form typica (1500).

Fig. 11. Petalomonas mediocanellata Stein, Form angusta (1500).

Fig. 12 *a*—*b*. Petalomonas mediocanellata Stein, Form lata (1500).

Fig. 13 *a*—*b*. Petalomonas inflexa Klebs, Form obliqua (1500).

Fig. 14 *a*—*c*. Petalomonas Steinii Klebs, Form triangularis (1200).

Fig. 15 *a*—*c*. Petalomonas abscissa (Duj.), Form parallela (900).

Fig. 16. Petalomonas abscissa (Duj.), Form convergens (1500).

Fig. 17. Petalomonas Steinii Klebs, Form lata (700).

Fig. 18. Petalomonas mediocanellata Stein, Form pusilla (2000).

Fig. 19 *a*—*b*. Petalomonas sexlobata Klebs (900).

Fig. 20 *a*—*b*. Petalomonas abscissa Duj., Form deformis (1100).

Tafel XV.

Fig. 1 *a*—*b*. Tetramitus descissus Perty (1400).

Fig. 2 *a*—*b*. Tetramitus rostratus Perty (1400).

Fig. 3. Tetramitus sulcatus Stein (1300).

Fig. 4 *a*—*d*. Tetramitus pyriformis Klebs.

Fig. 5 *a*—*g*. Trigonomonas compressa (1000). *a* einen Bacillus verschluckend, *b* eben so, *d* fixirt, mit Boraxkarmin gefärbt, *e*—*g* Theilungsstadien.

Fig. 6 *a*—*b*. Hexamitus pusillus Klebs (1500).

Fig. 7 *a*—*c*. Hexamitus inflatus Duj. (1300). *b*, Seitenansicht.

Fig. 8 *a*—*b*. Hexamitus fissus Klebs (1200).

Fig. 9 *a*—*b*. Hexamitus crassus Klebs (1000). *gs* besondere Spalte für die Geißel.

Fig. 10 *a*—*b*. Hexamitus intestinalis Dujardin. *a* (1300), *b* (2000).

Tafel XVI.

Fig. 1 *a*—*c*. Hexamitus fusiformis Klebs (1500). Die dunkeln Kugeln sind Glycogen.

Fig. 2 *a*—*e*. Urophagus rostratus (Duj.) Klebs (1500).

Fig. 3. Urophagus rostratus, Form angustus (2000).

Fig. 4 *a*—*c*. Trepomonas rotans Klebs (1600). *a*, *b* Breitansicht, *c* Aufsicht von unten.

Fig. 5 *a*—*d*. Trepomonas Steinii Klebs (1600). *a*, *d*, *c* verschiedene Seitenansichten, *b* Breitansicht.

Fig. 6 *a*—*c*. Trepomonas agilis Duj. Form simplex (2000). *a* Breitansicht, *b* Seitenansicht, *c* Aufsicht.

Fig. 7 *a*—*c*. Trepomonas agilis Duj. Form communis (2000).

Fig. 8 *a*—*b*. Trepomonas agilis Duj. Form angulatus (1300).

Fig. 9 *a*—*c*. Spironema multiciliatum Klebs (2000).

Fig. 10 *a*—*e*. Cryptoglena pigra (Ehbg.) (1500). *a* Bauchansicht, *b* Rückenansicht, *c* nach Behandlung mit Alkohol, *d*, *e* Schale der Plasmamembran durch Quellung mit Chloralhydrat vom Körper entfernt.

Tafel XVII.

Fig. 1 *a*—*b*. Sphenomonas teres (Stein) (1300). *R*, Schleimkugel.

Fig. 2 *a*—*d*. Euglenopsis vorax Klebs (1300). *c* ein Stärkekorn (*s*) ausscheidend, *d* Vorderende mit Mundspalte *o*.

Fig. 3. Urceolus cyclostomus (Stein) (1100). *st* Staborgan.

Fig. 4 *a*—*b*. Peranema trichophorum Stein. *a* (1200), *b* (1400). *st* Staborgan, *b* nach Behandlung mit Grenacher'schem Hämatoxylin.

Fig. 5 *a*—*b*. Anisonema variabile Klebs (1400). *a* Rücken, *b* Bauchansicht.

Fig. 6 *a*—*c*. Anisonema ovale Klebs (2000). *a* Bauchansicht der var. latum, *b* Rückenansicht, *c* Seitenansicht.

