

Tübingen. Botanisches Institut.

0

UNTERSUCHUNGEN

AUS DEM

BOTANISCHEN INSTITUT ZU TÜBINGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. W. PFEFFER

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT IN TÜBINGEN.

ERSTER BAND.

MIT 3 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 34 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1881—1885.

Inhaltsverzeichniss des ersten Bandes.

Heft I. (1881.)

	Seite
I. <i>W. Wilson</i> , The Cause of the Excretion of Water on the Surface of Nectaries.	1
II. <i>C. Hilburg</i> , Über Turgescenz-Änderungen in den Zellen der Bewegungsgelenke	23
III. <i>Fr. Schwarz</i> , Der Einfluss der Schwerkraft auf das Längenwachsthum der Pflanzen. (Mit 1 Holzschnitt)	53
IV. <i>Fr. Schwarz</i> , Zur Kritik der Methode des Gasblasenzählens an submersen Wasserpflanzen.	97
V. <i>Eriksson</i> , Über Wärmebildung durch intramoleculare Athmung der Pflanzen. (Mit 2 Holzschnitten).	105

Heft II. (1883.)

VI. <i>Fr. Schwarz</i> , Die Wurzelhaare der Pflanzen. (Mit Tafel I und 3 Holzschnitten)	135
VII. <i>A. Wieler</i> , Die Beeinflussung des Wachsens durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffs. (Mit 1 Holzschnitt)	189
VIII. <i>Georg Klebs</i> , Über die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. (Mit Tafel II und III)	233

Heft III. (1884.)

IX. <i>W. Pfeffer</i> , Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize.	363
---	-----

Heft IV. (1885.)

X. <i>W. Pfeffer</i> , Zur Kenntniss der Kontaktreize. (Mit 1 Holzschnitt).	483
XI. <i>Georg Klebs</i> , Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. (Mit 24 Holzschnitten).	536
XII. <i>W. Pfeffer</i> , Über intramolekulare Athmung. (Mit 1 Holzschnitt)	636
XIII. <i>W. Johannsen</i> , Über den Einfluss hoher Sauerstoffspannung auf die Kohlen säureausscheidung einiger Keimpflanzen. (Mit 1 Holzschnitt)	686

VIII.

Über die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien.

Von

Dr. Georg Klebs.

Mit Tafel II und III.

Unter jenen so mannigfaltigen Organismen, die auf der Grenze von Thier- und Pflanzenreich stehen, nehmen die Flagellaten eine bedeutungsvolle Rolle ein. Denn ihren Organisationsverhältnissen wie Lebenserscheinungen nach treten in ihnen thierische und pflanzliche Charaktere in inniger Vereinigung auf. So ist auch in den vergangenen Jahrzehnten das Gebiet der Flagellaten ein Hauptkampfplatz gewesen für das Ringen nach prinzipiellen Unterschieden des thierischen und pflanzlichen Lebens. Doch gehört dieser Prinzipienstreit schon der Geschichte an; sein Resultat ist, dass eine absolute Grenze zwischen Thieren und Pflanzen, nach der man früher suchte, nicht vorhanden ist. Die Frage für die vorhandenen Übergangsformen lautet dahin: schließen sich dieselben ohne Zwang an genau ihrer Stellung nach bekannte Organismen, seien es Thiere oder Pflanzen, an, oder bilden sie eine eigene Gruppe abseits von beiden? Denn es erscheint nicht nothwendig, dass alle noch zweifelhaften Organismen zu einer der beiden Klassen gehören müssen; der Gedanke HÄCKEL's an ein besonderes Zwischenreich der Protisten entspricht unseren jetzigen Kenntnissen. Zur Entscheidung dieser Fragen ist aber die genaue Erforschung der Organismen selbst nöthig und bezüglich der Flagellaten stehen wir erst in den Anfängen unseres Wissens.

Nachdem ¹⁾ einige ältere Forscher, besonders O. F. MÜLLER ²⁾, einzelne der hieher gehörigen Formen beschrieben hatten, war es EHRENBERG ³⁾, der

1) Nur die Hauptmomente in der Geschichte der Flagellatenkunde will ich hier hervorheben, eine ausführliche Darstellung findet man in den Werken von CLAPARÈDE und LACHMANN, ferner von STEIN.

2) O. F. MÜLLER, *Animalcula Infusoria fluviatilia et marina*. Hafniae 1786.

3) EHRENBERG, *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*. Leipzig 1838.

in seinem umfassenden Werke auch für die Flagellaten die Grundlage schuf. Sie zählen bei ihm zu den Polygastrica anentera, den darmlosen Magenthieren, neben vielen anderen jetzt zu den Algen gerechneten Formen. DUJARDIN¹⁾ trat sehr bald den Anschauungen EHRENBURG's betreffs der hohen Organisation der Infusionsthierchen entgegen und gründete ein neues System, das hauptsächlich auf den verschiedenen Formen der Bewegungsorgane beruht. Seine dritte Ordnung umfasst Infusorien »pourvus d'un ou plusieurs filaments flagelliformes, servant d'organes locomoteurs — sans bouche«; er rechnete dazu die Familien: Monadiens, Volvociens, Dinobryens, Thecamonadiens, Eugleniens, Peridiniens. Durch die Vereinigung dieser Familien zu einer Gruppe wurde DUJARDIN der Gründer der Flagellaten-Ordnung; die Bezeichnung »Flagellata« hat sie erst später durch COHN²⁾ erhalten. Die Ansichten von DUJARDIN wurden besonders durch die Arbeiten von SIEBOLD³⁾ bald allgemein angenommen, der im Anschluss an die neue Zelltheorie den Nachweis für die Einzelligkeit der Infusorien lieferte. Zu diesen stellte er auch die Flagellata, sie als Astoma bezeichnend, von denen er aber die Volvocineen ausschloss, weil sie von ihm als Algen betrachtet wurden. Dieser Ansicht stimmten auch die Botaniker bei und durch die schönen Arbeiten von COHN, A. BRAUN u. A. wurden die Volvocineen bald sorgfältig erforscht. Erst STEIN hat wieder versucht, ihre thierische Natur nachzuweisen.

Wohl manche Beiträge zur Kenntniss der geißeltragenden Infusorien wurden in den folgenden Jahrzehnten geliefert, so von FOCKE, PERTY, SCHMARDA, FRESENIUS. Doch handelte es sich wesentlich um Beschreibungen neuer Formen, oft in unzulänglicher Weise. PERTY, WEISSE, besonders COHN und CARTER suchten auch die Organisation und Entwicklungsgeschichte näher kennen zu lernen. Im Allgemeinen wurden die Flagellaten am meisten von allen Infusionsthierchen EHRENBURG's vernachlässigt. CLAPARÈDE⁴⁾ und LACHMANN⁴⁾ behandeln in ihrem großen Werke die Flagellaten ganz nebenbei; ausführlicher gehen sie nur auf die Peridineen ein, für die sie eine besondere Klasse, die der Cilioflagellaten, gründen. Erst CIENKOWSKI fing an, durch sorgfältige Beschreibung und besondere Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte Licht und Klarheit in das Chaos der Flagellatenformen zu bringen. In der einen Arbeit⁵⁾ lehrte er einige Monaden

1) DUJARDIN, Histoire naturelle des Zoophytes-Infusoires. Paris 1844.

2) COHN in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. 1853. S. 273.

3) SIEBOLD, Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangen 1844; id. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Bd. I. Berlin 1848; id. Über einzellige Pflanzen und Thiere in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. 1849.

4) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études sur les Infusoires. Genève et Bâle 1868.

5) CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. I. 1865.

kennen, zu dem Resultate gelangend, dass man sie, so ähnlich sie auch gewissen Entwicklungszuständen von Algen seien, wegen ihrer thierischen Ernährungsweise doch besser zu den Thieren rechnen müsse. In zwei¹⁾ anderen Abhandlungen gab er eine vergleichende Entwicklungsgeschichte einiger gefärbter Flagellaten, wie *Euglena*, *Cryptomonas*, *Vacuolaria*, *Colacium* und einiger *Palmellaceen*, und kam zu dem Schlusse, dass die ersteren zu den letzteren gehörten. Doch drang CIENKOWSKI nicht mit dieser Ansicht durch, wenigstens bekümmerten sich die Botaniker nicht um diese Wesen, die von den Zoologen meist als zweifelhafte Thiere angesehen wurden. HÄCKEL²⁾ stellte sie in seinen Systemen zu den Protisten, sie von den Infusorien trennend. Im Jahre 1878 erschien das große Werk von STEIN³⁾ über die ganze Gruppe, das leider bisher unvollendet ist, indem es nur eine Hälfte des allgemeinen historischen Theils nebst den sämtlichen Abbildungen mit ihren Erklärungen enthält. STEIN fasst die Flagellaten in dem Umfange wie DUJARDIN und stellt sie als unterste Klasse zu den Infusorien. Es ist nicht nöthig, auf STEIN's Anschauungen ausführlicher hier einzugehen. Seine Ansicht, dass die Flagellaten, einschließend die *Volvocineen*, deshalb Thiere seien, weil sie einen Mund, einen Kern und eine kontraktile Blase besitzen, ist nicht haltbar. Anzuerkennen ist, dass STEIN zahlreiche neue Beobachtungen gemacht, vor allem durch seine guten Zeichnungen aus dem Gewirre unbestimmbarer Flagellaten klar erkennbare Formen ausgeschieden hat. So muss sein Werk die Grundlage für die weitere Forschung bilden. Leider ist STEIN nicht auf dem von CIENKOWSKI angebahnten Wege fortgeschritten. Seine entwicklungsgeschichtlichen Angaben, beruhend auf willkürlicher Kombination gewisser nebeneinander vorkommender Formen, nicht gegründet auf fortlaufende Beobachtung, sind sehr anfechtbar, erweisen sich oft als unrichtig. Auch gegen sein System, besonders die Umgrenzung der Familien, lässt sich vieles einwenden. Gleichzeitig mit der Arbeit von STEIN erschien eine andere von BÜTSCHLI⁴⁾, der von einer Anzahl von Flagellaten sehr sorgfältige Beschreibungen lieferte. Dann ist später noch eine ausführliche Monographie der *Peridineen* von BERGH⁵⁾ erschienen, der sie im Sinne von CLAPARÈDE und LACHMANN als eine Mittelgruppe zwischen Flagellaten und Ciliaten auffasst.⁶⁾

1) CIENKOWSKI, Über einige chlorophyllhaltige *Gloeocapsen*. Bot. Ztg. 1865; id. Über *Palmellaceen* und Flagellaten. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VI. 1870.

2) HÄCKEL in Monographie der Moneren. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. IV. 1868. S. 115—122; ferner ebenda Bd. VII. 1873. S. 559, Bd. VIII. S. 29.

3) FR. STEIN, Der Organismus der Infusionsthier. Abtheilung III. Die Naturgeschichte der Flagellaten. 1. Hälfte. Leipzig 1878. (citirt STEIN III. 1. S.)

4) BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten etc. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. 1878.

5) BERGH, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrbuch Bd. VII. 1882.

6) Eine sehr brauchbare Übersicht der bekannten Flagellaten hat EYFERTH gegeben

Von zahlreichen Forschern sind einzelne Flagellaten bei anderer Gelegenheit erwähnt und je nach den subjektiven Anschauungen bald als Thiere, bald als Pflanzen, bald als zweifelhafte Wesen betrachtet worden. Bis auf die heutige Zeit schwanken diese merkwürdigen Formen zwischen dem Thier- und Pflanzenreich hin und her. Obwohl zu ihnen die allerverbreitetsten, in zahllosen Schaaren vorkommenden Bewohner unserer süßen Gewässer gehören, zählen sie in Bezug auf Organisation und Entwicklungsgeschichte zu den sehr wenig erforschten Organismen.

In der folgenden Arbeit ist es versucht worden, von einigen gut charakterisirten Flagellaten ein Bild ihrer Organisation und wesentlichen Lebenserscheinungen zu entwerfen, und im Anschluss daran ihre systematische Stellung klarzulegen. Den Haupttheil der Arbeit nimmt die Monographie der euglenaartigen Organismen ein; einige andere Flagellaten sind nur insoweit behandelt worden, um die Verwandtschaftsverhältnisse der Euglenen zu Algen und Infusorien in das richtige Licht zu setzen. Den Schluss der Abhandlung bildet eine Darlegung der Organisation der Süßwasser-Peridineen.

Die Arbeit ist seit längerer Zeit theils in Straßburg, theils in Würzburg neben anderen fortgeführt, in ihren wesentlichen Theilen im botanischen Institut von Tübingen vollendet worden; den betreffenden Instituts-Direktoren, Herrn Professor A. DE BARY, Herrn Geheimrath J. VON SACHS und Herrn Professor PFEFFER möchte ich hier meinen Dank aussprechen für die gütige Überlassung ihrer Institutsmittel, insbesondere Herrn Professor PFEFFER für die reiche Unterstützung durch Rath und Literatur während des letzten Theils der Arbeit.

Die Monographie der Euglenaceen.

I. Geschichte und allgemeine Umgrenzung der Familie.

Als sechste Familie seiner darmlosen Magenthiere bezeichnete EHRENBURG¹⁾ die Astasiaea, d. h. Thiere ohne Darmkanal mit vielen Magenzellen, ohne Panzer und ohne besondere Körperanhänge mit einer einzigen Öffnung und fähig, willkürlich ihre Gestalt zu verändern. Zu dieser Familie rechnete er die Gattungen Astasia, Amblyophis, Euglena, Chlorogonium, Colacium, Distigma. Die sog. Kontraktilität des Körpers hob EHRENBURG als einen Hauptcharakter der Astasiaeen hervor; doch zählte er auch starre, sonst

in seinen »Schizophyten und Flagellaten«. Braunschweig 1879; in dem System schließt er sich enge STEIN an.

1) EHRENBURG, Inf. S. 400.

gleich gebaute Formen dazu. DUJARDIN¹⁾ trennte die starren Euglenen von den andern ab, und nahm für sie die Gattung *Phacus* an, welche mit *Cryptomonas*, *Diselmis*, *Trachelomonas* etc. seine Familie der *Thecamonadiens* bildete. Die Euglenen wurden charakterisirt: animaux de forme très-variable, pourvus d'un tégument contractile et d'un ou plusieurs filaments flagelliformes, servant d'organes locomoteurs. Die Familie umschließt *Euglena*-, *Astasia*-Formen, die neuen Gattungen *Peranema*, *Zygoselmis*, *Heteronema*, *Polyselmis*, welche mit Ausnahme der ersten nur farblose Formen enthalten. PERTY²⁾ schloss sich enge DUJARDIN an, jedoch führte er wieder die Bezeichnung EHRENBERG's *Astasiaea* ein, beschrieb eine neue Gattung *Eutreptia* und beschränkte die Familie der *Thecamonadina* auf die *Trachelomonas*-Formen, denen er aber andere Namen als EHRENBERG gab. CIENKOWSKI³⁾ dagegen vereinigte *Euglena* und *Colacium* mit den *Palmellaceen*. STEIN⁴⁾ ging wieder mehr auf DUJARDIN zurück; seine Familie der *Euglenida* setzt sich zusammen aus *Euglena*, *Trachelomonas*, *Colacium* und der neuen Gattung *Ascoglena*. Die farblosen, früher dazu gerechneten Formen bilden bei ihm die Familie der *Astasiaea*; *Phacus* und die neue Gattung *Chloropeltis* die *Chloropeltida*.

Neben diesen Forschern, die sich spezieller mit Systematik beschäftigt haben, sind einzelne *Euglena*-Formen auch von anderen untersucht worden, besonders *Euglena viridis*. COHN⁵⁾ kam zu dem Resultat, dass letztere sich verhalte, wie ein *Chlamydococcus*, jedoch wegen der Energie ihrer Kontraktilität zu den Thieren zu rechnen sei. Manche guten Beobachtungen finden sich bei CARTER⁶⁾, der die Euglenen für Pflanzen, die *Astasia*-arten für Thiere erklärte. HOFMEISTER⁷⁾, neuerdings SCHMITZ⁸⁾, der die Chlorophyllkörper einiger Arten beschrieb, stimmen mit CIENKOWSKI darin überein, die Euglenen zu den Algen zu stellen.

In der Familie der *Euglenaceen* vereinige ich hier die Gattungen *Euglena*, *Eutreptia*, *Trachelomonas*, *Phacus*, *Colacium*, *Ascoglena*, ferner einige *Astasiaen* STEIN's und *Menoidium*, das STEIN zu den *Scytomonaden* rechnet. Der Zusammenhang dieser Formen wird aus der folgenden Darlegung sich ergeben.

In der allgemeinen Übersicht der Organisation der *Euglenaceen* sollen

1) DUJARDIN, Hist. S. 327, 347.

2) PERTY, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. Bern 1852. S. 160.

3) CIENKOWSKI in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VI. S. 426—428.

4) STEIN III. 4. S. X.

5) COHN, Nachträge z. Naturg. des *Protococcus pluvialis*. Nova Acta Leop. T. XXII. 2. 1850. S. 747; ferner ebendasselbst T. XXIV. 4. 1854. S. 208.

6) CARTER, Notes on the Freshwater Infusoria of the Island of Bombay. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XVIII. 1856; ferner ebendasselbst Ser. II. Vol. XX. 1857; Ser. III. Vol. II. 1858; Ser. IV. Vol. III. 1869.

7) HOFMEISTER, Die Pflanzenzelle. Leipzig 1867. S. 29.

8) SCHMITZ, Die Chromatophoren. Bonn 1882. S. 13—14.

nur die chlorophyllhaltigen Formen berücksichtigt werden. Die farblosen Euglena-, Phacus- etc. Arten, ebenso Astasia, die für die Systematik von Bedeutung sind, werden in einem besonderen Abschnitt behandelt werden; die systematische Anordnung sämtlicher mir näher bekannter und hierzu gerechneter Formen, dann die Erläuterung betreffs der Beziehungen zwischen Euglenaceen und Algen wie Infusorien bilden den Schluss der Monographie.

II. Die Organisation der chlorophyllhaltigen Euglenaceen.

4. Allgemeiner Bau.

Die Euglenaceen erscheinen in der Form länglich spindelförmiger Körper, die aber häufig auch platt gedrückt, bandförmig sind. So lange die normalen Bedingungen für ihr Leben vorhanden sind, befinden sich die meisten in freier Vorwärtsbewegung, deren Richtung durch einseitig einfallendes Licht beeinflusst wird; nur während des kurzen Moments der Theilung gehen sie in einen Zustand der Ruhe über. Die Bewegung wird durch eine, nur bei *Eutreptia viridis* durch zwei Cilien bewirkt. Viele Arten haben außerdem die Fähigkeit, Gestaltsveränderungen zu zeigen, welche Eigenschaft mit dem Ausdruck von PERTY als Metabolie bezeichnet werden kann. Doch ist der Grad der Energie in diesen Bewegungen des Körpers sehr verschieden je nach den Arten; es finden sich sehr allmähliche Übergänge zu vollkommen starren Formen.

Alle Euglenaceen besitzen an der äußersten Peripherie des Körpers eine besondere, nach außen und innen scharf abgesetzte dichtere Schicht, die Membran; sie lässt sich nicht wie die Zellhaut der Pflanzenzellen durch Salzlösungen von dem Cytoplasma trennen, wohl aber durch Alkohol oder durch mechanischen Druck.

Die Membran zeigt keine Cellulosereaktionen, sondern erweist sich eiweißhaltig, unterscheidet sich aber von dem Cytoplasma selbst, außer durch ihre scharfe Abgrenzung, durch das verschiedene Verhalten gegen Quellungsmittel, Farbstoffe etc., ferner durch ihre eigene anatomische Struktur, die in einer verschieden ausgebildeten Streifung besteht. Von der Membran umschlossen findet sich das feinkörnige, oft netzige Cytoplasma¹⁾, das bei manchen Arten in lebhafter Bewegung begriffen ist. In ihm liegt der rundliche oder ovale Kern, sehr häufig in der Mitte des Körpers.

Die Euglenaceen zeichnen sich dadurch aus, dass sie ein hoch organisiertes Vorderende besitzen; an ihm findet sich, in das Innere ragend, ein enger Trichter, der von der Membran zum größeren Theile gebildet wird und in welchem die Basis der Cilie sitzt. Er mag als Membrantrichter bezeichnet werden. Dicht unter seinem im Cytoplasma verschwindenden

¹⁾ Vgl. über diesen Ausdruck STRASBURGER, Über den Theilungsvorgang der Zellkerne. Bonn 1882. S. 4.

Ende liegt das System der pulsirenden Vakuolen, bestehend in einem Flüssigkeitsbehälter, der Hauptvakuole und einer bis mehreren Nebenvakuolen, die in die erstere hineinmünden und die durch Zusammenfließen kleinerer Vakuolen hervorgehen. Der Hauptvakuole liegt der stets bestimmt geformte Augenfleck an, welcher aus einem Netz von plasmatischer Substanz und darin eingelagertem rothen Pigment zusammengesetzt ist.

Die chlorophyllhaltigen Euglenen besitzen bald bandförmig, bald scheibenförmig gestaltete Chlorophyllträger, die, verschieden angeordnet, häufig in dem peripherischen Cytoplasma in einer Schicht gelagert sind. Ein charakteristisches Stoffwechselprodukt ist das Paramylon, welches in Körnern mannigfacher Größe, Gestalt und Menge auftritt, farblos, stark lichtbrechend, im Innern weicher als gegen die Peripherie hin und konzentrisch geschichtet ist. Das Paramylon entsteht im farblosen Cytoplasma.

Alle Formen vermehren sich durch Zweitheilung, die nach dem Abwerfen der Cilie in einem Ruhestadium stattfindet und die der Länge nach durch allmählich vom Vorder- zum Hinterende fortschreitende Einschnürung vor sich geht, nachdem vorher Kern, Vakuolensystem, Augenfleck sich schon fertig getheilt haben. Ungünstige äußere Umstände veranlassen die Euglenaceen, in einen Dauerzustand überzugehen. Sowohl für denselben wie für die Theilung scheiden die meisten Arten bestimmte Hüllen aus, die in Form von zarten Häuten oder Schleimmassen erscheinen. Bei manchen finden sich auch während der Bewegung solche Hüllen.

Die grünen Euglenen ernähren sich vorzugsweise durch Kohlensäure-Assimilation unter dem Einfluss des Lichtes; möglicherweise tritt in manchen Fällen auch eine Aufnahme schon vorgebildeter, in Wasser gelöster organischer Substanz hinzu.