Fig. 7 *a*—*d*. Dinema griseolum Perty. *a*, *b* (800) Bauchseite, *a* ein ausgestrecktes, *b* ein kontrahirtes Individuum, *c* (1000) Vorderende. *st* Staborgan; g^1 Schleppgeißel; g^2 Vordergeißel.

Fig. 8 *a*, *b*. Anisonema acinus Duj. *a* (1000) Rückenansicht, *b* (2400) Bauchansicht. g^1 Schleppgeißel; g^2 Vordergeißel; *r* verdickte Stelle des Furchenrandes; *f* die Bauchfurche.

Fig. 9. Entosiphon sulcatum Stein (1400). *st* Staborgan.

Fig. 10. Heteronema acus (Ehbg.) Stein (1400). *s* Stärkekorn.

Fig. 11. Heteronema globuliferum Stein (1400).

Fig. 12. Heteronema spirale Klebs (950).

Fig. 13. Heteronema nebulosum (Duj.) (950).

Fig. 14. Anisonema striatum Klebs (1400). *a* Rücken, *b* Bauchansicht.

Fig. 15. Entosiphon obliquum Klebs (1400). *a* Bauchansicht, *b*, *c* Rückenansicht. *st* Staborgan.

Tafel XVIII.

Bei den Figuren dieser Tafel bedeutet: *l* Leucosin; *v* unveränderliche Vacuole; *c* kontraktile Vacuole; *u* Nahrungsballen; *nv* Nahrung aufnehmende Vacuole.

Fig. 1 *a*—*c*. Chrysamoeba radians (1000). *a* freischwimmend, *b*, *c* im Amöbenzustand.

Fig. 2, 3 *a*—*b*. Ochromonas mutabilis Klebs (1000).

Fig. 4 *a*—*h*. Ochromonas crenata Klebs (1000). *c* Nahrungsvacuole mit Bakterienhaufen, *d* nach Behandlung mit Methylenblau, Gallerte in Form von feinen Fäden resp. Röhren ausgeschieden, *e* dichtere Gallerte noch mit fädiger Struktur, *g* mit zwei Nahrungsvacuolen, eine gefüllt, die andere leer, *f* nach Behandlung mit Dämpfen von Osmiumsäure und Färbung mit Boraxkarmin.

Fig. 5 *a*—*c*. Chromulina flavicans Stein (1500).

Fig. 6 *a*—*c*. Chromulina ovalis Klebs (1300). *a* längsgetheilt innerhalb der Gallerte.

Fig. 6 *d*. Chromulina verrucosa Klebs (1000).

Fig. 7 *a*—*f*. Chrysococcus rufescens Klebs (1200). *c* Theilung, *d* Individuum nach der Theilung, *e*, *f* Theilung innerhalb der Schale.

Fig. 8 *a*, *b*. Synura uvella (750). Einzelne Individuen einer Kolonie.

Fig. 9 *a*—*e*. Dinobryon Sertularia Ehrenberg (1300). *a* einzelne Individuen in einer Hülse, *b* ein aus der Hülse herausgetretener, frei schwimmender Schwärmer, *c*—*e* Zustände der Hülsenbildung innerhalb einer Stunde.

Fig. 10 *a*—*b*. Dinobryon undulatum Klebs (1300).

Fig. 11 *a*—*f*. Hymenomonas roseola Stein (1000). *a*, *b* freischwimmend, *c* zur Ruhe gekommene Zelle, *d* ein einzelnes Stück der Hülle (1400), *e*, *f* Zustände der Theilung.

Fig. 12 *a*—*d*. Mallomonas Ploesslii Perty (1000). *a*, *b* freischwimmend, *c* leere Hülse, *d* Hülse mit Ruhespore.

Fig. 13 *a*, *b*. Microglena punctifera Ehrenberg.

Fig. 14. Hydrurus foetidus. Zweigende (900).

Fig. 15. Hydrurus (800). Zweig mit sporenbildenden Zellen.

Fig. 16 *a*. Hydrurus (1100). Eine sich theilende Scheitelzelle eines Zweiges.

Fig. 16 *b*. Hydrurus (1500). Einzelne Zelle. *c* einzelne Zelle mit starker Gallertausscheidung, *d* Ruhezelle.

Fig. 17 *a*—*b*. Hydrurus (1100). Junge Keimlinge.