Die Gattungen unterscheiden sich in folgender Weise. *Euglena* ist frei beweglich, hat einen der Metabolie fähigen Körper, besitzt während der Bewegung keine Hülle und nur eine Cilie. Eine *Euglena* mit 2 Cilien bildet die Gattung *Eutreptia*. Euglenen, die in einer unbeweglichen, festen Hülle sitzen, gehören zu *Ascoglena*, solche, die mit einer spröden braunen Hülle umgeben sind und sich auch damit bewegen, zu *Trachelomonas*, solche, die keine Hülle haben, jedoch auf besonderen Gallertstielen befestigt sind, zu *Colacium*. Die Euglenen ohne Hülle mit starrem Körper bilden die Gattung *Phacus*. Im Weiteren sollen die einzelnen Organe der Euglenaceen, ihre Theilung und ihre sonstigen Lebenserscheinungen für sich gesondert näher behandelt werden.

2. Die Membran.

DUJARDIN¹⁾ schrieb den Euglenen ein »tégument contractile« zu, welches nach ihm bei einzelnen Arten gestreift ist. Das Tegument wurde

1) DUJARDIN, l. c. S. 348.

wenig berücksichtigt, die Streifung ist mehrfach beobachtet worden, so von FOCKE¹⁾, der sie bei *Amblyophis viridis*²⁾ sah, ferner von CARTER³⁾, der die Streifen als Fasern ansah, die sich unter der eigentlichen Außenhaut, seiner »pellicule«, finden; die letztere ist nach ihm die äußerste dichte Schicht des Protoplasmas. STEIN⁴⁾ spricht von einer spiralgig gestreiften Cuticula, an anderer Stelle⁵⁾ bezeichnet er die Streifen als den Muskelfasern höherer Thiere vergleichbare Gebilde. CIENKOWSKI⁶⁾ vergleicht dagegen die beweglichen Euglenen mit Schwärmosporen, nimmt also wohl an, dass sie wie diese nur mit einer Hautschicht versehen sind; SCHMITZ⁷⁾ spricht sich direkt in diesem Sinne aus.

Die äußerste Schicht des Euglenenkörpers soll als Membran bezeichnet werden, weil sie eine meist dünne, scharf nach außen wie nach innen gegen das Cytoplasma hin abgesetzte Haut vorstellt, die alle Euglenen zeitlich umgiebt und die sich stets durch ihre streifige Struktur auszeichnet. Es findet sich in vielen Fällen nur ein deutliches System von Streifen, die spiralgig bald flacher, bald steiler in der Membran verlaufen und durch Streifen geringerer Dichte von einander getrennt sind. Je nach den Arten finden sie sich in verschiedener Ausbildung; bei den einen kaum sichtbar, erscheinen sie bei anderen als deutliche Rippen, so bei *Euglena oxyuris*, *Phacus pyrum*. Außerdem tritt bei *Euglena Ehrenbergii* ein sehr zartes Streifensystem hervor, das das vorher erwähnte kreuzt. Zwei Streifensysteme finden sich ferner bei einzelnen *Phacus*-arten, z. B. *pleuronectes*, *longicauda*; neben weit von einander stehenden Längsstreifen verlaufen sehr zarte, bisher übersehene Spiralstreifen. Die höchste Ausbildung erreicht die Membran bei *Euglena spirogyra*, besonders der Varietät *fusca*. Sie ist auch hier spiralgig gestreift; auf diesen Streifen finden sich dicht nebeneinander kleine platt gedrückte trapezoidische Höckerchen, so dass *Euglena spirogyra* auf ihrer Oberfläche mit Spiralreihen von Höckern versehen erscheint. Bei Anwendung mechanischen Druckes lösen sich von den eigentlichen Membranstreifen, die unverändert bleiben, zarte farblose Fäden ab, auf denen erst die Höcker sitzen. Viel schöner heben sich die Höckerfäden von der Membran ab bei Einwirkung von Pepsin, das die letztere angreift, die ersteren nicht. Die ganze Membran, besonders in ihren

1) FOCKE, Physiologische Studien. Heft II. Bremen 1854. Taf. IV. Fig. 21.

2) *Amblyophis viridis* EHRG. wird von mir im Folgenden stets als *Euglena Ehrenbergii* bezeichnet werden; die Begründung dafür sehe man im systematischen Theile der Arbeit nach.

3) CARTER in Ann. and Mag. Ser. II. Vol. XVIII. 1856. S. 119.

4) STEIN III. 1. S. 83.

5) STEIN III. 1. S. 145.

6) CIENKOWSKI in Archiv für mikrosk. Anat. Bd. VI. S. 424.

7) SCHMITZ, Die Chromatophoren. Bonn 1882. S. 157.

Höckern, hat Eisenoxydhydrat¹⁾ eingelagert, wodurch sie ihre gelbe bis fast schwarze Farbe erhält.

Die Membran der Euglenen zeichnet sich durch ihre relativ sehr geringe Fähigkeit aus, Farbstoffe einzulagern. Doch verhalten sich nicht alle Arten gleich, sondern es zeigt sich innerhalb der Artenreihe eine allmähliche Abnahme der Fähigkeit, wenn man von *Euglena viridis* ausgeht. Die Membran der eben genannten Art färbt sich noch deutlich mit Karminpräparaten, wenn auch gering im Verhältniss zu Cytoplasma und Kern; diejenige von *Euglena deses*, *Ehrenbergii* färbt sich sehr schwach, die der *Phacus*arten nicht mehr. Ähnlich verhält es sich mit Eosin, Anilinblau. Ein sehr allgemeines Färbemittel ist Hämatoxylin, in welchem die Membranen blau werden; doch verringert sich bei *Phacus* die Intensität der Färbung schon sehr. Blaufärbungen durch Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure, wie bei pflanzlichen Zellhäuten, gelingen nicht; die Membranen der Euglenen werden dadurch nur gelb bis braun.

Ebenso zeigt die Membran der Euglenaceen eine graduelle Verschiedenheit in der Quellungsfähigkeit. Diese ist im Allgemeinen viel geringer als diejenige von Plasma und Kern. Am quellungsfähigsten ist die Membran von *Euglena viridis*; mit conc. Essigsäure behandelt, verquillt sie so stark, dass nach Hinzufügen von Alkohol sie nicht mehr scharf begrenzt sichtbar ist; sie hat sich scheinbar aufgelöst²⁾. Dass in der That nur eine hochgradige Quellung stattgefunden hat, zeigt sich darin, dass die Membran, wenn vorher mit absol. Alkohol behandelt, in Essigsäure zwar noch stark quillt, aber immer scharf begrenzt bleibt. Bei den nah verwandten Formen der *Euglena viridis*, z. B. *Euglena sanguinea*, verquillt die Membran nicht mehr; immer mehr nimmt ihre Quellungsfähigkeit ab bei *Euglena deses*, *Ehrenbergii*; sehr gering selbst in Kali und Schwefelsäure ist sie bei *Phacus pleuronectes*.

In dem Maße wie die Wassereinlagerung verändern sich auch andere physikalische Eigenschaften der Membran. Diejenige von *Euglena viridis* ist sehr dehnbar und stark elastisch, die Dehnbarkeit nimmt allmählich ab, bis sie bei *Phacus* kaum merklich ist; die Elastizität vermindert sich nicht, nimmt vielleicht noch zu. Mit dem Tode der *Euglena* ändern sich die Eigenschaften der Membran, die Dehnbarkeit wird bei *Euglena viridis* geringer, ebenso wie ihre Elastizität.

Im Zusammenhange mit der Veränderung der Quellungsfähigkeit, der Dehnbarkeit etc. zeigt sich eine allmähliche Ab- resp. Zunahme der Meta-

1) Dasselbe wurde nachgewiesen durch die bekannte Reaktion mit Ferrocyankalium, dem man etwas Salzsäure zugesetzt hat.

2) KÖLLIKER (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. 4849. S. 48.) erwähnt von der Membran der Gregarinen, dass sie sich in Essigsäure auflöst, und hält diese Eigenschaft für ein Zeichen der thierischen Natur dieser Organismen; und allerdings von einer pflanzlichen Cellulosehaut ist ein solcher Grad der Quellungsfähigkeit bisher nicht bekannt.

bolie der Euglenen, bei der die Membran eine wichtige Rolle spielen muss. Die *Euglena viridis* ist sehr lebhafter Gestaltsveränderungen fähig, viel weniger schon *Euglena Ehrenbergii*, *oxyuris*, die *Phacus*arten entbehren vollkommen der Metabolie.

Ebenso ist das chemische Verhalten der Membran der Euglenaceen ein spezifisch und graduell verschiedenes. Besonders untersucht wurde der Einfluss von Fermenten auf die Membran und zwar des Pepsins und der Fäulnisbakterien. Bei *Euglena viridis* verschwindet in Pepsin die Membran nach 24 Stunden fast ganz; bei *Phacus*arten bleibt sie Tage lang scheinbar unverändert. Zwischen diesen Extremen giebt es alle möglichen Übergänge. Am besten verfolgt man die Wirkung der Fermente auf die Arten, welche ungefähr die Mitte halten, wie *Euglena Ehrenbergii* und *spirogyra*. Lässt man Exemplare der ersteren faulen, so hebt sich die Membran vom Körper ab, wird durchsichtiger und dünner; ein Theil ihrer Substanz wird herausgelöst, so dass im geeigneten Stadium ein zartes Häutchen übrig bleibt, und zwar häufig nicht zusammenhängend, sondern in breiten bandartigen Streifen. Dieses Häutchen färbt sich nicht mehr mit Jod, quillt sehr wenig in Kali, während die unveränderte Membran stark gelb durch Jod wird und in Kali lebhaft quillt. Das Häutchen zeigt noch deutlich die spiralig-streifige Struktur. In Pepsin (mit Salzsäure angesäuert) quillt die Membran von *Euglena Ehrenbergii* stark, sich dabei von dem geschrumpften Plasmakörper abhebend, wird allmählich dünner und zarter, färbt sich nicht mehr mit Jod und bleibt als ganz durchsichtige Haut zurück. Ähnlich verhält sich *Euglena spirogyra*; auch hier kann man durch Pepsin die Membran umwandeln in eine weder mit Jod noch Hämatoxylin sich färbende, kaum quellungsfähige Substanz mit der spiralig-streifigen Struktur. Die Höckerfäden werden vom Pepsin nicht angegriffen. Wie durch das diastatische Ferment des Speichels aus dem Stärkekorn die Granulose herausgelöst wird, die Cellulose mit der unveränderten Schichtung zurückbleibt, wird durch das peptonisirende Ferment aus der Membran der Euglenen ein Bestandtheil entfernt, ein anderer bleibt in der ursprünglichen Struktur zurück. Der erstere dürfte zu der Gruppe der Eiweißstoffe gehören, der andere, dessen chemische Natur unbekannt ist, mag als Zellhautstoff bezeichnet werden. Diese beiden Stoffe müssen, nach dem wechselnden Verhalten der Membran zu urtheilen, je nach den Species in verschiedenem Mengenverhältniss vereint sein. Bei *Euglena viridis* überwiegt der leichter sich färbende, stark quellende, sehr dehnbare und verdauliche Eiweißstoff, bei *Phacus pleuronectes* dagegen der sich nicht färbende, wenig quellende, nicht dehnbare und unverdauliche Membranstoff. Zwischen diesen Extremen bewegen sich die Membranen der anderen Arten, die verschiedensten Zwischenstufen zeigend.

Die Membran, so scharf sie sich auch von dem umschlossenen Cytoplasma unterscheidet, hängt andererseits eng mit ihm zusammen. Es gelingt nicht,

wie bei pflanzlichen Zellhäuten, das Cytoplasma davon durch Salzlösungen zu trennen, selbst wenn man gesättigte Kochsalz- oder 40%ige Chlorcalciumlösung anwendet. Am einfachsten geschieht die Trennung von Membran und Plasma, indem man durch mechanischen Druck die Membran z. B. von *Euglena viridis*, deses, *Ehrenbergii* zum Platzen bringt, wobei sie dann als scharf umschriebene Haut leer zurück bleibt, während das Plasma hinausfließt. Durch Alkohol bewirkt man ebenfalls die Trennung, am besten dann, wenn man die *Euglena* schon vorher getötet hat. — Im Allgemeinen ist die Membran der *Euglenen* für die verschiedensten Substanzen schwer durchlässig, wodurch diesen Organismen gegenüber ungünstiger Beschaffenheit des äußeren Mediums ein gewisser Schutz verliehen ist. Selbst in sonst momentan tödten Mittel, wie 4%ige Chromsäure, lebt *Euglena spirogyra* noch merkliche Zeit, bisweilen bis zu einer Minute; gegenüber Alkaloiden, schädlichen Farbstofflösungen¹⁾, wie Methylgrün, Eosin, halten sich die meisten *Euglenen* viel länger lebend als Ciliaten, Volvocineen etc.

Bei allen *Euglenaceen* zeigt die Membran noch eine besondere Eigenthümlichkeit, die sehr charakteristisch für die Familie ist. An dem Vorderende des Körpers sendet sie in das Innere eine trichterförmige Falte hinein. Da, wo dieselbe sich nach innen abbiegt, erscheint das Vorderende, seitlich gesehen, lippenartig ausgerandet, von oben betrachtet, mit einer runden Öffnung durchbrochen. Die Lippe hat schon EHRENBURG gesehen. Besonders aufmerksam auf die Röhre, welche von ihr nach innen bis in die Nähe der Hauptvakuole geht, hat STEIN²⁾ gemacht, der sie als Schlund bezeichnet, durch den die *Euglene* flüssige Nahrung aufnehmen soll. Von einem Schlund resp. Mund möchte ich hier deshalb nicht reden, weil mit dieser Bezeichnung die Funktion der Aufnahme fester Nahrung behauptet wird und kein Grund bisher vorliegt, eine solche dem Trichter zuzuschreiben. STEIN führt keinen Grund an, und was über Ernährung der *Euglene* bisher von mir beobachtet worden ist, spricht nur dagegen. In der Röhre, die

1) In Nigrosin oder Indigkarmin lassen sich *Euglenen* viele Wochen hindurch kultiviren; den Farbstoff nehmen sie aber niemals auf. Doch ist es mir bei *Euglena spirogyra* gelungen, lebende Exemplare mit Hämatoxylin blau zu färben. Nicht bloß die Höckerreihen, sondern die ganze Membran war dunkelblau und die *Euglenen* bewegten sich unzweifelhaft und krümmten sich; ich habe diese blauen *Euglena spirogyra* eine Woche lang kultivirt; sie gingen sehr allmählich zu Grunde. Die betreffenden Exemplare waren zuerst mit 0,5%iger Chlornatriumlösung behandelt; dann wurde 4%ige Chromsäure zugefügt. Nach einigen Sekunden der Einwirkung wurde beides ausgewaschen und wässrige Hämatoxylinlösung hinzugesetzt. Fast sämtliche überlebende Exemplare — es waren gegen 30 — nahmen den Farbstoff auf und behielten ihn auch nach dem Auswaschen. Später gelang mir der Versuch nicht mehr. Einfach in wässriger Hämatoxylinlösung kultivirt, leben die *Euglenen* sehr lange, ohne sich aber zu färben. Es kommt wohl auf die Wirkung der Chromsäure an, die gewisse Veränderungen in der Membran hervorruft, ohne ihre wesentlichen Funktionen zu beeinträchtigen.

2) STEIN III. 1. S. 23, 443. Taf. XX. Fig. 4—5, 7—9 etc.

hier die voraussetzungslose Bezeichnung als Membrantrichter tragen soll, sitzt die Cilie, die STEIN unrichtigerweise von dem Rande der Lippe entspringen lässt.¹⁾ Am deutlichsten ist der Membrantrichter bei *Euglena Ehrenbergii* (Taf. II, Fig. 4—3); er verengt sich gegen die Hauptvakuole hin und verschwindet im Cytoplasma, was man am besten sieht, wenn man ihn durch Druck nach außen stülpt. Behandelt man *Euglena Ehrenbergii* mit Ammoniak, so bleibt der Membrantrichter in seinem oberen Theile scharf begrenzt, in seinem unteren wird er undeutlich, weil er viel stärker verquillt (Taf. II, Fig. 5). Es scheint, als wenn dieser untere Theil des Trichters, der sich auch ohne erkennbare Abgrenzung im Cytoplasma verliert, aus letzterem der Hauptsache nach besteht. Selbst bei dem vollständigsten Zurückziehen des Cytoplasmas von der Membran bleiben beide an dem Trichter untrennbar verbunden. Nicht bei allen Arten ist der Trichter so deutlich wie bei *Euglena Ehrenbergii*, dieses (Taf. II, Fig. 4) und *acus* (Fig. 6); doch lässt er sich überall nachweisen. Schwieriger ist es in vielen Fällen, die Cilie in ihm sitzen zu sehen.

Aus den vorliegenden Beobachtungen ergibt sich, dass die Membran der Euglenen durch ihre bestimmte Struktur, ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften von dem Cytoplasma sich scharf unterscheidet, wenn sie andererseits auch eng mit ihm verbunden, wie dasselbe eiweißhaltig ist, und einen integrierenden Bestandtheil des Euglenenkörpers bildet. Es folgt auch ohne weiteres, dass sie einen andern Bau als die typische Zellhaut der Pflanzenzellen hat, bei der in den meisten Fällen sich Cellulose nachweisen, und die leicht vom Cytoplasma sich trennen lässt. Als Hautschicht, wie diese in besonderer Ausbildung²⁾ bei den Schwärmosporen der Algen, bei Plasmodien³⁾, als dünne Plasmamembran⁴⁾ bei jedem pflanzlichen Protoplasma in Berührung mit anderen Medien erscheint, kann man die Membran der Euglenen nicht direkt bezeichnen. Die Hautschicht geht allmählich in das Cytoplasma über, kann aufgenommen und wieder neugebildet werden. Eine wirkliche Neubildung, wie sie auch betreffs der Zellhäute bei Algen so häufig zu sehen ist, konnte bisher bei der Membran der Euglenen nicht beobachtet werden, die zeitlebens unter sehr wechsl-

1) In den Figuren, die SCHMITZ (Chromatophoren, Bonn 1882. Fig. 19 u. 20) von *Euglena viridis* und *oxyuris* giebt, ist das Verhältniss von der Cilie zu dem Membrantrichter richtig gezeichnet worden.

2) STRASBURGER, Studien über Protoplasma. 1876. S. 26 u. a. O.

3) Vgl. DE BARY, Die Mycetozoen. 2. Aufl. S. 44; er bezeichnet sie als Randschichte und sagt von ihr, dass es zwar den Anschein habe, als sei dieselbe eine von der Grundsubstanz streng gesonderte schlauchförmige Membran, dass aber ihr Verhalten bei Druck, ferner bei den Bewegungen nicht gestatte, sie dafür zu nehmen, weil sie in die Grundsubstanz übergehen könne; er fasst sie daher als eine dichtere Schicht derselben auf.

4) Vgl. PFEFFER, Osmotische Untersuchungen. Leipzig 1877. S. 123 u. a. O.

den Bedingungen dieselben umkleidet und bei der Theilung immer mitgetheilt wird. Man wird am besten die Beziehung von Membran und Hautschicht so darlegen können, dass man die erstere als eine zu einem selbständigen Organ gewordene Differenzirung der letzteren betrachtet.

Schwieriger ist es, das Verhältniss der Membran der Euglenen zu der Cuticula der Infusorien klar zu legen. Als Cuticula wird die äußerste Schicht des Infusorienkörpers bezeichnet, die nach STEIN's früheren Angaben strukturlos ist und aus einer chitinähnlichen Substanz besteht; unter ihr verlaufen zarte Streifen, sehr häufig spiralig, die als unvollkommene Muskelfasern gedeutet werden. In seiner letzten Arbeit spricht STEIN²⁾ dagegen bezüglich der Euglenen von einem Streifensystem der Cuticula selbst, vergleicht aber auch hier die Streifen den Muskelfasern höherer Thiere und giebt an, dass die Körperkontraktionen in der Richtung derselben erfolgen. Soviel ist unzweifelhaft, dass die Streifen bei den Euglenen in der Cuticula STEIN's, d. h. der Membran liegen, nicht unter ihr im Cytoplasma. Schon aus diesem Grunde lässt sich der Vergleich mit Muskelfasern nicht aufrecht erhalten. Die Verlegung der Kontraktionen in diese Streifen ist aber auch deshalb nicht anzunehmen, weil bei gleichem Streifenverlauf die Kontraktionen bei den einzelnen Arten in sehr verschiedener Weise vor sich gehen. Eine aktive Verlängerung oder Verkürzung der Streifen, die in den allermeisten Fällen spiralig in der Membran verlaufen, müsste bei jeder Kontraktion eine Achsendrehung zur Folge haben, und wie es sich beobachten lässt, findet eine solche Torsion nur in den seltensten Fällen statt. Außerdem sind die Streifen um so weniger ausgebildet, je mehr metabolisch die Euglenen sind; so besitzt die Membran von *Euglena viridis* nur sehr zarte Streifen, während die weniger kontraktile Formen, wie *Euglena Ehrenbergii*, besonders *oxyuris*, ferner die starren *Phacus*-arten sehr hervortretende Streifen haben, und diese sind auch gerade die am wenigsten quellenden und die widerstandsfähigsten Theile der Membran.

Es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass die äußerste Schicht bei den Infusorien, mag man sie als Cuticula oder als einen Theil des Exoplasmas³⁾ bezeichnen, sich in manchen Fällen ähnlich wie die Membran der Euglenen verhält. Ähnliche Streifungen der Cuticula⁴⁾ sind bei Infusorien beschrieben worden, während in anderen Fällen die Streifen nach den bisherigen Angaben unter der Cuticula liegen und als Muskelfasern dienen. Doch kann

1) STEIN, Der Organismus. I. S. 57, II. S. 27—33.

2) STEIN III, 4. S. 83, 445.

3) HÄCKEL, Zur Morph. d. Inf. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. VII. 1873. S. 532.

4) COHN, der Entdecker der Cuticula bei den Infusorien, schreibt derselben bei *Loxodes Bursaria* zwei sich kreuzende Streifensysteme zu (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. 1851. S. 263). Nach GREFF (in WIEGMANN's Archiv f. Naturg. Bd. XXXVI. S. 380) besitzt auch die Cuticula von *Vorticella* Streifen, die STEIN für Muskelfasern angesehen hat.

erst eine nähere Untersuchung das Verhältniss der Euglenen-Membran zur Infusorien-Cuticula darlegen.