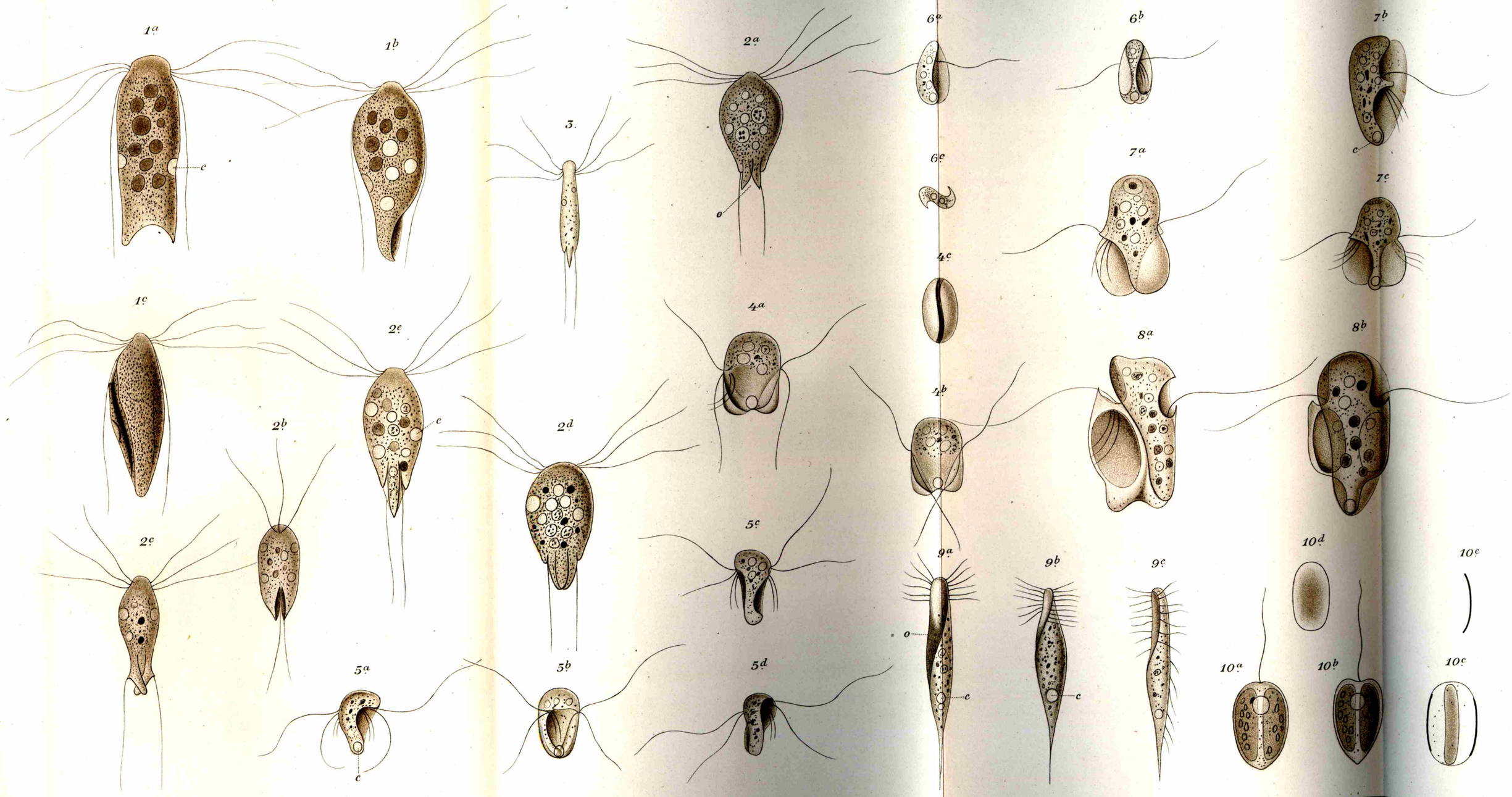
Fig. 18 *a*—*f*. Hydrurus (1500). Zoosporen.

Fig. 19 *a*—*d*. Hydrurus (1000). Ruhesporen. *a*—*c* Kieselsäureskelette. *pr* Porus; *pa* Papille. *d* reife lebende Ruhespore.

Errata.

Taf. XVI, Fig. 4 *c*. Diese Figur ist missglückt, da das schmale ∼-förmige Hinterende viel zu dunkel gezeichnet ist.