3. Das System der pulsirenden Vakuolen.

Bei allen Euglenen fällt am vorderen farblosen Ende ein scharf begrenzter Raum auf, den schon EHRENBURG¹⁾ sah und als Markknoten deutete. DUJARDIN, ebenso PERTY erwähnen ihn nicht näher. Dicht neben dem Raume beobachtete CARTER²⁾ zuerst eine kontraktile Blase, die ihren Inhalt in den sog. Markknoten hineingoss. Auch CLAPARÈDE³⁾ und LACHMANN beschrieben die kontraktile Blase neben ihm, STEIN⁴⁾ fasst denselben als die eigentlich pulsirende Blase auf, die sich blindsackartig erweitern und wieder verengern soll; in der Figurenerklärung⁵⁾ fügt er dann zu, dass sich von dem Hauptbehälter, den er Leibeshöhle nennt, ein kontraktiler Nebenbehälter abschnüre.

Das Richtige ist, dass in dem vorderen farblosen Ende der Euglenen sich ein Flüssigkeitsbehälter findet, der als Hauptvakuole bezeichnet werden soll; in ihn münden eine bis mehrere pulsirende Nebenvakuolen.

Die Hauptvakuole verändert ihren Platz nicht unter den gewöhnlichen Bedingungen des Lebens und ist durch eine dichtere Schicht des Cytoplasmas begrenzt, die gegen die Vakuole scharf abgegrenzt ist. An der Peripherie der Hauptvakuole entsteht eine Nebenvakuole durch Zusammenfließen kleinerer Vakuolen 3. Grades, wie in ähnlicher Weise viele kontraktile Blasen der Infusorien⁶⁾ zu stande kommen. Die Nebenvakuole, zuerst bohnenförmig, wird kugelig, drückt dann die Wand der Hauptvakuole etwas ein und verschmilzt mit ihr, indem die sie trennende Plasmaschicht plötzlich reißt. Nach der Verschmelzung rundet sich die Hauptvakuole langsam ab und geht auf ihr ursprüngliches Volumen zurück. Schon während der Vergrößerung der Nebenvakuole sieht man an ihrer Peripherie einen Kranz von Vakuolen 3. Grades entstehen, die in dem Moment der Verschmelzung von Haupt- und Nebenvakuole in den soeben von der letzteren eingenommenen Raum stürzen, sich in dem Maße vergrößern, als die Hauptvakuole sich abrundet und verkleinert, und wieder zu einer Nebenvakuole verschmelzen. Das Spiel beginnt dann von neuem (Taf. II, Fig. 1).

Bei den meisten Euglenen bildet sich bei normalen Bedingungen nur eine Nebenvakuole, besonders regelmäßig bei *Phacus pleuronectes*; bei anderen Arten, wie *Euglena deses*, *Ehrenbergii*, finden sich mehrere, die unabhängig

1) EHRENBURG, Inf. S. 404, 405.

2) CARTER, Additional Notes etc.; Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XX. S. 34. Taf. I. Fig. 44—45.

3) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études III. S. 60. Taf. XII, Fig. 44, 44, 45.

4) STEIN III. 1. S. 444.

5) STEIN III, 1. Taf. XX. zu Fig. 4—6 *Euglena oxyuris*.

6) Vgl. z. B. WRZESNIEWSKI in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. V. 1869.

von einander ihren Inhalt in die Hauptvakuole gießen. Die Bildung und Verschmelzung der Nebenvakuolen geht bei den verschiedenen Euglenaceen in der gleichen Weise und sehr regelmäßig vor sich. Die Zeit, welche von der Vereinigung der einen Nebenvakuole mit der Hauptvakuole bis zu der der nächstfolgenden verläuft, bleibt bei den verschiedenen Individuen derselben Art wie auch bei verschiedenen Arten relativ sehr konstant; im Durchschnitt beträgt sie bei einer Mitteltemperatur von 18—20° C. 30 Sekunden.

Bei dem Vakuolensystem der Euglenen verhalten sich die Nebenvakuolen in ihrer Entstehung den kontraktilen Blasen vieler Infusorien ähnlich, besonders derjenigen, welche nach STEIN¹⁾ ein rosettenförmiges Kanalsystem haben. Bei *Prorodon niveus* z. B. zeigt sich nach SCHWALBE²⁾ kurz vor der Systole ein Ring von kleinen Vakuolen, die am Ende derselben sich in den kontraktilen Behälter entleeren. Das Eigenthümliche bei den Euglenen ist die Aufsammlung des Inhalts der Nebenvakuolen in die Hauptvakuole und die geringe Entleerung der letzteren. In letzterer Beziehung kann man jene Vakuolen vergleichen, bei denen nach der Systole stets ein von scharf begrenzter Wand umschlossener wassererfüllter Raum zurückbleibt, wie bei *Actinophrys Sol.*³⁾

Durch die zusammenhängenden Vakuolen bei den Euglenen strömt Flüssigkeit — der Hauptmasse nach wohl Wasser — von hinten nach vorn. Da nach jeder Verschmelzung der Hauptvakuole mit einer Nebenvakuole die erstere sich verkleinert, auf ihr ursprüngliches Volumen zurückgehend, muss auch aus ihr Wasser austreten. Die einfachste Annahme ist, dass dasselbe nach außen durch den Membrantrichter befördert wird; ein direkter Nachweis dafür ließ sich bisher nicht führen. Die Frage nach der Entleerung der pulsirenden Vakuolen bei den Infusorien ist noch nicht abgeschlossen; es erscheint fraglich, ob alle in gleicher Weise ihr Wasser abgeben. Für den Austritt durch eine sichtbare Öffnung liegen nur wenige sichere Beobachtungen vor⁴⁾, die eine Verallgemeinerung nicht gestatten; jedenfalls ist die Folgerung von STEIN, nach dem eine kontraktile Vakuole der Beweis für eine Öffnung ist, die er bei den Flagellaten als Mund bezeichnet, nicht zulässig. Hier bei den Euglenen lässt sich keine Öffnung

1) STEIN, Der Organismus. I. S. 88.

2) SCHWALBE, Über den contractilen Behälter der Infusorien. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. II. 1866. S. 359—360; vgl. auch LIEBERKÜHN, Lebenserscheinungen der Zellen. Marburg-Leipzig 1870. S. 374.

3) HERTWIG und LESSER, Über Rhizopoden etc. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. X. Suppl. S. 74.

4) Vgl. LIEBERKÜHN, Lebenserscheinungen der Zellen. 1870. S. 374; ROSSBACH, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc. Würzburg 1872. S. 5. In Betreff der ZENKERSchen Beobachtungen an *Actinophrys Eichhornii* (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. II. S. 334) vgl. auch E. SCHULZE daselbst Bd. X. 1874. S. 342, ferner HERTWIG ebenda Bd. X. Suppl. S. 74.

beobachten, die Hauptvakuole bleibt stets scharf umgrenzt und zieht sich auch so langsam zusammen, dass schon aus dem Grunde eine Öffnung unwahrscheinlich ist. Eine solche anzunehmen, ist auch nicht nothwendig, weil einer der allgemeinsten Charaktere der meisten organisirten Substanzen darin besteht, für Wasser leicht durchlässig zu sein. Es wäre möglich, dass der Membrantrichter besonders geeignet für den Austritt des Wassers aus dem Körper ist, obwohl ein direkter Zusammenhang mit der Hauptvakuole sich bisher nicht nachweisen ließ.

Wodurch bei den Euglenen die Pulsationen der Vakuolen bewirkt werden, ist unbekannt, ebenso wie für die Infusorien. Die Ursache liegt wohl in der so räthselhaften plasmatischen Substanz, welche die Wandungen der Vacuolen bildet und sie selbst umgiebt. Es ist eigentlich selbstverständlich, dass durch Mittel, welche die Lebensthätigkeit überhaupt zur Ruhe bringen, auch die Pulsationen zum Stillstand veranlasst werden. Mit Chloroform behandelt, erstarren die Euglenen, die Vakuolen hören auf zu pulsiren. Nach Entfernung desselben treten ihre Bewegungen wieder ein. Aber auch durch einfache Salzlösungen kann man die Vakuolen in Stillstand überführen und eine merkwürdige Dilatation der Hauptvakuole zeigt sich dabei. Lässt man 0,5—1,5%ige Chlornatriumlösung auf eine Euglena Ehrenbergii allmählich einwirken, so vergrößert sich die Hauptvakuole, während die Nebenvakuolen langsamer entstehen und verschmelzen. Schließlich nimmt die kolossal dilatirte Hauptvakuole das ganze vordere Ende des Körpers ein, der Membrantrichter ist eng zusammengeschlossen (Taf. II, Fig. 2 c), jede Pulsation hat aufgehört; zugleich damit stehen auch die Bewegungen des Cytoplasmas still. Wäscht man die Salzlösung aus, so kehrt wieder Leben und Bewegung in normaler Weise zurück; an ein und demselben Exemplar kann man den Versuch mehrmals hintereinander machen, ohne sein Leben zu gefährden. Ebenso wie Chlornatrium wirken andere Salze wie Salpeter, Alaun, chromsaures Kali etc., ferner Zuckerlösungen, verdünntes Glycerin. Es kommt also nur auf die wasserentziehende Eigenschaft der gelösten Substanz an.

Die Hauptvakuole aller Euglenaceen verhält sich wie die von Euglena Ehrenbergii; man kann bei undurchsichtigen Formen durch Salzlösungen sich von dem Dasein der Hauptvakuole überzeugen. Doch tritt die Dilatation nur unter gewissen Bedingungen ein. Einmal darf die angewandte Lösung nicht konzentriert sein. Bei 10% Chlornatriumlösung verkleinert sich die Hauptvakuole, indem auch ihr Wasser entzogen wird. Hervorzuheben ist, dass die Dilatation nur an lebenden Euglenen auftritt, dass getödtete, selbst nur chloroformirte, sie nicht zeigen. Lässt man die Euglenen in der verdünnten Salzlösung, so verschwindet die zuerst entstandene Vergrößerung der Hauptvakuole, die Nebenvakuolen pulsiren normal. Dies beruht auf der Fähigkeit der Euglenen, sich allmählich konzentrierteren Salzlösungen anzupassen.

Die Dilatation unter dem Einfluss der wasserentziehenden Mittel lässt sich vorläufig nicht sicher erklären. Es ist möglich, dass durch die höhere osmotische Wirksamkeit des umgebenden Mediums die Hauptvakuole unfähig wird, Wasser nach außen zu schaffen. Dadurch, dass anfangs die Nebenvakuolen noch entstehen und in sie hineinmünden, vergrößert sie sich; dies ist nur bis zu einem gewissen Grade möglich, da sehr bald das Cytoplasma durch Wassermangel erstarrt. So würde es sich erklären, warum nur lebende Euglenen die Dilatation zeigen und auch nur bei verdünnten Lösungen, da die konzentrierten momentan den Körper zum Erstarren bringen. Weiter wird man dann zu der Folgerung gedrängt, dass im normalen Leben besondere osmotische Beziehungen von Hauptvakuole und Außenwelt bei der periodischen Entleerung der ersteren mitwirken. Doch sind diese Umstände nicht allein maßgebend; denn eine Dilatation der Hauptvakuole tritt ebenso ein, wenn auch unregelmäßiger und in schwächerem Grade bei Störungen des Lebens durch Druck, hohe Temperatur.

Dass die Hauptvakuole nicht reines Wasser enthält, geht schon daraus hervor, dass wasserentziehende Mittel auch nach dem Tode der Euglenen nie die Hauptvakuole ganz zum Verschwinden bringen, selbst Alkohol nicht, sobald nicht die Plasmamembran reißt. Besondere Bestandtheile ließen sich aber bisher nicht nachweisen; auch nahm der Inhalt der Hauptvakuole keine Farbstoffe auf.¹⁾

Die Dilatation der Hauptvakuole durch Salzlösungen ist eine eigenartige Erscheinung, die das Vakuolensystem der Euglenen unterscheidet von dem der Infusorien. Bei diesen bewirken nach den Untersuchungen von ROSSBACH²⁾ verdünnte Salzlösungen eine Verlangsamung und Verkleinerung der pulsirenden Vakuolen; ebenso wirken Säuren in kleinsten Gaben. Dagegen veranlassen Alkaloide eine enorme Dilatation der Vakuolen, ebenso wie Sauerstoffentziehung. Bei den Euglenen gelang es nicht, z. B. durch 0,1%ige salpetersaure Strychninlösung Gleiches hervorzurufen. *Euglena Ehrenbergii* erstarrt darin, lässt sich aber, wenn zeitig das Alkaloid entfernt wird, wieder ins Leben zurückrufen. In schwefelsaurem Chinin beobachtete ich nur bei *Phacus pleuronectes* und *pyrum* eine schwache Vergrößerung der Hauptvakuole; die Regel ist es nicht.

Die pulsirenden Vakuolen der Infusorien werden in neuerer Zeit mehrfach als wandungslose Zwischenräume des kontraktilen Protoplasmas definiert.³⁾ Sie stellen aber jedenfalls schon eine eigenartige Differenzierung

1) COHN gibt an (Beiträge zur Biol. d. Pfl. Bd. II. 1877. S. 144), dass die beiden kontraktilen Blasen von *Chlamydococcus obtusus* sich mit Karmin roth färbten; doch lässt sich daraus nicht entnehmen, ob sich die Plasmamembran oder die Flüssigkeit gefärbt hat, wahrscheinlich nur die erstere.

2) ROSSBACH, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc. Würzburg 1872. S. 37.

3) Vgl. z. B. CLAUS, Lehrbuch der Zoologie. 1880. S. 235.

desselben vor. ROSSBACH¹⁾ zeigte, dass unter dem Einfluss der Elektrizität die Infusorien in einen tetanischen Zustand gerathen, wobei aber die kontraktile Blase in ihrem Kontraktionsmodus gar nicht verändert werde. Bei den Euglenen verhält sich das System der Vakuolen wie ein selbständiges Organ. In manchen Arten, z. B. *Euglena Ehrenbergii*, dieses, tritt rings um die Vakuolen das Plasma durch seine stärkere Lichtbrechung, seine größere Beweglichkeit vor dem übrigen den Körper erfüllenden hervor; noch auffallender zeigt sich aber die besondere Organisation bei der Einwirkung äußerer Kräfte auf die Euglenen. Durch mechanischen Druck gelingt es bei *Euglena* dieses, die Membran, das Cytoplasma zur Erstarrung zu bringen; Augenfleck und Chlorophyllträger fangen dann an, zu desorganisiren, während die Vakuolen noch ruhig fort pulsiren. Bei stärkerer Einwirkung hört auch ihre Pulsation auf. Nach Aufhebung des Druckes kehrt Leben zuerst wieder in die Vakuole zurück, während oft erst nach vielen Minuten die anderen Organe ihre Thätigkeit beginnen. In einem Falle war die Erstarrung in dem Momente eingetreten, als eine große Nebenvakuole dicht neben der Hauptvakuole lag. Die erste Lebensregung äußerte sich in der dünnen, beide trennenden Scheidewand, die hin und her zu zittern begann. Dann folgte die Verschmelzung, der Gang der Pulsationen wurde regelmäßiger. Es dauerte jedoch 2—3 Stunden, ehe das Cytoplasma wieder normales Leben zeigte. Bei sehr starkem Druck quellen Cytoplasma, Kern etc. in einem Grade auf, der nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Aber selbst bei so getödteten Exemplaren kehrt nach Aufhebung des Druckes noch Leben in die Vakuolen zurück; man sieht neben der Hauptvakuole oft mehrere Stunden lang kleine Nebenvakuolen entstehen und vergehen; doch die Entleerung ist gestört, so dass eine Dilatation der Hauptvakuole eintritt. Allmählich hört dann jedes Leben auf.

Aehnliche Versuche lassen sich auch mit *Euglena Ehrenbergii* machen, bei der das Plasma rings um die Vakuolen besonders beweglich ist. Nach Aufhebung des Druckes, der die Euglene erstarren machte, regen sich die Vakuolen zuerst und das Plasma um dieselbe wogt schon hin und her, während das Cytoplasma des Körpers noch starr ist.

Noch klarer als mechanischem Druck gegenüber erkennt man bei Einwirkung höherer Temperatur die Selbständigkeit des Vakuolensystems. Wie alle Lebenserscheinungen gehen auch die Pulsationen bei steigender Temperatur schneller vor sich bis zu einem gewissen Maximum, dann verlangsamen sie sich wieder.²⁾ Für *Euglena* dieses liegt das Maximum ungefähr bei 32°; von der Verschmelzung der einen Nebenvakuole bis zu der

1) ROSSBACH, l. c. S. 48.

2) Vgl. über die Einwirkung der Temperatur auf die kontraktile Blase der Infusorien die Arbeit von ROSSBACH; ihm gelang es nicht, Wärmestarre zu beobachten; auch Todtenstarre ist selten zu sehen, weil bei sehr hoher Temperatur die meisten Infusorien zerfließen. (ROSSBACH, Die rhythmischen Bewegungen. S. 24.)

der nächsten verliefen 22 Sekunden. Bei weiterem Steigen wurden die Pulsationen langsamer; bei 42° zählte ich wieder 30 Sekunden wie bei 48°. Die Euglene wurde dann bald starr; die metabolischen und die inneren Plasma-Bewegungen hatten aufgehört, das Cytoplasma zeigte Quellungserscheinungen. Bei 48° wurde die Desorganisation der Chlorophyllträger des Cytoplasmas deutlicher, jetzt verlangsamten sich auch sehr die Pulsationen. Der Membrantrichter war merkwürdig erweitert, schloss sich bei 50° plötzlich, sich eng zusammenfaltend, die Vakuolen standen still. Die Abkühlung brachte nicht mehr die Euglenen ins Leben zurück, mit Ausnahme des Vakuolensystems, das noch geringe Pulsationen zeigte. Merkwürdigerweise hatte sich auch der Membrantrichter etwas geöffnet, ein Verhalten, das vielleicht auf einen Zusammenhang des Trichters mit der Entleerung der Hauptvakuole hindeutet. Es gelingt auch, durch hohe Temperatur Membran und Cytoplasma zur vorübergehenden Erstarrung zu bringen, während die Vakuolen ruhig fort pulsiren.

Bei langsamer Einwirkung von 0,1% salpetersaurem Strychnin auf *Euglena Ehrenbergii* hören auch zuerst die metabolischen und inneren Plasma-Bewegungen auf, während die Vakuolen noch pulsiren. Diese erwachen bei Entfernung des Alkaloïds zuerst wieder zum Leben, bei stark affizirten Individuen oft für mehrere Stunden allein funktionirend.

So sehen wir, dass das System der pulsirenden Vakuolen, so innig es auch mit dem Cytoplasma zusammenhängt, doch ein sehr wohl von ihm unterschiedenes Organ ist; es liegt nur an den unzulänglichen Methoden, den physiologischen Unterschied auf chemische und physikalische Verschiedenheiten beider zurückzuführen. Zugleich lehren aber die Versuche, dass das Vakuolensystem das widerstandsfähigste Organ der Euglene ist, das selbst nach dem Tode derselben noch eine zeitlang fort pulsirt, ein Verhalten, wie es von anderen Organen, z. B. dem Herz eines Frosches, bekannt ist. Ein weiterer Beleg für die Selbständigkeit des Vakuolensystems liegt in der Thatsache, dass es nicht durch Neubildung, sondern durch Theilung entsteht.

Es kann nicht zweifelhaft sein, dass ein so hoch ausgebildetes Organ, wie es in den pulsirenden Vakuolen entgegentritt, von wesentlichster Bedeutung für den Organismus der Euglenen ist. Doch seine besondere Funktion ist unbekannt, ebenso wie für das ähnliche Organ der Infusorien, der Schwärmsporen von Algen, Pilzen, Myxomyceten.¹⁾ Man hat die Vakuolen theils als Zirkulationsorgan²⁾, neuerdings häufiger als Exkretionsorgan³⁾

1) Über die pulsirenden Vakuolen im Pflanzenreich vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. II. S. 398.

2) SIEBOLD, Lehrbuch der vergl. Anat. S. 24, ferner CLAPARÈDE et LACHMANN, Études. I. S. 54.

3) Vgl. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie. 1857. S. 395.

oder Respirationsorgan¹⁾ aufgefasst, ohne für eine dieser Bezeichnungen entscheidende Gründe beizubringen. Mit demselben Rechte kann man annehmen, dass durch das Organ, dessen Einrichtung dahin geht, eine Strömung von Flüssigkeit im Körper hervorzurufen, damit zugleich sehr mannigfaltige Substanzen fortgeleitet werden.

4. Das Cytoplasma.

Mit diesem Ausdruck STRASBURGER'S²⁾ wird die von der Membran umschlossene, sehr stark quellbare, intensiv Farbstoffe einlagernde gelatinöse Substanz bezeichnet, die die Reaktionen der Proteinstoffe zeigt. Sie bildet die Grundmasse, von der die anderen inneren Organe wie Kern, Chlorophyllträger umgeben sind. Leider lässt sich bisher wenig über sie sagen.

Was den anatomischen Bau betrifft, so hat man vielfach in neuerer Zeit bei pflanzlichen wie thierischen Zellen eine bestimmte Struktur des Cytoplasmas gefunden, nach FLEMMING³⁾ in der Art, dass seine Substanz aus Fäden und Zwischensubstanz besteht. Bei den Euglenen bildet dasselbe überhaupt nur ein durchbrochenes Netz mit Maschen der verschiedensten Größe, die erfüllt sind von Kern, Chlorophyllträgern, ferner den von dem Cytoplasma hervorgebrachten Substanzen, Paramylon u. a., sowie Vakuolen der mannigfachsten Größe. Inbetreff der letzteren ist zu bemerken, dass bei sehr vielen Euglenen und Phacus-Arten das Cytoplasma unter normalen Verhältnissen arm ist an größeren Vakuolen, dass solche sich aber bei Trachelomonas-Arten finden. Ob nun die zarten Cytoplasmamassen, welche die Balken des Netzes bilden, noch eine besondere Struktur besitzen, konnte nicht festgestellt werden, eben so wenig, ob die in ihnen vorkommenden Körnchen wesentliche Strukturelemente sind oder nicht.

Ueber die chemischen Eigenschaften des Cytoplasmas kann hier wenig gesagt werden; ähnlich wie ZACHARIAS⁴⁾ bei vielen Pflanzenzellen fand, beobachtete ich auch bei den Euglenen einen in Pepsin unverdaulichen Rückstand des Cytoplasmas, der sich ungleich dem bei gleicher Behandlung zurückbleibenden Rückstand der Membran noch deutlich mit Jod färbte. Die interessante Reaktion mit verdünnter Silberlösung, die ihre Entdecker LÖW und POKORNY als Beweis für vorhandene Aldehydgruppen im Protoplasma deuten, gelang bei den freibeweglichen Euglenen nicht.⁵⁾

1) Vgl. ZENKER in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. II. S. 338; ferner COHN in Beiträge zur Biologie der Pfl. Bd. II. 1877. S. 118.

2) STRASBURGER, Über den Theilungsvorgang der Zellkerne etc. Bonn 1882. S. 4.

3) FLEMMING, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882. S. 72; vgl. auch SCHMITZ, Untersuchungen über die Struktur des Protoplasmas etc. Sitzungsber. d. nieder-rhein. Ges. Bonn 1880.

4) ZACHARIAS in Bot. Ztg. 1884. S. 171—173.

5) Herr Dr. LÖW war so freundlich, mir ruhende Euglenen zu übersenden, an denen die Reaktion, wenn auch relativ schwach, sich zeigte; er schiebt die geringe Reaktionsfähigkeit auf den Mangel der Lecithineinbettung.

Betreffs seiner physikalischen Eigenschaften verhält sich das Cytoplasma der Euglenen wie das anderer pflanzlicher oder thierischer Zellen. Seine Imbibitionsfähigkeit für Wasser wechselt sehr nach den äußeren Bedingungen. Sowie nur letztere sich ungünstig gestalten, verringert sich dieselbe, das Cytoplasma scheidet Vakuolen aus. Durch mechanischen Druck, durch Alkaloide, hohe Temperatur kann man das Cytoplasma der Euglenen zu einem sehr hohen Grade desorganisiren, so dass es nur aus großen Vakuolen fast allein besteht, und doch gelingt es dann, wenn auch langsam, den normalen Zustand herzustellen. Mit einer solchen Vakuolenbildung hört die etwa vorhandene Bewegung auf. Solche innere Bewegungen, die erst später näher erwähnt werden sollen, zeigen deutlich nur einige Arten, besonders *Euglena deses*, *Ehrenbergii* etc.

Die erkennbaren Funktionen des Cytoplasmas bestehen in der Erzeugung des Paramylons, der Bildung der Hüllen, mit denen die Euglenen sich umgeben, und darin, den Zusammenhang der anderen Organe zu bewirken. Da es bisher nicht möglich war, seine Funktionen auf bestimmte von einander gesonderte Formelemente zurückzuführen, ist das Cytoplasma vorläufig als Ganzes zu betrachten; in diesem Sinne ist es als ein Organ den anderen Organen, wie Kern, Chlorophyllträger, Membran etc., von mir gegenübergestellt.

5. Der Kern.

Jede Euglene hat einen Kern, der bei einzelnen Arten schon von EHRENBURG¹⁾, ferner von FOCKE, SIEBOLD, CARTER, STEIN gesehen worden ist. SIEBOLD beobachtete bei *Euglena viridis* einen Nucleolus, STEIN zeichnet bei allen Arten einen homogenen Kern mit Nucleolus. Der Kern erscheint als ein scharf begrenzter eiförmiger oder rundlicher Körper. Nach FLEMMING²⁾ bestehen die Kerne der Regel nach aus dem Kerngerüst, dem Nucleolus und der Zwischensubstanz; bei manchen findet sich noch eine besondere Kernmembran. Bei *Euglena Ehrenbergii* bildet die Hauptmasse des sehr großen Kerns das Kerngerüst. Sowohl im Leben wie nach Einwirkung von Reagentien erscheint es zusammengesetzt, aus gleichmäßig dicken, dicht miteinander verflochtenen Fäden; doch musste es zweifelhaft bleiben, ob nur ineinander verschlungene Windungen einiger Fäden resp. eines einzigen³⁾ vorhanden sind, oder ob dieselben wie die Balken eines Gerüsts

1) EHRENBURG, Inf. S. 403 bei *Amblyopsis viridis* den Kern als Samendrüse deutend; bei derselben Art sah FOCKE ihn Phys. Stud. Heft II. 1854 S. 45. SIEBOLD, Lehrbuch der vergl. Anat. 1848. S. 24; CARTER in Ann. and Mag. of Nat. Hist. Vol. XVIII. 1856. S. 224; STEIN III. vgl. Taf. XIX—XXI.

2) FLEMMING, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882. S. 99—100.

3) STRASBURGER, Über den Theilungsvorgang der Zellkerne etc. Bonn 1882. S. 94, nimmt im ruhenden Zellkern nur einen einzigen, langen Faden aus Nukleoplasma an, während nach FLEMMING l. c. S. 100 sich meist ein Balkennetz findet.

zusammenhängen. Bei *Euglena Ehrenbergii* ist der Kern von einer dünnen Membran¹⁾ umgeben, die durch Reagentien, wie verdünnte Salzsäure, Jodlösung etc., sich bisweilen sehr deutlich von dem Gerüst abhebt, und als eine zarte, homogene Haut erscheint, welche mit Jod nur blassgelb wird, während die innere Substanz tiefbraun sich färbt. Ein Nucleolus ist bei dieser Art nicht vorhanden. Bei getötetem Kern treten nur im Innern vakuolenartige Räume auf, in denen unregelmäßig geformte dichtere Massen liegen.

Die Kerne anderer Arten zeigen Verschiedenheiten in dem Verhalten der Kernmitte gegen Reagentien; bei *Euglena sanguinea* finden sich 4—5 dichtere Massen; bei vielen Arten tritt nach Einwirkung der Reagentien nur ein schärfer begrenztes Körperchen hervor, welches man hier schon Nucleolus nennen könnte, besonders deutlich bei *Euglena velata*, *spirogyra*. Er färbt sich etwas intensiver wie das Kerngerüst und quillt leichter auf. Diese Arten führen zu jenen hinüber, bei denen schon der Nucleolus im Leben sichtbar ist, wie bei einzelnen *Trachelomonas*-Arten. Die höchste Ausbildung erreicht derselbe bei *Menoidium*, bei welchem er fast die Hauptmasse des Kerns bildet, während das Kerngerüst zu einer schwach lichtbrechenden, erst unter dem Einfluss von Reagentien Struktur zeigenden Masse reduziert ist (vergl. Taf. II, Fig. 43).²⁾ So sehen wir innerhalb der Euglenaceen die allmähliche Ausbildung des Nucleolus vor sich gehen.

In den allgemeinen Eigenschaften verhalten sich die Kerne der Euglenen wie die meisten von anderen Organismen. Sie sind in Ammoniak, Kali, Essigsäure, verdünnter Schwefelsäure stark quellbar, lösen sich aber in keiner dieser Substanzen. Hat man den Kern vorher mit Alkohol behandelt, so ist seine Quellfähigkeit vermindert. Es gelingt auch z. B. bei *Euglena Ehrenbergii*, durch mechanischen Druck den Kern zur vorübergehenden Quellung zu bringen, so dass seine Struktur fast vollständig verschwindet, er homogen wird, ähnlich wie bei Einwirkung von Wasser. Nach Aufhebung des Druckes kehrt die Struktur wieder zurück, die Euglene lebt normal weiter. Dem Cytoplasma gegenüber, von dem der Kern stets umgeben ist, besitzt er eine gewisse Selbständigkeit. Man kann ihn aus dem Körper der *Euglena oxyuris* unversehrt herausdrücken, und hat man vorher sehr verdünnte Salzlösungen zugefügt, so bleibt der Kern längere Zeit vollkommen wie lebend, in seiner Struktur unverändert, und nimmt indifferente Farbstoffe, wie Indigkarmin, nicht eher auf, bis er vorher getötet wird.

1) Diese Membran wurde an frei heraus präparierten Kernen nachgewiesen; ob sie den Kernen der anderen Arten zukommt, weiß ich nicht, eine dichtere peripherische Schicht findet sich immer.

2) Dieser Bau des Kerns findet sich häufiger bei anderen Flagellaten, vgl. BÜTSCHLI in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. S. 244, 251 u. a. O.

Durch die neueren Untersuchungen von STRASBURGER, FLEMMING, SCHMITZ ist es nachgewiesen, dass in allen genau untersuchten Fällen der Kern nicht neugebildet wird, sondern sich durch Theilung fortpflanzt. Das Gleiche findet auch bei dem Kern der Euglenaceen statt.

6. Die Cilie.

Mit Ausnahme der *Eutreptia viridis* besitzen alle Euglenaceen nur eine Cilie¹⁾, die schon EHRENBURG bei den meisten Arten beobachtete. Sie bildet einen fadenförmigen, nach der Spitze hin sehr allmählich verjüngten Körper von schwacher Lichtbrechung, anscheinend vollkommen homogen. Am Grunde des Membrantrichters geht sie aus dem Cytoplasma hervor (vgl. Taf. II, Fig. 3, 6), ohne dass bisher die Anheftungsstelle direkt sichtbar gewesen wäre. Die Länge der Cilie variiert je nach den Arten.

Die Substanz der Cilie ist nicht identisch mit der des Cytoplasmas, wenn auch ihm wie der Grundmasse des Kerns, der Chlorophyllträger sehr ähnlich. Die Cilie ist gleich nach dem Tode stark quellbar in Wasser, Ammoniak etc.; ist sie jedoch vorher mit wasserentziehenden Mitteln behandelt worden, so verliert sie in hohem Grade ihre Quellungsfähigkeit, weit mehr wie Cytoplasma und Kern. Sie bleibt dann unverändert in konzentrierter Essigsäure, quillt selbst wenig in Kali. Sie zeichnet sich ferner vor den genannten Organen durch ihre geringe Farbstoffeinlagerung aus. Sie färbt sich nicht mit Eosin, Karminpräparaten, Methylgrün; in Anilinblau wird sie nach 24 Stunden nur sehr zart blau; sie nimmt dagegen intensiver Hämatoxylin auf, ähnlich wie die Membran.

Die wesentliche Funktion der Cilie besteht in ihrer Mitwirkung bei der freien Vorwärtsbewegung; ohne Cilie ist dieselbe nicht möglich. Dies geht unmittelbar aus der den älteren Forschern, wie DUJARDIN, PERTY, wohl bekannten Thatsache hervor, dass die Euglenen ihre Cilie verlieren können und dann nur durch metabolische Bewegung hin und her kriechen. STEIN betrachtet die cilienlosen Euglenen als Altersformen. Doch hat der Verlust der Cilie nichts mit dem Alter zu thun, sondern ist meistens eine Folge äußerer Einwirkungen. Bei Veränderungen des die Euglenen umgebenden Mediums stirbt die Cilie sehr leicht ab und wird dann abgeworfen. Das erste Zeichen des Absterbens ist die scheibenförmige Anschwellung der Cilienspitze; fast sämtliche Individuen der *Euglena viridis*, die man unter dem Deckglas beobachtet, haben diese Anschwellung, so dass ich lange glaubte, sie wäre eine normale Erscheinung.²⁾ Die Cilie schwingt noch

1) MORREN (Recherches sur la rubéfaction des eaux etc. Bruxelles 1844. Taf. IV) zeichnet zwei Cilien bei *Euglena sanguinea*. Diese Angabe hat sich bisher nicht bestätigt.

2) In der Litteratur findet sich eine Bemerkung bei EHRENBURG darüber, der erwähnt, dass der Arzt WERNECK an der Spitze der Cilie von *Euglena triquetra* ein Knötchen gezeichnet habe, welches EHRENBURG selbst für eine optische Täuschung hält. (EHRENBURG, Inf. S. 412.)

lebhaft fort, selbst wenn ihre Spitze auch mit ihrer Anschwellung festklebt. Nach dem Abwerfen geht die Cilie rasch unter Vakuolenbildung zu Grunde, doch sieht man an den sehr langen Cilien der Trachelomonas-Arten nach der Trennung vom Körper noch Zusammenziehen und Strecken derselben, ein Zeichen dafür, dass sie eine gewisse selbständige Bewegung besitzen.¹⁾

Als Ursachen des Absterbens der Cilie wirken Sauerstoffmangel, mechanischer Druck, chemische Veränderungen des Wassers. Die Empfindlichkeit ist aber sehr verschieden je nach den Arten. Bei einigen ist sie so groß, dass man überhaupt selten die Cilie zu Gesichte bekommt. Bei *Euglena Ehrenbergii* genügt das einfache Hinüberbringen auf den Objektträger selbst ohne Veränderung des Wassers, um sofort die Cilie zum Absterben zu bringen. Daher ist diese Art so selten mit der Cilie beobachtet worden, auch von STEIN nicht. Andere Arten haben weniger empfindliche Cilien, so *Euglena viridis*, *deses* etc. Man kann sehr leicht jede Cilie für sich tödten, wenn man die Euglenen in verdünnte Karminsäure²⁾ bringt, in der sie sehr lange aushalten. Die Cilie aber erstarrt sofort und wird abgeworfen. Ebenso wirken verdünnte Salzlösungen.

Die Cilie ist das einzige der wichtigeren selbständigen Organe der Euglene, welches immer neugebildet wird, nicht durch Theilung entsteht. Euglenen, die durch Sauerstoffmangel zur Ruhe gebracht worden sind, brauchen nur mit frischem Wasser begossen zu werden, so bilden sie neue Cilien und gehen in Bewegung über. Auch vor der Theilung verlieren die Euglenen die Cilie, doch ist es nicht nachgewiesen, ob sie auch in diesem Falle immer abgeworfen oder ob sie eingezogen wird; letzteres ist bisher nie beobachtet worden. Jede durch Theilung entstandene junge Euglene bildet für sich eine neue Cilie. Es ist sehr wahrscheinlich, dass an dem Grunde des Membrantrichters sich eine besondere Differenzirung des Cytoplasmas befindet, deren spezifische Funktion in der Neubildung von Cilien besteht.

7. Die Bewegungserscheinungen.

Bei den am höchsten ausgebildeten Arten, wie z. B. *Euglena deses*, *Ehrenbergii*, *spirogyra* zeigen sich Bewegungen in dreierlei Formen: freie Vorwärtsbewegung, Metabolie und innere Plasmabewegung. Die erstere kommt allen Euglenaceen zu, die zweite den Gattungen *Euglena*, *Ascoglena*, *Eutreptia*, *Trachelomonas*, *Colacium*, fehlt *Phacus*; die dritte Art der Bewegung ist bisher nur bei einigen Euglenaarten beobachtet, was auch hier nur sicher geschehen kann, wenn die anderen Bewegungen mehr oder weniger eliminirt sind.

1) Entsprechend der Bewegung von Spermatozoen-Schwänzen; vgl. ENGELMANN, Physiologie der Protoplasmabewegungen, Handbuch d. Physiologie, Bd. I. 4879. S. 394.

2) Dieses in Wasser lösliche Karminpräparat erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. SCHWARZ.

Die Vorwärtsbewegung geschieht unter normalen Bedingungen sehr gleichmäßig; sie besteht in einem Vorrücken in gekrümmter Bahn, verbunden mit einer Rotation des Körpers um die Achse der Vorwärtsbewegung, doch so, dass das hintere Ende einen engeren, das vordere einen weiteren Bogen um die Achse beschreibt.¹⁾ Die Drehungsrichtung ist nicht immer konstant; bei *Trachelomonas volvocina* beobachtete ich sogar eine periodische Umsetzung derselben, die vielleicht allgemeiner ist. Die Art der Bewegung ist für alle Species wesentlich dieselbe, wenn sie auch sehr verschieden erscheint je nach der Schnelligkeit, dem Verhalten des Körpers dabei. Die Bewegung der fast kugelförmigen *Trachelomonas volvocina* macht den Eindruck eines unregelmäßigen Hin- und Herrollens, langsam und ruhig zieht die große *Euglena sanguinea* einher, sehr flink und behend schießt die kleine *Euglena pisciformis* durch das Wasser, *Euglena deses*, lang gestreckt cylindrisch, schlängelt während der Bewegung ein wenig mit dem Körper; sehr häufig ist gerade die Erscheinungsweise während der Bewegung charakteristisch für die Species.

Im Allgemeinen ist die Vorwärtsbewegung relativ unabhängig von der Temperatur; sie geht in derselben Weise vor sich in einem Wasser von 10° C., wenn die Euglenen sich nur daran gewöhnt haben, wie in einem von 25° C. Bei höherer Temperatur tritt wohl eine Beschleunigung ein, die sich aber wegen anderer störender Momente schwer genauer beurtheilen lässt; bei einzelnen Arten, z. B. *Euglena pisciformis*, beobachtete ich lebhaftere Drehbewegung, wie sie als charakteristische Erscheinung für Infusorien von ROSSBACH²⁾ beschrieben worden ist. Bei 45° hört bei den meisten Euglenen die Bewegung auf, indem Wärmestarre eintritt, die nach ROSSBACH bei den Infusorien nicht vorkommt, wohl aber von STRASBURGER³⁾ für Schwärmosporen beobachtet wurde. Lässt man abkühlen, so findet sich die Bewegung wieder ein, wenn auch sehr langsam, da viele Exemplare ihre Cilien verloren haben.

Auf die Wirkung des Lichtes betreffs der Bewegung wird noch später hingewiesen werden;⁴⁾ es ist besonders die Richtung derselben, welche von ihm beeinflusst wird. Dagegen kann das Licht nicht selbst die Bewegung veranlassen. Wenn ruhende Euglenen in der Dunkelheit mit frischem Wasser begossen werden, gehen sie in Bewegung über, Licht allein vermag

1) Vgl. hinsichtlich der entsprechenden Bewegung der Schwärmosporen NÄGELI (in Beiträge z. wiss. Botanik. Heft II, 1860. S. 88—102), der sie am sorgfältigsten bisher beobachtet hat.

2) ROSSBACH, Die rhythmischen Beweg. etc. 1872. S. 23.

3) STRASBURGER, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmosporen. Jena 1878. S. 62.

4) Über die näheren Beziehungen von Licht und Bewegung bei den Schwärmosporen, an die sich darin die Euglenen anschließen, vgl. STRASBURGER's citirte Arbeit.

es nicht zu bewirken, eben so wenig wie sein Mangel die Euglenen direkt zur Ruhe bringt.

Über das Zustandekommen der Vorwärtsbewegung durch die Schwingungen der Cilie ist nichts Näheres bekannt.

Die beiden anderen Bewegungsarten der Euglenen, die Metabolie und die inneren Plasmabewegungen, sind anscheinend von einander unabhängige Erscheinungen. Die erstere ist schon den älteren Forschern, speziell O. F. MÜLLER¹⁾ bekannt gewesen und ist häufig später als Hauptgrund für die thierische Natur der Euglenen angeführt worden, so z. B. von COHN.²⁾ STEIN betont mehrfach in seinem Werke, dass die metabolischen Bewegungen unzweifelhaft die Euglenen zu Thieren stempeln, obwohl keine wesentliche Verschiedenheit von den Gestaltsveränderungen der Plasmodien und Schwärmer der Myxomyceten³⁾ existirt, an die sich bekanntlich die Bewegungserscheinungen vieler Pflanzenzellen sehr enge anschließen.⁴⁾

Die Metabolie zeigt sich in sehr verschieden hohem Grade bei den einzelnen Arten, man findet mannigfache Übergänge von den sehr metabolischen Formen, wie *Eutreptia*, *Euglena viridis*, zu den ganz starren *Phacus*-Arten. Die Erscheinungsweise der Körperveränderungen ist ebenfalls mannigfaltig, oft für die Species bezeichnend. *Euglena viridis* schwillt mit Vorliebe in der Mitte an und zieht sich an den Enden dünn aus, *Euglena deses* liebt es dagegen, sich flach auszubreiten, ähnlich wie *Euglena Ehrenbergii*, die häufig auch Körpertorsionen aufweist. *Euglena spirogyra* krümmt sich halbmondförmig oder spiralgig, *Euglena oxyuris* und *tripteris*, bei welchen die Metabolie schon sehr gering ist, beugen vorzugsweise ihr vorderes und hinteres Ende ein wenig seitwärts.

Im Allgemeinen treten die metabolischen Bewegungen vorzugsweise dann ein, wenn die freie Vorwärtsbewegung gehindert oder gestört ist. Eine Euglene unter normalen günstigen Bedingungen, schwimmt mit ausgestrecktem ruhigen Körper vorwärts, der aber Gestaltsveränderungen zeigt, sobald die äußeren Umstände in ungünstiger Weise sich verändern. Die Metabolie wird besonders lebhaft bei Wassermangel, mechanischem Druck, bei Vorhandensein schädlicher Substanzen, die die Cilie tödten, in Farbstoffen, Salzen. In verdünnten Salzlösungen (z. B. 1⁰/₀ Chlornatrium), ebenso auch in Indigkarmin, Nigrosin beobachtete ich bei *Euglena viridis* so energische Bewegungen des Körpers, wie sie in normalen Verhältnissen nicht vorkommen. Bei den sehr metabolischen Formen, wie *Eutreptia*, *Euglena viridis*, *deses*, treten auch während der normalen Bewegung Gestaltsveränderungen ohne erkennbare äußere Ursachen auf. Solche durch innere

1) Vgl. MÜLLER, *Animalcula etc.* S. 426.

2) COHN in *Nova Acta Leop. T. XXV. 2.* 1850. S. 747.

3) Vgl. de BARY, *Die Mycetozoen.*

4) Vgl. HOFMEISTER, *Die Pflanzenzelle.* Leipzig 1867. § 8; ENGELMANN, *Physiologie der Protoplasmaabewegungen.*

Anstöße veranlasste Bewegungen sind besonders lebhaft bei der Theilung von *Euglena deses*, *spirogyra*.