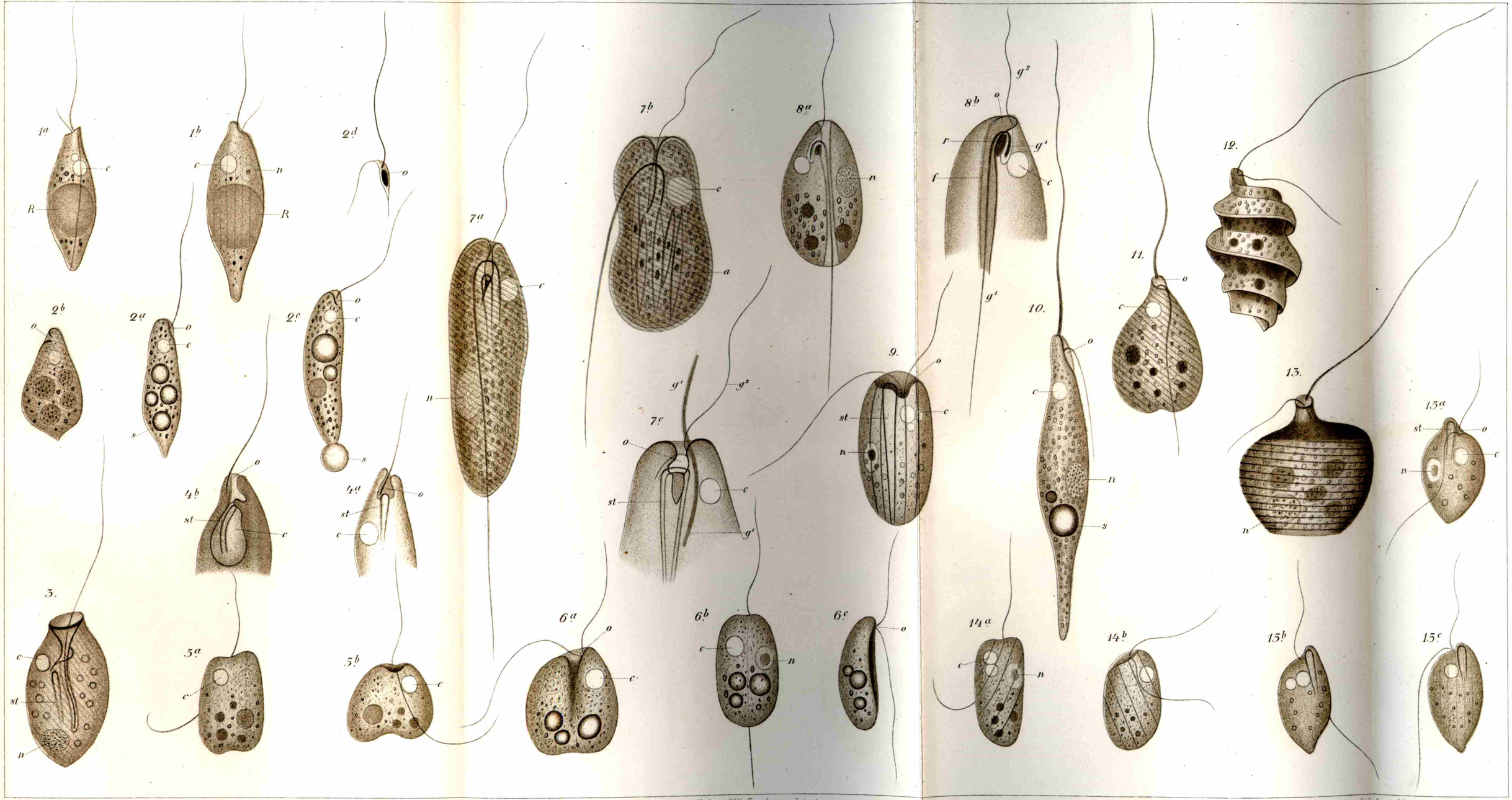
Taf. XVIII, Fig. 1 *b* und *c*. Durch Missverständnis ist an Stelle der über einander liegenden Ränder der beiden Farbstoffplatten ein kugeliger Körper für sich abgebildet, der in Wirklichkeit nicht existirt.