Auf welche Weise die Metabolie zu stande kommt, lässt sich nach den jetzigen Kenntnissen nicht entscheiden. Die direkte Beobachtung zeigt nur das Zusammenziehen, resp. die Ausdehnung der Membran, und als Folge davon eine Verschiebung der Cytoplasmatheile. DUJARDIN¹⁾ sprach von einem *tégument contractile* der Euglenen; in ähnlicher Weise nahm KÖLLIKER²⁾ eine Kontraktilität der Membran von Gregarinen an, welche Ansicht durch die Protoplasmatheorie bald in Hintergrund gestellt wurde. Es ist aber unwahrscheinlich, dass die Membran einfach nur in der Weise bei der Metabolie thätig ist, wie die Zellhäute bei der Bewegung vieler Pflanzenzellen, z. B. den Staubfäden der Cynareen³⁾, d. h. nur durch ihre Dehnbarkeit und Elastizität; sie wird in selbständigerer Weise dabei mitwirken, entsprechend wie DE BARY⁴⁾ es für die peripherische Schicht der Plasmodien annimmt, die nach ihm das wesentliche Kontraktile bei der Metabolie derselben vorstellt. Denn die Membran der *Euglene* ist ein wachsendes, sich theilendes, Eiweißsubstanz enthaltendes Organ, dessen physikalische Eigenschaften mit seinem Tode verändert werden, indem Dehnbarkeit und Elastizität bei den metabolischen Arten vermindert wird, während die Cellulosehäute auch nach dem Tode ihrer Zellen ihre wesentlichen Eigenschaften bewahren. Doch kann erst eine genauere Untersuchung über die Rolle von Membran und Cytoplasma bei den Gestaltveränderungen des Körpers Aufschluss geben.

Die inneren Plasmabewegungen werden nur dann deutlich, wenn die Metabolie gehemmt ist; sie finden sich aber, so weit bekannt, nur bei metabolischen Arten, wie z. B. *Euglena deses*, *Ehrenbergii* etc. Wenn man die letztere unter dem Druck des Deckglases hält, vermindert sich die Metabolie sehr stark, man beobachtet jetzt das Hin- und Herströmen des Cytoplasmas, ein Gleiten mit wechselnder Schnelligkeit und Richtung der in ihm befindlichen Theile, wie Körnchen, Chlorophyllträger etc. Eine ruhende Schicht⁵⁾, wie sie bei den Plasmabewegungen in Pflanzenzellen existirt, ist bei den Euglenen nicht vorhanden; bis dicht an der innern Fläche der Membran sieht man Bewegung. Es ist bemerkenswerth, wie die Strömung des Cytoplasmas weniger durch ungünstige äußere Einflüsse verändert wird, als die Metabolie. Nicht allein dem Druck, sondern auch höherer Temperatur gegenüber verhält es sich so; bei 40° hatte die Metabolie der *Euglena deses* aufgehört, während die Plasmabewegungen noch bis 45° beobachtet wurden. Auch bei Exemplaren von *Euglena Ehrenbergii*, die

1) DUJARDIN, l. c. S. 348.

2) KÖLLIKER in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1. 1849. S. 48.

3) Vgl. PFEFFER, Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1873. S. 139.

4) DE BARY, Die Mycetozoen. 2. Aufl. S. 47.

5) Vgl. HOFMEISTER, Pflanzenzelle. S. 34.

einige Minuten in 0,4%ige salpetersaure Strychninlösung gebracht worden waren, und die nach dem Entfernen des Alkaloids wieder ins Leben zurückgerufen werden konnten, war während der nächsten 6—8 Stunden keine Metabolie zu beobachten, wohl aber sehr bald Strömung des Cytoplasmas.

Alle diese mannigfaltigen Bewegungsformen der Euglenen, wie Metabolie, Plasma-, Cilienbewegung, die rhythmischen Pulsationen der Vakuolen reagieren verschieden den äußeren Einflüssen gegenüber, und erweisen sich als getrennt für sich verlaufende Lebensprozesse, wenn es auch noch nicht gelungen ist, sie auf die ihnen eigenthümlichen chemischen und physikalischen Vorgänge zurückzuführen.

8. Der Augenfleck.

EHRENBERG hat bei den meisten seiner Astasiaeen einen rothen Pigmentfleck am vorderen Ende des Körpers nachgewiesen, ihn als lichtempfindendes Organ deutend. Man hat später bei zahllosen anderen Formen, besonders den Schwärmsporen von Algen, diesen Augenfleck beobachtet, ohne ihn bisher näher zu untersuchen.

Der Augenfleck der Euglenen ist ein durch seine äußere Form, wie innere Struktur, sowie durch seine chemischen Eigenschaften wohl charakterisirtes Organ. Er hat eine feste Stellung dicht an der Wandung der Hauptvakuole, und ist immer scharf abgegrenzt von dem umgebenden Cytoplasma. Seine Gestalt variirt je nach den Arten, bleibt aber für ein und dieselbe sehr konstant. Bei *Euglena acus* bildet der Augenfleck eine hellrothe Scheibe (Taf. II, Fig. 6 o), ähnlich bei *Euglena deses* (Fig. 4 o). Bei vielen Arten ist er etwas gekrümmt, bald an einem bald an beiden Seitenrändern, bald uhrglasartig gebildet. Sehr groß, sich der Wölbung der Hauptvakuole in seiner Form anschließend, ist er bei *Euglena Ehrenbergii* (Fig. 1, 2 o). Hier sind seine Ränder vielfach wie eingerissen; doch ist zu bemerken, dass der Augenfleck nie eine ganz glatte, sondern eine unebene Kontur besitzt.

Der Augenfleck erscheint zusammengesetzt aus zweierlei Substanzen, einer plasmatischen Grundmasse, die ein feines Netzwerk bildet, und einem Pigment, das in Form tröpfchenähnlicher Körperchen die Maschen desselben ausfüllt. Die plasmatische Substanz erkennt man an ihrer Bewegungsfähigkeit und ihrem Verhalten äußeren Reizen gegenüber. Wenn man *Euglena Ehrenbergii* mit 4%iger Chlornatriumlösung behandelt, so tritt, wie früher besprochen, die Dilatation der Hauptvakuole ein. Der Augenfleck, ihr dicht anliegend, wird mitgedehnt und breitet sich zu einer fast flachen Scheibe aus. Man beobachtet jetzt, wie die Pigmenttheilchen weiter auseinander gezerrt werden durch die Dehnung der sie umgebenden Plasmamasse, man sieht zugleich deutliche Formveränderungen an dem Rande des Augenflecks. Einzelne Stücke reißen sich los, runden sich, kaum getrennt,

für sich ab; Fortsätze werden ausgetrieben. Bei dem Auswaschen der Chlornatriumlösung und der Volumabnahme der Hauptvakuole zieht sich auch der Augenfleck zusammen, seine vorspringenden Ränder werden eingezogen, die früher getrennten Stücke vereinigen sich oft wieder; kurz, er verhält sich wie bewegliches Cytoplasma. In Quellungsmitteln, wie Ammoniak, Kali, quillt die Substanz des Augenflecks oft derartig, dass sie gesprengt wird, und die Pigmenttheilchen, frei geworden, lebhaftere Molekularbewegung zeigen. Auch durch mechanischen Druck kann man den Augenfleck, wie das Cytoplasma, zur Aufquellung bringen; bei *Euglena spirogyra* gelingt es, ihn durch Druck zu zersprengen, wobei die *Euglene* selbst noch weiter fortleben kann. Durch die Einwirkung der Alkaloide, insbesondere des Strychnins, leidet bei manchen Arten der Augenfleck zuerst in deutlicher Weise, z. B. bei *Euglena deses*, die sich mehrere Stunden in 0,4%iger Lösung hält. Sehr bald aber wird der Augenfleck dunkelbraun, zerfällt oft in mehrere Stücke, die ihre Stelle an der Hauptvakuole verlassen. Ein ähnliches Zerfallen beobachtete ich bei *Euglena oxyuris*, während der Augenfleck von *Euglena spirogyra* sehr widerstandsfähig gegen Strychnin ist. Bei hoher Temperatur fließen die Pigmenttheilchen zusammen und werden missfarbig.

Den zweiten Bestandtheil des Augenflecks bildet das Pigment, eine durch ihre mikrochemischen Reaktionen ausgezeichnete Substanz. Die Farbe schwankt zwischen ganz hellen bis sehr dunkeln Tönen von Roth. Das Pigment ist löslich in Alkohol, Äther, bleibt unverändert in Ammoniak, Kali, Essigsäure, färbt sich mit Jod, Eisenchlorid schwarzblau, wird durch Schwefelsäure dunkel indigblau, durch Salpetersäure himmelblau.

COHN¹⁾ machte zuerst darauf aufmerksam, dass der Augenfleck von *Euglena viridis* sich mit Jod blau färbt, wie in gleicher Weise der rothe, ölartige Stoff, der in *Euglena sanguinea* auftritt. Die gleiche Reaktion zeigte auch der rothe Farbstoff, der in den meisten Dauerzuständen der Algen vorhanden ist, ferner bei *Chlamydococcus pluvialis*.²⁾ COHN³⁾ bezeichnete dieses Pigment als Hämatochrom und sprach die Ansicht aus, dass dasselbe in genetischer Beziehung zum Chlorophyll stehen müsse, und Jeder wird ihm dabei zustimmen, der das Entstehen des Farbstoffs mit dem Zurücktreten des Chlorophylls bei der Bildung der Dauerzustände, und sein Verschwinden und das gleichzeitige Wiederauftreten des Chlorophylls

1) COHN in Nova Acta Leop. T. XXII. 1850. S. 645 u. 733.

2) COHN l. c. S. 639—647; vgl. ferner DE BARY, Ber. d. naturf. Ges. Freiburg 1856. S. 222; id. Morph. u. Phys. d. Pilze. 1866. S. 44; CIENKOWSKI in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III. 1867. S. 277.

3) COHN, Beiträge zur Phys. der Phyc. u. Flor. in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III. 1867. S. 44.

bei der Keimung derselben verfolgt hat.¹⁾ ROSTAFINSKI²⁾, der den Farbstoff genauer untersucht hat, fand, dass man durch Alkohol die Trennung eines rothen von einem gelben Bestandtheile hervorrufen kann; der letztere löst sich leicht in kaltem Alkohol, der erstere dagegen nur schwer oder gar nicht. ROSTAFINSKI nennt den Farbstoff Chlororufin und betrachtet ihn als ein reduziertes Chlorophyll.

So weit man aus der Gleichheit aller mikrochemischen Reaktionen urtheilen kann, ist das Pigment des Augenflecks identisch mit dem der Dauerzustände der Algen, jedenfalls sehr nahe verwandt; ich nenne es mit CORN Hämatochrom. Wesentlich unterscheidet sich aber das des Augenflecks von dem Pigment der Algen dadurch, dass ersteres gebunden ist an bestimmte plasmatische Formelemente.

Der Augenfleck kommt bei jedem Individuum der Euglenen nur in der Einzahl vor, er bleibt erhalten während des Dauerzustandes und pflanzt sich durch Theilung fort; eine Neubildung konnte bisher nicht beobachtet werden. Aus allem geht hervor, dass er ein wichtiges Organ der Euglene bildet, aber wie die Versuche lehren, nicht ein solches, an dessen Vorhandensein die augenblickliche Existenz des ganzen Organismus hängt, wie bei den bisher besprochenen Organen, Membran, Cytoplasma, Kern, pulsirenden Vakuolen.

Wie der Name schon bezeichnet, hat EHRENBURG den Augenfleck als ein lichtempfindendes Organ angesehen. Diese Deutung ist meist angezweifelt worden, obwohl eine Reihe Gründe dafür sprechen. EHRENBURG stützt sich auf die Ähnlichkeit des Augenflecks der Euglenen mit dem der Rotatorien und dem Cyclopsauge. Es herrscht in der That zwischen diesen Organen so fern von einander stehender Organismen eine weitgehende Ähnlichkeit in Bezug auf den Pigmentfleck selbst. Er besteht bei allen aus der plasmatischen Substanz in Form eines sehr engmaschigen Netzes und dem darin eingelagerten Pigment, welches nach Löslichkeitsverhältnissen wie Reaktionen³⁾ besonders mit Jod, mit Schwefelsäure sich wie Hämatochrom verhält. Bei Rotatorien und Krebsen treten aber weitere Differenzirungen⁴⁾

1) KLEBS, Bot. Ztg. 1884. S. 274; ferner ROSTAFINSKI, Über den rothen Farbstoff einiger Chlorophyceen. Bot. Ztg. 1884. S. 463. Dass es in der That sehr wahrscheinlich ist, dass Hämatochrom direkt aus Chlorophyll entsteht, dafür spricht auch die Umwandlung des letzteren in das erstere bei der Verdauung von Algen durch Cyclopsarten; diese erscheinen manchmal roth gefärbt durch das in ihrem Darmkanal vorhandene Öl, das sich wie Hämatochrom seinen Reaktionen nach verhält, und oft kann man sehr verschiedene Übergangsstufen von grünen zu rothen Substanzen im Darm verfolgen.

2) ROSTAFINSKI l. c. S. 465.

3) Für Räderthierchen schon von DE BARY, Morph. u. Phys. d. Pilze. 1868. S. 11 nachgewiesen, ferner von CIENKOWSKI in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III. S. 277.

4) Vgl. LEYDIG in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI. 1855. S. 87—89; GEGENBAUR, Vergl. Anatomie. 1878. S. 464.

auf, die sog. Krystallstäbchen oder -Kegel, die in Verbindung mit dem Pigmentfleck stehen. ¹⁾

Die Euglenen zeichnen sich andererseits durch hohe Lichtempfindlichkeit aus. STAHL²⁾ und STRASBURGER²⁾ haben nachgewiesen, wie Euglenen und Schwärmsporen, die ebenfalls einen Augenfleck besitzen, sowohl durch die Richtung des einfallenden Lichtes, wie durch seine Intensität beeinflusst werden. Bei sehr beweglichen Euglenen ist die Feinheit ihrer Lichtempfindung sehr groß, so dass sie momentan auf die leisesten Veränderungen des Lichteinfalls reagieren. Diese Lichtempfindlichkeit verlieren die Euglenen weder im Dunkeln³⁾, noch durch höhere Temperatur, so lange sie sich nur bewegen können. ENGELMANN⁴⁾ hat neuerdings gezeigt, dass sie auch von der Sauerstoffspannung bezüglich ihres Lichtsinns in hohem Grade unabhängig sind. Alle diese Thatsachen führen zu der Folgerung, dass die Euglenen eine spezifische Lichtempfindung haben. ENGELMANN wies nach, dass nur ihr vorderes, farbloses, mit dem Augenfleck versehenes Ende lichtempfindlich ist; nach ihm ist aber schon die Stelle vor dem letzteren für Lichtperception geeignet und er macht aufmerksam, dass der Pigmentfleck der Euglenen wohl wie die Pigmentschicht der Retina funktionieren werde.

So sprechen Gründe morphologischer wie physiologischer Art dafür,

1) BOLL hat in seinen Arbeiten (in Archiv f. Anat. u. Phys., Phys. Abth. 1877, ebenda 1881) darauf hingewiesen, wie die vergleichende Anatomie lehrt, dass jedes Auge auf der untersten Stufe der einzelnen Typen (phylogenetisch) und im Embryo der höher stehenden Formen stets als Pigmentfleck anhebt und nicht etwa als eine Ansammlung von Stäbchen oder Zapfen. Selbst bei den Wirbelthieren bildet die Pigmentschicht sich früher, als Stäbchen- und Zapfenschicht. Es ist sehr bedeutungsvoll, dass in der Retina der Wirbelthiere bei den einen (Säufern und Fischen) in dem Pigmentepithel, bei den anderen (Reptilien und Vögeln) in der Stäbchenschicht sich eine ölartige gelbe bis rothe Substanz findet, die die gleichen Reaktionen wie das Hämatochrom zeigt. CAPRANICA (in Archiv f. Anat. u. Phys. 1877) hat diesen Farbstoff genauer untersucht; er beschreibt die Reaktionen mit Jod, Schwefelsäure, Salpetersäure, ohne übrigens etwas von dem Hämatochrom zu wissen. Er identificirt die gelbe Substanz mit dem Lutein, welches in den Corpora lutea der Kuh, ferner im Blutsrum, in den Zellen des Fettgewebes der Säuger etc. sich findet. Dieses Lutein entfärbt sich am Licht, ebenso wie das Hämatochrom. BOLL (vgl. auch ANGELUCCI, Archiv f. Anat. u. Phys. 1878) hat wahrscheinlich zu machen gesucht, dass das gelbe Öl für die Erzeugung des Sehroths in den Stäbchen verwendet wird, dass aber bei den Wirbelthieren ohne Sehroth, bei denen in den Stäbchen Lutein vorhanden ist, das letztere direkt der Licht- und Farbenempfindung diene. Den letzteren Wirbelthieren würden sich die Wirbellosen etc. anschließen. Jedenfalls weisen die gleichen Reaktionen des Lutein und Hämatochrom, das Verhältniss des letzteren zum Chlorophyll auf nahe Beziehungen zwischen thierischen und pflanzlichen Farbstoffen hin.

2) STAHL in den Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg 1878; Bot. Ztg. 1880. Nr. 24; STRASBURGER, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen 1878.

3) Für Schwärmsporen nachgewiesen von STRASBURGER, l. c. S. 54.

4) ENGELMANN, Über Licht- und Farbenperception. PFLÜGER'S Archiv. Bd. XXIX. 1882. S. 395.

den Augenfleck als ein bei der Lichtempfindung mitwirkendes Organ anzusehen, wenn auch ein direkter Beweis noch nicht geliefert ist.¹⁾ Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass er besonders bei denjenigen niederen frei beweglichen Organismen vorhanden ist, bei denen wegen des Chlorophyllgehalts die Lichtempfindlichkeit eine große biologische Bedeutung hat, weil durch sie die Euglenen, Volvocineen, Schwärmsporen dem ihre Ernährung nothwendig mitbedingenden Agens zugetrieben werden. Innerhalb der Reihe der Euglenaceen verändert sich nun die Ernährungsweise, die unabhängig vom Lichte wird und in der Aufnahme in Wasser gelöster organischer Substanzen besteht. Das Chlorophyll schwindet; damit wird die biologische Bedeutung der Lichtempfindung unnöthig, und wir sehen nun in der That dieselbe sich wesentlich verringern, bei den chlorophyllfreien Euglenaceen den Augenfleck rudimentär werden und schließlich ganz verschwinden.

9. Die Chlorophyllträger.

Das Chlorophyll der Euglenaceen ist stets gebunden an geformte plasmatische Körper, die Chlorophyllträger, die EHRENBURG und PERTY bei manchen Arten gesehen haben, sie bald als Eier, bald als Blastien deutend. STEIN hat dieselben in einzelnen seiner Figuren gezeichnet. Nähere Angaben finden sich bisher nur bei SCHMITZ²⁾, welcher die Farbstoffträger von *Euglena viridis* und *oxyuris* untersucht hat. Nach ihm besitzen diese beiden Arten, wahrscheinlich alle der Gattung, ein oder zwei sternförmige Chlorophyllträger, jeder mit einem farblosen, kernartigen Gebilde, dem »Pyrenoid« versehen. Den sternförmigen Bau habe ich bei den von mir untersuchten Formen nicht beobachten können. Die meisten Euglenaceen besitzen runde, scheibenförmige Chlorophyllträger, so z. B. *Euglena acus* (Taf. III, Fig. 24), *spirogyra* (Fig. 43), *Ehrenbergii* (Taf. II, Fig. 2g), *oxyuris*³⁾ etc., sämtliche Arten von *Phacus*, *Trachelo-*

1) Es gibt eine Reihe Formen, die lichtempfindlich sind, ohne dass man bisher den Augenfleck hat nachweisen können, so z. B. die *Cryptomonaden*, *Peridinee*n, ferner auch farblose *Chytridiumzoosporen* (vgl. STRASBURGER, l. c. S. 42). Doch kann diese Erscheinung keinen Grund gegen die ausgesprochene Auffassung des Augenflecks abgeben; jedes Protoplasma besitzt eine gewisse Lichtempfindung, ebenso wie Kontraktilität, beide Eigenschaften sind natürlich ursprünglicher vorhanden, als die bei höheren Formen differenzirten besonderen Organe, Augen oder Muskeln. So gibt es Organismen von sehr energischer Kontraktionsfähigkeit ohne erkennbare Muskeln, ebenso auch lichtempfindliche ohne Augen.

2) SCHMITZ, Die Chromatophoren der Algen. Bonn 1883. S. 48—49. Fig. 49 und 20.

3) Die scheibenförmigen Chlorophyllträger der *Euglena oxyuris* sind so klar und deutlich, dass darüber kein Zweifel sein kann; ich weiß daher nicht, wie ich die Beobachtung von SCHMITZ, der zwei sternförmige, große Chlorophyllträger bei dieser Art beschreibt, deuten soll; vielleicht hat er eine andere Art als *oxyuris* untersucht, die Figur 20 ist zu schematisch gehalten, um über ihren Artcharakter urtheilen zu können.

monas und ebenso, worauf schon STEIN und SCHMITZ hinwiesen, auch Colacium. Bei einzelnen Arten sind die Chlorophyllträger bandförmig, so z. B. bei *Euglena deses*, bei welcher sie sehr wenig in die Länge gestreckt sind und in der peripherischen Schicht des Cytoplasmas liegen. Bei *Euglena sanguinea* (Taf. III, Fig. 20) strahlen die Chlorophyllbänder radienartig von der Peripherie nach dem Innern des Körpers, bei *Euglena pisciformis* finden sich 2—4 lange, fast in der Längsachse verlaufende Bänder (Taf. III, Fig. 42). Zahlreiche solcher Chlorophyllbänder verlaufen spiralg in dem peripherischen Cytoplasma von *Euglena viridis* (Taf. III, Fig. 2). Bei dieser Art tritt die Eigenthümlichkeit auf, dass in der Mitte des Körpers ein Haufen dicht gedrängter Paramylonkörner liegt, zu welchem die Chlorophyllträger sowohl ober- wie unterhalb hinstrahlen. SCHMITZ⁴⁾ behauptet, dass die Bänder mit dem in der Mitte des Paramylonhaufens befindlichen Cytoplasma zusammenhängen und mit ihm ein sternförmiges Chromatophor bilden. Davon habe ich mich nicht überzeugen können, dagegen gesehen, wie einzelne Bänder mit beiden Enden frei endigten. Am sichersten tritt aber die Richtigkeit meiner Ansicht bei der in Mistpfützen vorkommenden Form β *olivacea* von *Euglena viridis* hervor, die eine ganz entsprechende Anordnung der Chlorophyllbänder und ebenso den Haufen von Paramylonkörnern zeigt. Bei dieser Form aber beobachtet man bei vielen Exemplaren die Chlorophyllbänder zerschlitzt und gelappt, einzelne Lappen schnüren sich ab und bilden scheibenförmige Stücke. Man hat es auch, worauf ich später zurückkommen werde, in der Hand, die Chlorophyllbänder in runde Chlorophyllscheiben ohne bleibenden Schaden für die Euglenen selbst umzuwandeln. In der Mitte des Paramylonhaufens findet sich, wie SCHMITZ richtig angiebt, eine dichtere Masse des Cytoplasmas; ich kann sie aber nicht als Pyrenoid, sondern nur als eine Differenzirung des Paramylon bildenden Plasmas ansehen. Dieser Körnerhaufen befindet sich bei *Euglena viridis* β nicht selten im unteren Theile des Körpers; bei der Hauptform α habe ich mehrfach zwei gesehen, einen im oberen, den anderen im unteren Theile, unabhängig von der unveränderten Anordnung der Chlorophyllbänder.

Dagegen zeigen die Chlorophyllträger einzelner Arten von *Euglena*, ferner alle von *Trachelomonas* Pyrenoide, wie sie bei so vielen Algen von SCHMITZ genau beschrieben worden sind. Bei *Euglena velata* sind die Paramylonkerne, wie ich sie nennen will, am größten. In der Mitte jedes Chlorophyllbandes befindet sich eine scharf umschriebene farblose stark lichtbrechende Masse, die sich auf jeder Flächenseite des Trägers halbkugelig hervorwölbt. Mir schien stets der letztere selbst die Mitte dieser Masse zu durchsetzen, so dass sie also aus zwei durch ihn getrennten Theilen zusammengesetzt ist. Über jeder Halbkugel, dem Pyrenoid, liegt

4) SCHMITZ, l. c. S. 48, 44, 52.

eine dünne Schale homogener Paramylonsubstanz, fest mit ihren Rändern auf dem Chlorophyllträger sitzend (vgl. Taf. II, Fig. 7, schematischer Durchschnitt durch einen Chlorophyllträger, 7d Flächenansicht, 7e Paramylonschale). Das Pyrenoid färbt sich etwas intensiver, wie die Substanz des Chlorophyllträgers, und quillt auch stärker. Die Paramylonschale liegt nicht ganz direkt auf dem Pyrenoid, sondern es findet sich ein hell durchschimmernder Zwischenraum; doch weiß ich nicht, wodurch er gebildet wird.

Nach den Untersuchungen von SCHMITZ¹⁾ bestehen die Amylonkerne der Algen aus einem, dem Farbstoffträger eingelagerten Pyrenoid, das von einer hohlkugeligen Stärkehülle umschlossen wird. Diese befindet sich außerhalb des Pyrenoids im Innern der Grundsubstanz des Trägers, welche die hohlkugelige Schicht der Stärkekörnchen noch in dünner Lage innen auskleidet und so von dem Pyrenoid trennt. Hiernach unterscheiden sich die Paramylonkerne der Euglenen von den Amylonkernen der Algen besonders darin, dass auf jeder Seite des Chlorophyllträgers einander entsprechend Paramylonkerne liegen, dass ferner die Umhüllungsschale nicht aus Stärke, sondern aus Paramylon, und nicht aus einzelnen Körnchen besteht, sondern ein Stück bildet.

Die Paramylonkerne treten nicht bei allen Arten auf; bei *Euglena* dieses findet sich noch in jedem Chlorophyllträger ein Pyrenoid, aber es ist nackt, ohne Paramylonschale (Taf. II, Fig. 7ab), ähnlich wie nach SCHMITZ auch bei den Farbstoffträgern von Algen, z. B. Diatomeen, nackte Pyrenoide vorhanden sind. Bei zahlreichen Arten erscheinen die Chlorophyllträger homogen, so bei *Euglena Ehrenbergii*, *oxyuris*, *acus* etc., den *Phacus*arten. Wenn man aber Quellungsmittel anwendet, so quillt die Mitte am stärksten auf und es zeigt sich ein heller, farbloser Kreis, als wenn hier ein Pyrenoid, wenn auch schwach entwickelt, vorhanden wäre. Die Art der Quellung spricht aber noch für eine andere Differenzirung in der Substanz des Chlorophyllträgers. Bei allen Arten geht die Quellung in derselben Weise vor sich, indem radiale, meist etwas geschlängelte, dichtere Streifen zwischen der Peripherie und der stark gequollenen Mitte auftreten (Taf. II, Fig. 7ab), getrennt durch hellere Zwischenräume. ROSANOFF²⁾ hat zuerst eine solche Streifung bei den Chlorophyllträgern von *Bryopsis plumosa* beobachtet, und HOFMEISTER sie als ein Zeichen einer Differenzirung in Areolen verschiedener Dichtigkeit angesehen. SCHMITZ³⁾ hat die Streifung häufig bei absterbenden Farbstoffträgern gesehen, fasst sie aber nicht als den Ausdruck einer ursprünglichen Struktur auf. Die Streifung ist jedoch nicht direkt die Folge des Absterbens, sondern die einer Quellung; letztere

1) SCHMITZ, l. c. S. 56—57.

2) ROSANOFF in HOFMEISTER'S Pflanzenzelle. 4867. S. 369. Fig. 58.

3) SCHMITZ, l. c. S. 34.

braucht nicht nothwendig mit ersterer zusammen zu fallen. Es gelingt durch mechanischen Druck, der oft wie ein Quellungsmittel wirkt, die Streifung in den Chlorophyllträgern von *Euglena* dieses hervorzurufen, ohne dieselbe in ihrem Leben zu schädigen. Hat der Druck nicht zu stark gewirkt, so geht nach einigen Stunden, genau wie bei dem durch Druck aufgequollenen Cytoplasma oder Kern, die Quellung zurück, das normale Aussehen zeigt sich wieder. Diese sehr charakteristische Quellungsart der Chlorophyllträger spricht ohne Zweifel für eine Differenzirung ihrer Substanz in stärker und schwächer quellungsfähige radiale Streifen. Ob die nach Einwirkung von Pikrinsäure hervortretende feinnetzige Struktur, die SCHMITZ für Farbstoffkörper beschreibt, eine ursprüngliche, dem Leben eigene ist, könnte zweifelhafter sein.

Die Chlorophyllträger der Euglenen vermehren sich durch Theilung, die ich hier gleich besprechen will, weil es bisher nicht möglich war, einen zeitlichen Zusammenhang mit der Theilung der anderen Organe zu erkennen. Die Theilung verläuft im Wesentlichen, wie SCHMITZ¹⁾ sie sorgfältig für die Farbstoffträger vieler Algen beschrieben hat, sowohl durch allmähliche Einschnürung, häufiger durch eine scheinbar simultane, glatte Zerschneidung. Bei *Euglena* dieses beobachtete ich auch Theilungszustände des nackten Pyrenoids, in einigen Chlorophyllträgern war es lang gestreckt, in anderen, sonst noch ungetheilten waren zwei Pyrenoide dicht neben einander gelagert. Über die Theilung der beschalteten Pyrenoide habe ich leider keine Beobachtungen. Bei den Chlorophyllbändern von *Euglena viridis*, die gewöhnlich glatt oder nur wenig gelappt sind, sah ich an vielen frisch aus dem Freien gehaltenen Exemplaren einen Zerfall der Bänder in kleine unregelmäßig geformte Scheiben — wenigstens fanden sich alle möglichen Übergangsstadien.²⁾

Durch die Arbeit von SCHMITZ ist für die Algen, durch die von SCHIMPER³⁾ und MEYER⁴⁾ für die Phanerogamen die sehr interessante Thatsache nachgewiesen, dass in allen genau untersuchten Fällen die Farbstoffträger sich nicht Neubilden, sondern durch Theilung schon vorhandener entstehen. So weit meine Beobachtungen reichen, ist dasselbe für die grünen Euglenaceen der Fall.

Die Funktion der Chlorophyllträger der Euglenen ist dieselbe, wie bei allen grünen Pflanzenzellen; sie sind es, die durch die Wirkung des Lichtes veranlasst werden, Kohlensäure zu zersetzen und organische Substanz zu bilden. Dass diese Art der Ernährung vollkommen genügt, zeigt die Kul-

1) SCHMITZ, l. c. S. 90—95.

2) Dieser Vorgang würde der von SCHMITZ beschriebenen Vieltheilung der bandförmigen Chromatophoren bei Florideen entsprechen. (SCHMITZ, l. c. S. 402.)

3) SCHIMPER in Bot. Centralblatt. 1882. Bd. XII. Nr. 44; ausführliche Arbeit Bot. Ztg. 1883. Nr. 7—10.

4) A. MEYER in Bot. Centralblatt 1882. Bd. XII. Nr. 48.

tur der Euglenen. Wenn man auf ein ausgekochtes Stück Torf, das man mit einer gebräuchlichen Nährsalzlösung (z. B. der von SACHS angegebenen) getränkt hat, einige Exemplare der *Euglena viridis* bringt und der täglichen Beleuchtung aussetzt, assimiliren dieselben und vermehren sich sehr lebhaft, so dass nach wenigen Wochen der Torf von grüner Euglenenmasse bedeckt ist. Der Farbstoff selbst verhält sich wesentlich wie das Chlorophyll der Algen¹⁾, der Assimilationsprozess geht in der gleichen Weise vor sich.²⁾

Eine so wichtige Rolle nun auch die Chlorophyllträger als Ernährungsorgane spielen, so hängt die augenblickliche Existenz der Euglenen nicht von ihrem normalen Befinden unmittelbar ab. Die Chlorophyllträger stellen die empfindlichsten Organe der Euglene dar, welche immer zuerst unter der Ungunst äußerer Umstände leiden. Charakteristisch für alle in die Länge gestreckten Chlorophyllträger ist es, dass sie, sobald die äußeren Bedingungen sich in ungünstiger Weise verändern, scheibenförmig werden. Sie folgen dem Abrundungsstreben ihrer plasmatischen Substanz, in diesem Falle, wenn der Zusammenhang mit dem Cytoplasma gelockert ist. Kultivirt man *Euglena viridis* β ³⁾ in verdünnter Kochsalzlösung (0,5—1%), oder in Farbstoffen, wie Eosin, Methylgrün etc., so verschwindet bei den meisten Individuen die charakteristische Anordnung der Chlorophyllbänder; sie runden sich ab, liegen dicht nebeneinander in der Peripherie des Cytoplasmas, das gleichmäßig grün erscheint; ebenso schwindet auch die Ansammlung der Paramylonkörner. An verdünnte Salzlösungen kann die Euglene sich leicht anpassen, sodass nach einigen Tagen sie ihre frühere Struktur wieder erhält. In ähnlicher Weise wirken mechanischer Druck, längerer Aufenthalt bei Lichtabschluss.

Sehr deutlich treten die Gestaltsveränderungen bei den breiten Bändern der Euglena dieses auf, die sich bei Einwirkung sehr verschiedener Mittel, wie Druck, Hitze, Alkaloide, Salze, Farbstoffe abrunden und sich dabei zusammenziehen. Setzt man *Euglena* dieses höherer Temperatur aus, so schrumpfen die Chlorophyllträger schon bei 42—45°, sind aber noch nicht getödtet, da sie durch Abkühlung wieder normal werden; doch ster-

1) Doch fällt es bei der Lösung in Alkohol auf, dass die Chlorophyllträger zuerst grasgrün werden, sodass es scheint, als wenn etwas herausgelöst wird, bevor noch das eigentliche Chlorophyll sich löst. Am meisten tritt dieses Verhalten bei der olivenfarbigen Form von *Euglena viridis* hervor.

2) Vgl. besonders ENGELMANN, Farbe und Assimilation. Bot. Ztg. 1883. Nr. 4.

3) Für den Versuch muss man eine größere Menge Euglenen in Salzlösungen bringen; auf dem Objektträger ist die Wirkung zu ungleichmäßig. Auch im ersteren Falle ist das Verhalten nach den Individuen mannigfach verschieden und die Einwirkung der Salzlösung zeigt sich und verschwindet in sehr verschiedener Zeit. Schwieriger als bei der Form β tritt die Abrundung bei der *Euglena viridis* α hervor (vgl. über die beiden Formen den systematischen Theil); aber auch hier ist es mehrfach in unzweifelhafter Weise beobachtet worden.

ben sie am frühesten von allen Organen. Kultivirt man *Euglena* dieses in engen Glasröhren mit wenig Wasser, so werden die Chlorophyllträger zu dunkelgrünen, stark zusammengezogenen, glänzenden Massen, die allmählich absterben, indem sie missfarbig werden und noch stärker einschrumpfen, während die *Euglene* selbst sich noch lebhaft bewegen kann. Sowohl in diesem Falle, wie überhaupt dann, wenn die Assimilation sehr beeinträchtigt ist, treten mit der Degeneration der Chlorophyllträger rothe, ölartige Massen in dem Cytoplasma auf; es sieht so aus, als ob mehrere Augenflecke entstanden wären. Jedoch haben diese ölartigen Tropfen nichts damit zu thun, sie scheinen auch keine Beziehung zu dem Hämatochrom zu haben.¹⁾ Es finden sich diese Degenerationsprodukte des Chlorophylls in *Euglenen*, die in nährsalzarmem Wasser, in indifferenten Farbstofflösungen, wie Indigkarmin, Nigrosin, im Dunkeln kultivirt werden. (Auf Taf. III, Fig. 7 ist eine *Euglena viridis* abgebildet, die 5 Tage zur Sommerzeit im Dunkeln zugebracht hat, *r* das rothe Öl.) Ebenso zeigt sich das rothe Öl in *Euglenen*, die von Chytridien befallen worden sind, durch welche zuerst die Chlorophyllträger zerstört werden. Man beobachtet fast farblos gewordene *Euglenen* mit eingestreutem, rothem Öl, die sich aber noch lange fortbewegen, bis die Chytridiumzoosporen die Membran durchbrechen.

Die in dem Vorhergehenden dargelegte große Empfindlichkeit der Chlorophyllträger, die gewisse Unabhängigkeit der anderen Organe von deren Wohlbefinden oder deren Kränklichkeit erklärt, wie bei vielen *Euglenen* die Chlorophyllträger ganz degeneriren und verschwinden können, so dass chlorophyllfreie, saprophytisch sich ernährende Formen sich allmählich herausbilden; von ihnen wird später noch die Rede sein.

40. Das Paramylon.

Das Paramylon ist ein nie fehlendes Produkt des Stoffwechsels, welches sich aber je nach den äußeren Bedingungen in sehr verschiedener Menge findet. Einzelne der besonders ausgebildeten Körner des Paramylon hat EHRENBURG²⁾ gesehen, sie theils als Eier, theils als Drüsen deutend. FOCKE³⁾ erwähnt zuerst den Namen Paramylon. CARTER⁴⁾ beschreibt dasselbe in einzelnen Fällen als geschichtet, sieht aber die Körner als Geschlechtsorgane an. STEIN⁵⁾ hat die besonders geformten Körner richtig

1) Sie zeigen nicht die charakteristische Blaufärbung durch Jod, welches sie nur dunkelbraun färbt; eine nähere Untersuchung ist nicht vorgenommen worden.

2) EHRENBURG, l. c. S. 405.

3) FOCKE, Phys. Studien. Heft II. 1854. S. 13 u. 15. Nach COHN (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III. 1867. S. 25) soll GOTTLIEB Paramylon in den grünen *Euglenen* zuerst konstirt haben; er citirt aber keine Arbeit dabei; mir ist sowohl der Name des Verfassers wie seine etwaige Abhandlung nicht bekannt. STEIN erwähnt ihn auch nicht.

4) CARTER in Ann. and. Mag. of Nat. Hist. 1856. Vol. XVIII, p. 223, 235.

5) STEIN III. 1. Vgl. Taf. XIX—XXI. S. 446.

abgebildet, und bezeichnet das Paramylon als eine der Stärke ähnliche Substanz, ohne nähere Untersuchung. SCHMITZ¹⁾ bringt dasselbe ebenfalls in nächste Beziehung zur Stärke; doch sind nach ihm die Körner des Paramylon ungeschichtet, wenn auch in ihrer Mitte mit deutlich geringerer Dichte. Die großen Paramylonkörner, die STEIN bei *Euglena oxyuris* gezeichnet hat, sollen nach SCHMITZ Pyrenoide mit Pseudo-Paramylonherden sein.

Das Paramylon ist eine durch ihre mikrochemischen Reaktionen wie ihr physikalisches Verhalten wohl charakterisirte, von Stärke leicht zu unterscheidende Substanz, die stets, wie diese, in bestimmter Weise geformt und meist geschichtet erscheint. Das Paramylon tritt in sehr verschiedenen Größen auf, die Gestalt wechselt ebenfalls, alle Übergänge finden sich von einer kreisrunden bis zu einer schmal cylindrischen Form; meist sind die Körner abgeflacht, bisweilen dünn scheibenförmig. Bei einzelnen Arten kommen neben zahlreichen kleineren Körnern einige wenige, bedeutend größere vor, die dann oft eine für die Species sehr charakteristische Gestalt haben. So findet sich regelmäßig bei *Euglena spirogyra*²⁾ ober- und unterhalb des in der Körpermitte liegenden Kerns je ein großes, ringförmiges, aber dabei in die Länge gestrecktes Paramylonkorn, ebenso bei *Euglena oxyuris*.³⁾ Bei *Euglena acus* (Taf. II, Fig. 10, Taf. III, Fig. 24), *intermedia* (Taf. III, Fig. 4) sind die großen Paramylonkörner stabförmig. Besonders lange, oft hin und her gebogene oder knieförmig gekrümmte Stäbe liegen in dem Cytoplasma der *Euglena Ehrenbergii*. Bei *Phacus*arten walten große, rund scheibenförmige Körner vor (vgl. Taf. III, Fig. 5 und 6).

In dem chemischen Verhalten zeichnet sich das Paramylon durch seine große Widerstandsfähigkeit aus; gegenüber Salzsäure, organischen Säuren ist es indifferent, ebenso gegen Wasser, Alkohol, Äther; Salpetersäure, konzentrirte Chromsäure greifen es nur schwer und langsam an. Dagegen löst es sich leicht in Kali und Schwefelsäure; von ersterem genügt eine 60/ige Lösung, letztere muss sehr konzentriert sein (80 Volumtheile engl. Schwefelsäure auf 100 Theile Wasser). Jod, Chlorzinkjod färben Paramylon nicht, wie schon FOCKE⁴⁾ fand, ebenso wenig organische Farbstoffe. Während Stärke in Wasser, verdünnten Alkalien sehr stark aufquillt, ohne sich darin zu lösen, quillt Paramylon nur in seinen Lösungsmitteln und das

1) SCHMITZ, Chromatoph. S. 156—158.

2) Vgl. STEIN III. 4. Taf. XX, Fig. 6—9.

3) STEIN III. 4. Taf. XX, Fig. 4. Die Deutung von STEIN, nach der diese ringförmigen Körper aus Paramylon bestehen, ist richtig; SCHMITZ behauptet, dass es Pyrenoide mit Pseudo-Paramylonherden sind (Chrom. S. 158); ein einfaches Zerdrücken der *Euglena* genügt, nachzuweisen, dass jedes ein isolirtes großes zusammenhängendes Korn darstellt, keine Herde kleinerer Körnchen. Doch zerfallen diese großen Körner nicht in kleinere, wie STEIN behauptet, sie werden für sich allmählich aufgelöst.

4) FOCKE, Phys. Stud. S. 15. Bisweilen färben sich einige Körner durch Jod schwach gelb; die näheren Umstände sind mir nicht bekannt.

Charakteristische dabei ist, dass Quellung und Lösung fast zusammenfallen. In 5%iger Kalilösung bleiben die Paramylonkörner unverändert, in 6%iger quellen sie stark, sich sofort auflösend. Bei konzentrierteren Kalilösungen geht die Auflösung so schnell vor sich, dass eine Quellung gar nicht bemerkt wird. Ähnlich verhält sich das Paramylon gegen Schwefelsäure.

Bei der Quellung tritt die innere Struktur der Paramylonkörner deutlich hervor. Alle Körner zeigen, wie SCHMITZ hervorgehoben hat, einen weniger dichten, zentralen Theil; sie zeigen aber, was SCHMITZ verneint, konzentrische Schichtung. Bei den großen, abgeflacht cylindrischen oder scheibenförmigen Körnern ist diese Schichtung ohne Anwendung von Reagentien sichtbar (Vorderansicht Taf. II, Fig. 8 a, c, d). In der Seiten- und Scheitelansicht findet man den Cylinder aus parallel aneinander liegenden Platten gebildet. Man muss sich darnach vorstellen, dass ein solches Korn aus einer Anzahl dünner, flach aufeinander liegender Platten besteht, die selbst aus konzentrischen Ringen zusammengesetzt sind. Von der Peripherie nach dem Centrum nimmt in den Ringen aller Platten der Substanzgehalt ab, der Wassergehalt zu. Lässt man quellen, am besten in konzentrierter Schwefelsäure, weil sie langsamer wirkt, als Kali, so quellen die zentralen Ringe sämtlicher Platten am stärksten auf und wölben sich oft stark vor, während die peripherischen Theile noch unverändert sind. Durch die Quellung wird die Schichtung in den allermeisten Körnern, selbst den kleinen, sichtbar. Sehr bald tritt dann die Lösung ein, und zwar immer von innen nach außen, genau dem Gange der Quellung folgend. Bei der letzten Auflösung zeigt sich an den großen Körnern noch eine dritte Differenzirung. Die Ringe, welche die Platten bilden, bestehen selbst wieder aus mehr und weniger dichten Stellen; indem aus letzteren zuerst Substanz sich löst, bekommen die Ringe die Struktur, wie sie auf Taf. II, Fig. 8 e abgebildet ist.

Auch durch mechanischen Druck wird, wie bei Stärke¹⁾, bei den größeren Paramylonkörnern die Schichtung deutlicher; dabei treten häufig Risse ein und zwar bei den rund scheibenförmigen stets radial. Der Riss klafft stark nach außen auf (Taf. II, Fig. 8 d), ein Beweis, dass durch alle Platten die Schichten gegeneinander gespannt sind, und zwar in der Weise, dass von der Mitte gegen die Peripherie hin im Verhältniss der zunehmenden Dichte immer stärker die Schichten positiv gespannt sind. Die näheren Ursachen der Schichtung sind nicht untersucht worden.