G. Klebs del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

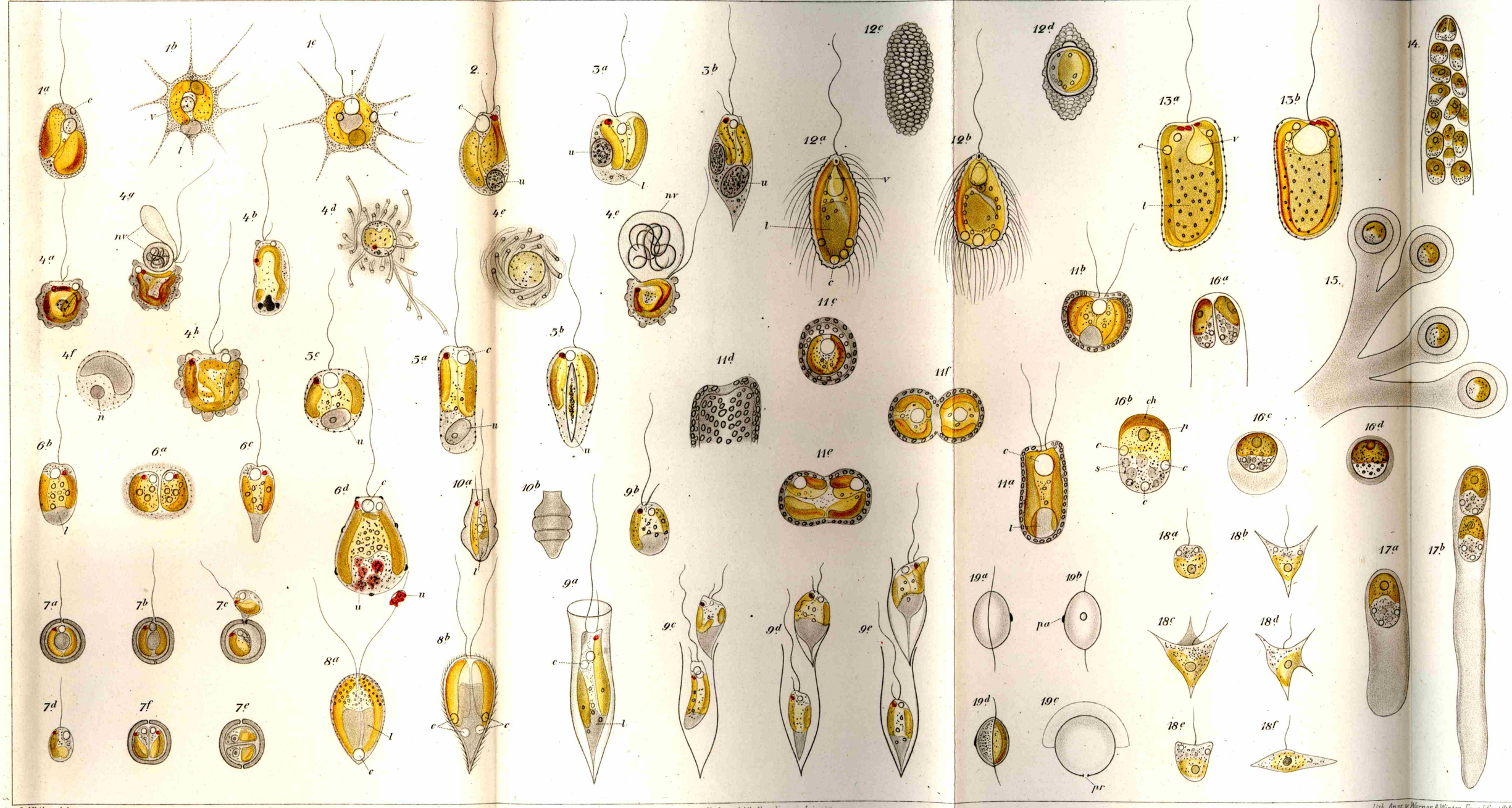
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.



G. Klebs del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a/M.


1a
c
1b
v
l
1c
v
c
2.
c
u
3a
u
l
3b
u
4a
4b
4c
nv
4d
4e
4f
n
4g
nv
4h
5a
c
u
5b
u
5c
u
6a
6b
l
6c
6d
c
u
u
7a
7b
7c
7d
7e
7f
8a
l
c
8b
c
c
9a
c
l
9b
9c
9d
9e
10a
l
10b
11a
c
l
11b
11c
11d
11e
11f
12a
v
l
c
12b
12c
12d
13a
c
v
l
13b
14.
15.
16a
16b
ch
p
c
s
c
16c
16d
17a
17b
18a
18b
18c
18d
18e
18f
19a
19b
pa
19c
pr
19d