Über die Entstehung des Paramylon, wie über seine Auflösung im Körper der Euglenen liegen keine genaueren Untersuchungen vor. Doch so viel lässt sich sicher sagen, dass die Paramylonkörner im Cytoplasma entstehen, nicht, wie die Stärkekörner, in direkter Abhängigkeit der Chloro-

1) Vgl. NÄGELI und SCHWENDENER, das Mikroskop. 2. Aufl. S. 433; SCHIMPER in Bot. Ztg. 4881. S. 493.

phyllträger resp. Stärkebildner SCHIMPER's; SCHMITZ¹⁾ hat schon darauf hingewiesen. Nur die Paramylonkörner der Pyrenoide der Chlorophyllträger hängen mit diesen zusammen, wenn sie auch außerhalb derselben liegen. Bei *Euglena viridis* findet sich, was schon erwähnt, eine Differenzirung des paramylonbildenden Cytoplasmas als eine dichtere Masse von noch nicht bestimmt abgegrenzter Form in der Mitte des Paramylonhaufens, der im normalen Leben dieser Art sich im Körper findet. SCHMITZ betrachtet ihn als Pyrenoid mit Pseudo-Paramylonherd.

Während die kleineren Paramylonkörner je nach den Umständen aufgelöst und wieder neugebildet werden, bleiben die großen von *Euglena spirogyra*, *oxyuris* sehr konstant vorhanden, sodass man annehmen möchte, dass an ein und demselben Korn Lösung von Paramylonsubstanz und Neubildung derselben beständig vor sich gehe. Viele dieser Körner, so besonders bei den eben genannten Arten, sind in der Mitte wie ausgehöhlt; an frei herauspräparirten hat sich keine besondere Substanz in dieser Höhlung nachweisen lassen. Dass in der That dieselbe ausgefüllt wird, die Paramylonkörner in ihrem Innern wachsen, zeigt sich bei dem Übergange der *Euglena spirogyra* in den Dauerzustand. In 0,4%iger Strychninlösung z. B. vegetirt diese Art wochenlang, bildet dabei kolossale Massen von Paramylon; schon in den ersten Tagen waren ihre großen, ringförmigen Paramylonkörner zu anscheinend homogenen Cylindern ausgefüllt. Bei der Theilung der *Euglena spirogyra* bekommt jede Tochterzelle ein großes Paramylonkorn mit, das andere muss sie sich selbst bilden. Auf welche Weise es zu stande kommt, dass von den zahlreich vorhandenen kleinen Körnern eines an der bestimmten Stelle heranwächst, ist unbekannt.

Unerklärt ist auch das Wachsthum der Paramylonkerne, die stets vorhanden sind und von denen doch auch anzunehmen ist, dass sie eine Rolle im Stoffwechsel spielen. Bei dem Übergange der *Euglena velata* in den Dauerzustand lagert sich auf der Innenseite der Paramylonschale, die dem Pyrenoid aufliegt, neue Paramylonsubstanz zwischen beide.

Das Paramylon hat für die Lebensprozesse der Euglenen eine ähnliche Bedeutung, wie die Stärke für so viele Pflanzenzellen. Doch lässt sich nicht, wie für die letztere, die direkte Abhängigkeit von der Assimilation so klar darlegen. Wie SACHS²⁾ besonders gezeigt hat, lassen sich grüne Pflanzenzellen vollkommen stärkefrei machen, wenn man sie im Dunkeln kultivirt; dasselbe³⁾ erreicht man bei der Kultur in kohlenstofffreier Luft. Diese Versuche gelingen nicht so glatt bezüglich des Paramylons. Ganz frei davon habe ich kaum eine Euglene gesehen. Doch wechselt die Quantität außerordentlich nach den äußeren Bedingungen. Nur wenige Körnchen

1) SCHMITZ, Chromat. S. 157.

2) SACHS in Bot. Ztg. 1864. Nr. 38.

3) GODLEWSKI, Flora 1873. S. 382; PFEFFER, Monatsber. d. Berl. Akad. 1873. S. 784 (citirt nach PFEFFER, Pflanzenphys. I. S. 494).

finden sich in Individuen der *Euglena* dieses, die einige Tage in engen Glasröhren mit wenig Wasser zugebracht hatten, relativ sehr wenig Paramylon war bei *Euglena viridis*, die während des Sommers 5 Tage lang im Dunkeln gelebt hatte. Im normalen Leben richtet sich die Masse des Paramylons nach dem Verhältniss von Ernährung zum Verbrauch. Im Sommer bei intensivem Licht, hoher Temperatur und sonstigen guten Bedingungen ist die Bewegung sehr lebhaft, damit ein starker Verbrauch von Nahrung verbunden, in dem Cytoplasma speichert sich nur wenig Paramylon auf. In schönen Kulturen in Nährsalzlösungen erhält man lichtgrüne, zart durchsichtige Euglenen in sehr lebhafter Bewegung. Bei längeren und bei schlechten Zimmerkulturen hört die Bewegung bald auf, die Ernährung geht aber noch kräftig vor sich, Paramylon wird in großer Menge gebildet. In den Dauerzuständen ist das Cytoplasma dicht von großen Körnern erfüllt. Sobald diese ruhenden Euglenen unter günstige Bedingungen gebracht werden, erwachen sie zu kräftigem Leben und starker Bewegung, die größere Masse des Paramylons wird in den ersten Tagen aufgelöst.

In Form von Paramylon speichern sich also im Körper der Euglenen die durch die Assimilation gewonnenen Nährstoffe auf, und zwar je nach der Intensität der Lebensbewegungen in sehr wechselnder Menge.

41. Sonstige Inhaltsbestandtheile der Euglenen.

In dem Cytoplasma mancher Euglenen finden sich noch einige Substanzen, die, zum Theil nur auf wenige Arten beschränkt, im Allgemeinen noch wenig untersucht sind. Zu bemerken ist, dass die Euglenen sehr arm an farblosem Öl sind, welches oft in so großer Menge in Algenzellen vorkommt. Euglenen in lebhafter Bewegung enthalten nur selten eine ölartige Substanz, d. h. eine solche, die in Alkohol löslich ist, durch Osmiumsäure geschwärzt wird. Deutlicher beobachtet man dieselbe in den Dauerzuständen der Euglenen.

Ein eigenthümlicher Bestandtheil, der den meisten Arten zuzukommen scheint, in manchen, wie z. B. *Euglena Ehrenbergii*, in großer Menge auftritt, zeigt sich in Form sehr kleiner, bläulich lichtbrechender Scheibchen, die unverändert bleiben in konzentrirter Essigsäure, Kali, sehr durchsichtig in Schwefelsäure werden, aber auch nach 24 Stunden in derselben nicht verschwinden. Sie färben sich nicht deutlich mit Jod. Die Natur und Funktion dieser Gebilde ist unbekannt.

Eine sehr auffallende Erscheinung ist das Auftreten von Hämatochrom in entsprechender Weise, wie bei *Chlamydococcus pluvialis*. Bei einer *Euglene* erscheint das Pigment bisweilen in so großer Menge, dass roth gefärbte Individuen zu stande kommen. Diese *Euglena sanguinea* Ehrbg., die man später für eine Varietät der *viridis* gehalten hat, bildet eine selbstständige Art, die, nur grün gefärbt, in unsern Gewässern sehr häufig ist. Von der grünen Form unterscheidet sich die rothe nur darin, dass in ihrem

Cytoplasma neben den stets vorhandenen Chlorophyllträgern zahllose kleine Tröpfchen von Hämatochrom¹⁾ eingelagert sind. Je nach der Menge desselben im Verhältniss zum Chlorophyll entstehen mannigfache Übergänge der Körperfarbe von Roth in Grün. *Euglena sanguinea* ist als grüne Form sehr verbreitet, ihre rothe Form dagegen verhältnissmäßig selten, aber häufig konstant an ein und derselben Lokalität. Welche besondere Umstände die lebhaftere Bildung von Hämatochrom bedingen, ist unbekannt. Bei keiner anderen Art ist eine ähnliche Rothfärbung beobachtet worden.²⁾

Bei anderen Individuen der *Euglena sanguinea* fanden sich im Cytoplasma zahlreiche kleine Krystalle in Form oblonger bis quadratischer Täfelchen, unlöslich in Essigsäure, Salz-, Schwefelsäure, ferner in Kali. Näheres ist nicht bekannt.

42. Die Hüllenbildungen.

Einige der Euglenen, hauptsächlich diejenigen, welche eine hoch ausgebildete Membran besitzen, wie *Euglena spirogyra*, bilden zu keiner Zeit ihres Lebens besondere Hüllen. Die Mehrzahl der Arten dagegen umgibt sich unter bestimmten äußeren Verhältnissen, ferner vor der Theilung mit einer Hülle zum Schutz gegen die Außenwelt; andere, wie die *Trachelomonas*arten, tragen sich die längste Zeit ihres Lebens mit einer solchen Hülle herum. Die Hüllenbildungen zeigen sich in mannigfachster Weise; es gibt alle Übergänge von einer weichen, schleimigen, unbestimmt geformten Schleimhülle bis zu einer scharf umschriebenen dünnen Hauthülle, bis zu einer festen, spröden, meist besonders verzierten Panzerhülle.

Die Entstehung einer solchen Hülle lässt sich bei einigen Arten genauer verfolgen. *Euglena velata* ist eine große, dick eiförmige Art mit bandförmigen Chlorophyllträgern und großen Paramylonkernen in denselben. Fixirt man in Bewegung befindliche Individuen mit Osmiumsäure, fügt dann Karminsäure hinzu, so erscheinen die meisten mit einer intensiv roth gefärbten Hülle umgeben, die in einzelnen Fällen ein grobmaschiges Gewebe aus rothen Fäden darstellt, in anderen zum Theil eine homogene Masse bildet. Man findet schließlich Exemplare, auf deren Membran isolirte rothe Fäden ansitzen. Bringt man die Euglenen in verdünnte Karminsäure, so sieht man um die grünen lebendigen Wesen sofort die rothe Schleimhülle auftreten, die sie aber bald verlassen. Bei anderen beobachtet man direkt

1) COHN hat zuerst auf die Gleichheit der Jodreaktion von dem Pigment des Augenflecks und dem Farbstoff der *Euglena sanguinea* aufmerksam gemacht, in *Nova Act. Leop. T. XXII. 2. 1850. S. 732—733*; ferner in *Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III. 1867. S. 44.*

2) Die Angabe von MORREN (in *AG. et CH. MORREN, Recherches sur la rubéfaction des eaux etc. Bruxelles 1844. S. 79*), dass auch *Trachelomonas* roth gefärbt vorkommt, beruht auf einer Verwechslung mit *Chlamydococcus pluvialis*, wie aus seinen Zeichnungen und seiner Beschreibung hervorgeht.

die Entstehung derselben, indem im Moment der Berührung mit der Farbstofflösung die Euglenen zusammensucken, sich hin und her krümmen, und indem darauf an der Peripherie ihres Körpers sofort roth sich färbende fadenartige Bildungen hervorstrahlen, von den mannigfachsten Gestalten, bald hörnchenartig oder schnallenartig, in verschiedener Weise gekrümmt. Indem die Schleimfäden miteinander unter starker Wasseraufnahme verschmelzen, bilden sie ein weiter oder enger maschiges Netz, schließlich eine geschlossene Schleimhülle.

Zu der Bildung einer solchen kann man die *Euglena velata* durch sehr verschiedene Mittel zwingen, es kommt nur darauf an, die äußeren Bedingungen ungünstig zu gestalten, sei es durch Wassermangel, Salz- oder Farbstofflösungen. Hat die Euglene soeben eine Schleimhülle gebildet, kann sie sogleich eine zweite entstehen lassen; doch wird diese nur locker und ärmlich aus Mangel an sezernirter Substanz. Die Schleimfäden gehen aus dem peripherischen Cytoplasma hervor und werden durch die Membran nach außen befördert. Wenn man eine *Euglena velata* unter dem Deckglas platt drückt, dann Karminsäure hinzusetzt, so treten aus der Membran die rothen Fäden hervor; behandelt man dann mit Alkohol, so kann man dieselben bis zum Cytoplasma verfolgen (vgl. Taf. II, Fig. 9). Man beobachtet, wie sie mit besonderen, intensiv rothen, kugligen Stellen des peripherischen Cytoplasmas zusammenhängen, welches selbst nur zart rosa gefärbt ist, während die Membran farblos erscheint.

Die Fäden erscheinen, wenn sie soeben gebildet sind, nicht homogen, sondern im Innern weniger dicht, als an der Peripherie, und machen den Eindruck von Schläuchen. Ihre Substanz ist stark quellungsfähig, verliert aber nach Behandlung mit Alkohol diese Eigenschaft in sehr hohem Grade. Die Schleimhaut zeichnet sich durch ihre enorme Farbstoffeinlagerung aus, besonders hinsichtlich von Karminpräparaten; aber auch Nigrosin, Indigkarmin nimmt sie sehr lebhaft auf, dagegen nicht Methylgrün. In Jod wird die Hülle dunkelbraungelb.

Eine verwandte *Euglena*art, *sanguinea* (Taf. III, Fig. 20), erscheint ebenfalls in den meisten Fällen mit einer Schleimhülle umgeben, wenn man sie mit Osmiumsäure tödtet und dann Methylgrün hinzusetzt oder direkt in letzteres bringt. Dieser Farbstoff wird von der Hüllsubstanz sehr stark aufgespeichert, wobei sie eine dunkelindigblaue Färbung annimmt. Die Hülle entsteht durch Ausscheidung zarter Fäden, die bei dieser Art sehr schnell zu einer anscheinend homogenen dicken Schleimmasse verquellen, die erst nach Alkoholbehandlung als ein feines Netzwerk sich zeigt. Bei einer ganz platt gedrückten *Euglena sanguinea*, deren Fähigkeit der Sekretion erschöpft war, gelang es, während sie sich noch krümmte, dicht unter der Membran rundliche Körper durch Methylgrün zu färben; sie entsprachen wohl den Bildungsstätten der Schleimfäden. Die Substanz der Hülle verhält sich wie die von *Euglena velata*, zeichnet sich aber da-

durch aus, dass sie sich nicht mit Karmin färbt; dagegen nimmt sie Fuchsin sehr lebhaft auf.

Die meisten Arten der Gattung *Euglena* lassen sich nicht momentan zu der Bildung einer Schleimhülle veranlassen, wie bei den bisher genannten. Doch sowohl bei dem Übergang in den Dauerzustand wie für die Theilung wird eine ähnliche Hülle von den Euglenen hervorgebracht. Wenn man auch nicht die Entstehung so direkt verfolgen kann, wie bei *Euglena velata* und *sanguinea*, so spricht alles dafür, dass die Hülle in gleicher Weise gebildet wird. Das Wesentliche dabei ist, dass die Membran stets scharf nach außen wie innen begrenzt und unverändert bleibt, dass von ihr selbst niemals die Bildung der Hülle ausgeht, sondern von dem Cytoplasma, welches durch die Membran die hüllenbildende Substanz ausscheidet. Diese Entstehungsweise durch Sekretion ist auch bis auf die neuere Zeit für die meisten Hüllenbildungen im Thier- und Pflanzenreich angenommen worden. Die Hüllen vieler Euglenen haben die Eigenschaft, Methylgrün aufzunehmen, aber in sehr verschiedenem Grade. In ähnlich intensiver Weise, wie bei *Euglena sanguinea* färbte sich die Schleimhülle einer *Phacus pleuronectes*-Form, die an einer Lokalität aus unbekanntem Gründen sich damit umgeben hatte, während die meisten *Phacus*-arten niemals eine solche bilden. Die Schleimhülle bestand aus dicht neben einander liegenden, radienförmig gegen den Körper des *Phacus* strahlenden Fäden, die durch Methylgrün dunkelblau gefärbt waren. Sehr schwach färbt sich die sehr lockere Hülle von *Euglena deses*, ebenso auch die von *Euglena viridis*. Diese Art ist eine der wenigen, bei der die Hülle bisher beobachtet war, welche sowohl¹⁾ mit der Cystenwand der Infusorien, als auch²⁾ mit den Zellhäuten der Algen, speziell Palmellaceen verglichen wurde. *Euglena viridis* bildet verschiedenen erscheinende Hüllen, je nach den äußeren Bedingungen. Geht sie aus ihrer Bewegung in Ruhe über, so scheidet sie eine zarte, dünne Haut aus, die bald, sei es nach der Theilung oder dem Hinauskriechen, verquillt, so dass bei den meist zahlreich nebeneinander vorkommenden Euglenen eine zusammenhängende, palmellaartige Masse zu stande kommt. Kultivirt man *Euglena viridis* in stärkeren Salzlösungen (z. B. 3—5⁰/₀ Salpeter), so werden in der ersten Zeit sehr feste Hauthüllen gebildet, die sich wochenlang erhalten. Lässt man dagegen die Euglenen in feuchter Luft auf Torf wachsen, so werden vorzugsweise formlose Schleimhüllen ausgeschieden. Bei dem Übergange in den Dauerzustand entstehen dicke Schleimhüllen, die oft sehr deutlich aus zahlreichen konzentrisch geschichteten Lamellen bestehen, wie bei *Gloeocystis* (Taf. III, Fig. 10). An manchen Lokalitäten lagert sich in der Hülle einiger, der *viridis* nah verwandter Formen Eisenoxydhydrat ein, sodass sie gelb gefärbt erscheinen.

1) Vgl. COHN in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. 1853. S. 274; STEIN, Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklung untersucht. Leipzig 1854. S. 6.

2) Vgl. CIENKOWSKI, Bot. Ztg. 1865. S. 24—25.

Die höchste Ausbildung erlangt die Hülle bei der Gattung *Trachelomonas*. Die Arten derselben sind während des größten Theils ihres Lebens mit einer festen, spröden Hülle umgeben, mit der sie sich auch bewegen (Taf. II, Fig. 19, 20). EHRENBURG¹⁾ nannte dieselbe einen Panzer, COHN²⁾ bezeichnet sie als Gehäuse, STEIN³⁾ als Hülse und trennt sie scharf von der Cyste, worin ich ihm nicht beistimmen kann, weil beides wesentlich dasselbe ist. Diese Panzerhülle umgibt locker die in ihr sitzende Euglene, ist sehr fest, in den verschiedensten Tönen gelb bis fast schwarz gefärbt und ringsum geschlossen, bis auf eine Öffnung für den Austritt der Cilie. Wenn man die Hülle von *Trachelomonas* drückt, so zerbricht sie in einzelne Stücke. Diese Sprödigkeit, ebenso wie die Färbung, beruht auf der Einlagerung von Eisenoxydhydrat.⁴⁾ Entfernt man dasselbe durch verdünnte Salzsäure, so bleibt eine dünne, weiche, quellbare Haut zurück, die sich ähnlich verhält, wie die Hülle der *Euglena viridis*. Die eben durch Theilung entstandenen Individuen sind nur von ihrer spiralig gestreiften Membran umgeben; während ihrer Bewegung scheiden sie eine zuerst weiche, farblose Hülle aus, die allmählich zu dem spröden Panzer sich ausbildet, der bei manchen Arten mit Stacheln und Höckern verziert ist.

Bei der Gattung *Ascoglena* Stein⁵⁾ sitzt der euglenaartige Organismus in einer geschlossenen, unbeweglichen Hülle, welche auf dieselbe Weise entsteht, wie die der *Trachelomonas*arten, und wie diese durch eine Eisenverbindung gelb gefärbt ist. Doch bleibt das vorderste Ende farblos und weich; hier dringt nach der Theilung die Euglene ins Freie.

Die Gattung *Colacium*⁶⁾ Ehrbg. zeichnet sich dadurch aus, dass sie auf Gallertstielen festsitzt; genauere Untersuchungen fehlen bisher.

Aus den vorliegenden Beobachtungen ergibt sich, dass die Hüllenbildungen der Euglenen, so verschieden sie auch erscheinen mögen, ob als Schleim-, Haut- oder Panzerhüllen, auf die gleiche Weise entstehen, durch Sekretion einer bestimmten Substanz von dem Cytoplasma aus durch die unverändert bleibende Membran. Die Substanz selbst ist quellbar in Säuren wie Alkalien, in beiden unlöslich, ebenso wie in Pepsin, zeigt keine Cellulosereaktionen, verhält sich Farbstoffen gegenüber sehr verschieden.

Die unverkennbare Ähnlichkeit der Hülle von *Euglena viridis* etc. mit den Cellulosehäuten resp. den daraus hervorgehenden Schleimhüllen von

1) EHRENBURG, Inf.

2) COHN.

3) STEIN III. 4. S. 105.

4) COHN in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. 1853. S. 276 spricht von einer Kiesel-schale der *Trachelomonas*; doch gibt er Genaueres nicht an; vielleicht stützt er sich nur auf die irrhümliche Angabe PERTY's (Lebensf. 1852. S. 84).

5) STEIN III. 4. Taf. XXI. Fig. 35—36; in den Zeichnungen sind die Hüllen alle offen, was nur nach der Theilung der Fall ist.

6) STEIN III. 4. Taf. XXI. Fig. 17—31.

Volvocineen, Palmellaceen ist von CIENKOWSKI¹⁾ und HOFMEISTER hervorgehoben und als Grund für die Algennatur der Euglenen angeführt worden. Nach den neueren Angaben von SCHMITZ²⁾ und STRASBURGER entstehen aber die Cellulosehäute durch Erhärtung resp. Metamorphose der peripherischen Plasmaschicht, und der letztere Forscher spricht sich dahin aus, dass auch die thierischen Zellhäute auf diese Weise gebildet würden. Darnach würde ein wesentlicher Unterschied in der Bildung der Hülle zwischen Euglenen und niederen Algen bestehen. Doch gestatten die bisher vorliegenden Angaben noch nicht die allgemeine Annahme einer Erhärtung; es liegt noch kein zwingender Grund vor, die Hautsekretion auszuschließen bei Pflanzenzellen.³⁾ Bei der Cystenbildung der Infusorien sprechen die Beobachtungen ebenfalls für Sekretion gegen die Hypothese STRASBURGER'S. Denn wie COHN⁴⁾ zeigte, bleibt die äußerste Schicht des Infusors, das im Begriff ist, sich mit einer Hülle zu umgeben, sei es zum Schutz gegen die Außenwelt oder zum Zwecke der Theilung, unverändert; das Thier rotirt auf einer Stelle und scheidet, während seine Wimpern noch schwingen, eine glashelle Haut aus.⁵⁾

1) CIENKOWSKI, Bot. Ztg. 1865. S. 24. HOFMEISTER, Pflanzenzelle. S. 29.

2) SCHMITZ in Sitzungsber. d. niederrh. Ges. Bonn 1880. STRASBURGER, Über den Bau und das Wachstum der Zellhäute. Jena 1882.

3) So interessant und wichtig die Beobachtungen von SCHMITZ und besonders von STRASBURGER in seinem Werke über Zellhautwachstum sind, so scheint mir jedoch aus ihnen nicht mit Gewissheit hervorzugehen, dass die Mikrosomen, durch deren Verschmelzung die Zellhaut entsteht, direkte Bestandtheile der äußersten Protoplasmaschicht sind. Sie könnten ebenso gut Ausscheidungen sein, deren chemische Natur schon nahe der Cellulose verwandt ist. Denn die Färbung mit Jod und Hämatoxylin dürfte für sich allein keinen Beweis für die Eiweißnatur abgeben.

4) COHN in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. 1853. S. 268.

5) Hinweisen möchte ich hier noch auf die auffallende Ähnlichkeit der Trichocysten vieler Infusorien mit den Schleimfäden der Euglena velata. Man hat sie theils als Tastkörperchen (STEIN, Org. II. S. 40), theils als Nesselorgane (ALLMAN, Quarterly Journ. of microsc. Soc. 1855. No. XI. S. 177, CLAPARÈDE et LACHMANN, Études. I. S. 24) angesehen. Die Infusorien entlassen ihre Trichocysten in Folge äußerer Reize; man kann sie zwingen dazu durch Druck, Wassermangel, Elektrizität etc. (vgl. WRZESNIEWSKI in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. V. 1869). Wenn man Paramecium Bursaria in verdünnte Karminsäure bringt, wird das Thier sehr unruhig und bald schießen die Trichocysten hervor, sich zu langen Fäden verlängernd, die sich sogleich roth färben. Dabei zuckt es zusammen, genau wie auch Euglena velata bei der Ausscheidung ihrer Schleimfäden. Man sieht dann das grüne Thier mit der rothen Hülle herumlaufen, sie aber bald verlassen, um an anderer Stelle bisweilen eine neue Hülle zu bilden, wenn noch Substanz vorrätig ist. Die Trichocysten bilden aber nicht, wie die Schleimfäden der Euglene, eine geschlossene Hülle. Mir scheinen die Trichocysten ein Schutzorgan der Infusorien in dem Sinne zu sein, dass sie sich in dringender Lebensgefahr mit einer Hülle umgeben, die besonders von Bedeutung wird bei dem Angriff durch andere Thiere, und die bei ihrer momentanen Bildung einen großen Vortheil vor der relativ sehr langsam vor sich gehenden Encystirung darbietet.

13. Die Theilung.

Die erste Theilung einer Euglene erwähnt EHRENBERG.¹⁾ Er sah zwei Exemplare von *Euglena acus* der Länge nach dicht nebeneinander liegen und deutete die Erscheinung als Längstheilung. PERTY²⁾ beobachtete bei *Euglena spirogyra* zwei mit ihrem hinteren Ende noch verbundene Exemplare und beschrieb auch Längstheilung von *Euglena viridis*. Von dieser Art sind schon vor PERTY, ebenso auch später häufig Theilungen beobachtet von MEYEN³⁾, THURET⁴⁾, COHN⁵⁾, FOCKE⁶⁾, STEIN⁷⁾, CIENKOWSKI.⁸⁾ Nach allen diesen Forschern verläuft die Theilung wie bei *Chlamydomonas*, d. h. durch Quertheilung. Am ausführlichsten beschrieb COHN⁹⁾ dieselbe, welche innerhalb einer Cyste stattfindet: »der Inhalt wird gleichmäßiger, die festen Gebilde, der rothe Punkt verschwinden ganz und die Theilung tritt ein, die Euglene schnürt sich erst in 2, dann meist in 4, unter Umständen auch 8 und 16 Partien ab«. In seinem neuesten Werke erwähnt STEIN¹⁰⁾, dass er einige Male *Euglena viridis* in Längstheilung gesehen habe; zum Theil deutet er aber ähnliche Zustände als Konjugation. Längstheilung gibt er auch an bei der Gattung *Colacium*¹¹⁾, worauf er früher schon aufmerksam gemacht hatte. Von den meisten Euglenen, besonders auch den *Phacus*-, den *Trachelomonas*-arten ist die Theilung bisher nicht gesehen worden, was sowohl PERTY wie STEIN veranlasste, eine andere Vermehrungsart, sei es durch Blastien oder Embryonen, anzunehmen.

Sämmtliche Euglenaceen pflanzen sich aber durch Zweitheilung fort, die durch einseitige Einschnürung der Länge nach vor sich geht, in der Weise, wie CLARK¹²⁾ und BÜTSCHLI¹³⁾ sie bei anderen Flagellaten beschrieben haben. Die eigentlichen Euglenen theilen sich zum Unterschiede von den so nah verwandten *Astasia*-arten, wie von den anderen Flagellaten in Ruhe nach dem Schwinden der Cilie. Je nach den Species bilden sie für die Theilung eine Hülle in verschiedener Weise oder theilen sich ohne

1) EHRENBERG, Inf. S. 405, 442. Taf. VII, Fig. 45.

2) PERTY, Lebensformen. S. 78.

3) MEYEN in Archiv f. Naturg. Jahrg. VI. Bd. I. 4840. S. 168—169.

4) THURET in Ann. d. Sc. Nat. T. XIV. 4850. S. 249—250.

5) COHN in Nova Acta Leop. T. XXII. 4850. S. 734.

6) FOCKE, Physiol. Studien. Heft II. 4854. S. 43.

7) STEIN, Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklung untersucht. 4854. S. 6.

8) CIENKOWSKI, Bot Ztg. 4865. S. 24.

9) COHN in Ztg. f. wiss. Zool. Bd. IV. 4853. S. 275.

10) STEIN III. 4. S. 87. Taf. XX, Fig. 23 und 25, ferner Taf. XXI, Fig. 44; letztere Figur soll einen Zustand der Konjugation vorstellen.

11) STEIN III. 4. Taf. XXI, Fig. 23; schon früher in Org. II. S. 73.

12) CLARK, On the Spongiae ciliatae as Infusoria flagellata; Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. IV. Vol. I. 4868. S. 496—499.

13) BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Leipzig 1878. Bd. XXX.

dieselbe. Die Theilung geht vorzugsweise in der Nacht vor sich, wie bei vielen Pflanzenzellen.

Am genauesten ist die Theilung von *Euglena deses* und *spirogyra* von mir verfolgt worden; sie mögen als Typen dienen.

Euglena deses umgibt sich mit einer sehr lockeren Hülle, in der sie lang ausgestreckt liegt (Taf. II, Fig. 31 a), nur geringe Gestaltsveränderungen zeigend. Das vordere Ende verbreitert sich dann, der Kern rückt von der Mitte nach oben bis unter die Hauptvakuole, streckt sich und schnürt sich in der Mitte durch, die Tochterkerne rücken von einander, je an eine Längsseite des Körpers (Taf. II, Fig. 31 b). Gleich nach der Theilung des Kerns, die genauer nicht verfolgt wurde, findet auch die Theilung des Augenflecks statt, der, etwas in die Quere ausgezogen, sich in der Mitte in zwei trennt; mit ihm theilt sich auch die Hauptvakuole.¹⁾ Die neuen Augenflecke mit je einer Vakuole rücken auseinander, so dass nun mehrere der Hauptorgane gebildet und so angeordnet sind, dass sie in dem nach außen noch einheitlichen Körper in zwei Längsreihen stehen, den Längsachsen der künftigen Tochterzellen. Während dieser Vorgänge hat die Metabolie ganz aufgehört. Das vorderste Ende rundet sich noch-mehr ab, der Membrantrichter verschwindet für die Beobachtung und in der Mitte des oberen Randes zeigt die Membran eine Einschnürung, die allmählich tiefer geht (Taf. II, Fig. 31 c). Sobald die beiden Tochterzellen sich zu trennen beginnen, fängt die metabolische Bewegung bei beiden an, die in einem regelmäßigen Ausdehnen und Zusammenziehen besteht, während das noch ungetheilte Stück starr ist; nur das Cytoplasma mit Chlorophyllträgern und Paramylonkörnern wogt von dem einen Theil in den andern. Nachdem die Einschnürung das hinterste Ende erreicht hat (Taf. II, Fig. 31 d), werden die Tochterzellen meist wieder ruhig, bis sie nach einigen Stunden die Schleimhülle verlassen. Die Cilie wächst in den genauer verfolgten Fällen sehr langsam aus dem Membrantrichter hervor, zuerst als ein steifes, bald gekrümmtes und dann lebhaft hin und her zitterndes Stäbchen erscheinend.

Euglena spirogyra bildet in den zahlreich beobachteten Fällen keine Schleimhülle. Vor der Theilung verliert sie ihre Metabolie, der Kern rückt nach vorne, während das große, ringförmige Paramylonkorn oberhalb desselben jetzt in den unteren Theil des Körpers sich begibt. Es folgt die Theilung des Kerns, des Augenflecks, der Hauptvakuole (Taf. III, Fig. 43), der obere Rand des Vorderendes wird glatt und die Einschnürung beginnt. Mit dem Moment der Trennung beginnt wieder die Metabolie der schon gesonderten Theile und geht hier sehr regelmäßig vor sich. Abwechselnd dehnt das eine Theilstück sich aus, während das andere sich verkürzt, beide rotiren dabei. Von Zeit zu Zeit erfolgt eine Unterbrechung durch gleichzeitiges Strecken und Kontrahiren beider. Das noch ungetheilte Stück

1) Das Nähere der Theilung konnte nicht festgestellt werden.

bleibt, wie bei *Euglena deses*, starr und zeigt nur Cytoplasmabewegung, allerdings in einer Lebhaftigkeit, wie sie sonst bei *Euglena spirogyra* nicht zu beobachten ist. Dabei sieht man aber deutlich, wie bei der Einschnürung die Membran die Hauptrolle spielt; denn bis an die äußerste innere Grenze derselben strömt das Plasma hin und her und wird durch die vordringende Membranfalte auseinandergedrängt. Die großen Paramylonkörner werden so vertheilt, dass jede Tochterzelle eines erhält (Taf. III, Fig. 43b).

In wesentlich gleicher Weise verläuft die Theilung bei anderen Euglenen; die spezifischen Eigenthümlichkeiten zeigen sich besonders in der Hüllenbildung und der Gestalt des Körpers während der Theilung. So rundet sich *Euglena viridis* fast kugelig ab und umgibt sich mit haut- resp. schleimartiger Hülle; sie theilt sich nur der Länge nach, die so oft behauptete Quertheilung¹⁾ habe ich nie beobachtet. Außerdem ist auch der Vergleich mit den Volvocineen insofern nicht richtig, als bei *Euglena viridis* nur Zweitheilung stattfindet, nach der die Tochterzellen ihre volle Ausbildung erhalten, bevor sie sich wieder theilen; vor jeder Theilung bildet die Euglene eine neue Hülle für sich, während z. B. bei *Chlamydomonas* der Protoplasmakörper innerhalb der Zellhaut 4—32 Theilungen erfährt. Übrigens ist die Hüllenbildung bei den Euglenen kein nothwendiges Moment der Theilung. *Euglena viridis*, *deses* u. a. bilden häufig in Feuchtkammerkulturen keine Hülle, sondern theilen sich nackt.

Euglena velata zieht sich vor der Theilung eiförmig zusammen und umgibt sich mit sehr lockerer Hülle (Taf. III, Fig. 3). *Euglena sanguinea* bildet eine dicke Schleimmasse und rundet sich zu einem etwas abgeplatteten Körper ab. Ausgestreckt, ohne Schleimhülle, theilt sich *Euglena acus*, ebenso die meisten *Phacus*arten. Doch sondert *Phacus parvula* häufig Schleim ab. Bei *Ascoglena* theilt sich, wie STEIN²⁾ schon bemerkte, jedes Individuum innerhalb der Hülle.

Bei der Gattung *Trachelomonas* findet die Theilung ebenfalls innerhalb der spröden, festen Panzerhülle statt. PERTY³⁾ hatte dieses schon behauptet, obwohl er es direkt nicht beobachtet haben kann, da er sagt, dass die Hülle nach der Theilung platze, was unrichtig ist. STEIN⁴⁾ hält PERTY's Ansicht für falsch und meint, dass die Theilung wahrscheinlich außerhalb des Panzers vor sich gehe, weil er den Austritt der Euglenen aus demselben beobachtete. So weit aber meine Beobachtungen reichen, geht *Trachelomonas* in Ruhe über, theilt sich innerhalb des Panzers, dann tritt die eine

1) In der Litteratur finden sich noch für andere Arten vereinzelte Angaben über Quertheilung von Euglenen, so von CLAPARÈDE und LACHMANN (*Études etc.* III. S. 47. Anm.) betreffend *Amblyopsis viridis*, ferner von CARTER in *Ann. and Mag. of Nat. Hist.* Ser. II. Vol. XVIII., der für seine *Euglena agilis* Quer- und Längstheilung behauptet. Mir scheinen diese Angaben sehr zweifelhaft.

2) STEIN III. 4. Taf. XXI, Fig. 36.

3) PERTY, *Lebensf.* S. 84.

4) STEIN III. 4. S. 87—88.

Tochterzelle aus demselben heraus, um sich einen neuen zu bilden, während die andere den alten behält. Bei *Trachelomonas volvocina* erfolgt der Austritt in voller Bewegung, ähnlich bei *Trachelomonas hispida* (Taf. II, Fig. 19 a b); bei andern Arten geht das Hinauskriechen vor sich, während die alte Hülle auf dem Boden des Gefäßes liegt.¹⁾

Bei den in neuerer Zeit so sorgfältig erforschten Theilungsvorgängen im Thier- und Pflanzenreich sind es die beiden Momente der Kern- und der Zelltheilung, die besonders berücksichtigt worden sind und deren Verhältniss zu einander man zu erkennen gestrebt hat. STRASBURGER²⁾, sich darauf stützend, dass in vielen Fällen beides unabhängig von einander verlaufende Erscheinungen sind, verlegt jetzt die Hauptrolle bei der Theilung in das Cytoplasma, während FLEMMING³⁾ es für wahrscheinlich hält, dass der Kern einen wichtigen Einfluss auf die Zelltheilung ausübe. Hier bei den Euglenen kann man weder dem Kern, noch dem Cytoplasma eine allein bestimmende Rolle bei der Theilung zuschreiben, man kann nur sagen, dass dieselbe in einer Aufeinanderfolge getrennter Momente besteht. Die Theilung des Ganzen beruht auf der Theilung seiner einzelnen Komponenten. Es theilt sich der Kern für sich, der Augenfleck, die Hauptvakuole, ganz unabhängig theilen sich die Chlorophyllträger. Die eigentliche Trennung geschieht durch die Theilung der Membran, in Folge deren erst das Cytoplasma getheilt wird. Dass die verschiedenen Theilungen mehr oder minder gleichzeitig erfolgen, liegt wohl weniger daran, dass eines der Organe eine spezifische Rolle bei der Theilung des Ganzen spielt, als in dem gegenseitigen Zusammenhange aller Organe, durch den erst das Gesamtleben der Zelle zu Stande kommt.

14. Der Dauerzustand.

Die Euglenaceen sind fähig, in einen Dauerzustand überzugehen, sobald die äußeren Lebensbedingungen, innerhalb der dem Leben überhaupt gesetzten Grenzen, sich ungünstig gestalten. Hauptsächlich ist es Wassermangel, der diese Organismen, wie die an ähnlichen Standorten vorkommenden, in den Dauerzustand überführt.

Am genauesten untersucht wurde der Dauerzustand von *Euglena viridis*. Man erhält ihn, wenn man Individuen dieser Art ganz allmählich eintrocknen lässt, ein Vorgehen, welches man auch behufs Bildung von Cystenständen der Infusorien angewendet hat.⁴⁾ Die Euglenen bleiben in ihren

1) CARTER, in Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. III. Vol. II. 1858. S. 245, behauptet, dass *Trachelomonas* sich in ähnlicher Weise, wie *Eudorina elegans* und *Chlamydococcus* theile; ich muss diese Angaben nach meinen Beobachtungen in Zweifel ziehen.

2) STRASBURGER, Zellbildung und Zelltheilung. 3. Aufl. Jena 1880. S. 359; id. Über den Theilungsvorgang der Zellkerne. Bonn 1882. S. 408.

3) FLEMMING, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. S. 359.

4) Vgl. CIENKOWSKI, Über Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI. 1855. S. 304—306. Taf. X und XI.

Hüllen, theilen sich noch anfangs lebhaft und rotiren in ihnen; je mehr die Feuchtigkeit abnimmt, um so ruhiger werden sie; ihr Körper erfüllt sich dicht mit großen Paramylonkörnern und umgibt sich mit sehr dicken, oft konzentrisch geschichteten Hüllen (Taf. III, Fig. 10). Wie sich die pulsirenden Vakuolen verhalten, ließ sich nicht beobachten; doch bleibt die Hauptvakuole stets vorhanden. Diese Dauerzustände können mehrere Wochen völlige Trockenheit ertragen; bringt man sie in Wasser, so durchbrechen die Euglenen ihre Hüllen und gehen in Bewegung über. Bei der *Euglena viridis* β , die in Mistpfützen vorkommt, werden die eingekapselten Individuen leichter und schneller frei, wenn man sie mit Mistdekot übergießt, ein Zeichen, dass diese Form an solche Nährflüssigkeit in gewisser Weise gebunden ist.

Die *Euglena viridis* ist aber auch fähig, die Trockenheit zu ertragen, wenn sie nicht in den erwähnten Dauerzustand übergegangen ist. Sie ist häufig im Sommer auf ihren Standorten in Straßenrinnen etc. einer plötzlichen Dürre ausgesetzt, und doch überzeugt man sich leicht, wie sie an derselben Stelle wieder zum Vorschein kommt, wenn ein Regen dieselbe befeuchtet. Sie kriechen etwas in den Boden oder auch in die an gleichen Standorten meist vorhandenen Oscillarienrasen, und umgeben sich mit einer lockeren Schleimhülle, an der Sand und Lehmtheilchen kleben, welche so eine zweite Hülle bilden. In ihrem Bau verändert sich die Euglene nicht wesentlich. Ähnliche Zustände erhielt ich auf dem Objektträger, als ich Euglenen mit Lehmtheilchen und Oscillarien eintrocknen ließ (Taf. III, Fig. 9).

Die Euglenen gehen aber auch in den Dauerzustand über bei Mangel an Bewegung. Kultivirt man *Euglena viridis*, so bleiben sie die erste Zeit in freier Bewegung, bilden dann bald eine dicke, grüne Haut, in der sie sehr lebhaft wachsen und sich theilen; ihre freie Bewegung hört aber aus nicht genauer bekannten Ursachen mehr und mehr auf, und sie bilden dann nach einigen Wochen selbst bei sonst günstigen Kulturbedingungen Dauerzustände. Klarer tritt die Erscheinung bei Torfkulturen auf. Auf Torf, den man mit Nährsalzen getränkt hat und feucht hält, wachsen die Euglenen im Sommer in sehr üppiger Weise; aber obwohl sie Licht, Feuchtigkeit, Nährsalze und Sauerstoff haben, dauert dieses Wachsthum nur einige Wochen, auch hier tritt allmählich der Dauerzustand ein. Es fehlt ein wesentliches Moment für das normale Leben, die freie Bewegung. Die Ernährung geht bei den günstigen Bedingungen in ausgiebigster Weise vor sich; durch den Mangel an Bewegung hält der Verbrauch nicht gleichen Schritt, das Gleichmaß des Stoffwechsels ist gestört, die Euglenen überfüttern sich so zu sagen. Dass es in der That sich so verhält und dass nicht etwa aus inneren Ursachen die Euglenen eine Ruheperiode haben müssen, zeigt sich darin, dass man in jedem Moment den Übergang in den Dauerzustand verhindern kann, wenn man die Euglenen nur für kurze Zeit im Wasser sich bewegen lässt.

Bei den andern Euglenaceen wird der Dauerzustand in ähnlicher Weise wie bei *Euglena viridis* gebildet. Die dieser nahe stehenden Formen, wie *sanguinea*, runden sich ab, sich mit sehr dicken Gallerthüllen umgebend. Die Arten, welche, wie *Euglena velata*, Paramylonkerne besitzen, verdicken die Schale derselben und erfüllen sich außerdem noch mit zahlreichen Paramylonkörnern. *Euglena Ehrenbergii* scheidet eine dünne, aber feste Haut aus, innerhalb deren sie zusammengefaltet liegt. Eine Reihe von Formen bildet keine besonderen Hüllen, so z. B. *Euglena spirogyra*. Diese Art zieht sich etwas zusammen und breitet sich blattartig aus, ihre ringförmigen Paramylonkörner füllen ihre Höhlung aus und wachsen enorm, sodass sie oft $\frac{2}{3}$ des inneren Körperraumes einnehmen. Man kann solche Dauerzustände durch allmähliches Austrocknen auf dem Objektträger erhalten. Auch die meisten Phacusarten scheiden für ihre Ruhezeit keine Hülle aus, ihre scheibenförmigen Paramylonkörner wachsen dafür sehr stark.

15. Die Frage nach der Sexualität der Euglenen.

Schon sehr früh ist die Sexualität der Euglenen behauptet worden. EHRENBERG¹⁾ sah die Chlorophyllträger für Eier an, die großen Paramylonkörner für männliche Geschlechtsdrüsen. PERTY²⁾ ließ die Euglenen größtentheils durch innere Keime, »Blastien« entstehen, die theils Chlorophyllträger, theils Paramylonkörner sind. Bald darauf beschrieb WEISSE³⁾ die Bildung kleiner beweglicher, monadenartiger Wesen, die aus dem Inhalte von encystirten Euglenen hervorbrachen; ihm war es zweifelhaft, ob sie als junge Euglenen oder Spermatozoiden aufzufassen wären. CARTER⁴⁾ beobachtete zuerst Konjugationzustände, d. h. zwei Euglenen, die mit ihrem hinteren Ende verschmolzen waren. Er beschrieb⁵⁾ dann weiter die vermeintliche Entwicklung junger Euglenen aus Eiern, d. h. aus Paramylonkörnern. An anderer Stelle⁶⁾ erwähnt er auch die Umwandlung von Euglenen in monadenartige Wesen. STEIN⁷⁾ gibt in seinem Flagellatenwerk eine ausführliche Befruchtungstheorie der Euglenen. Nach ihm konjugiren zwei Individuen, wobei ihre Kerne sich vereinigen. Das Verschmelzungsprodukt der letzteren wächst zu einer ovalen, großen Keimkugel heran,

1) EHRENBERG, Inf. S. 105.

2) PERTY, Lebensf. S. 79—80.

3) WEISSE, Über den Lebenslauf der Euglenen. Bull. phys. math. de l'Acad. imp. de Pétersbg. Vol. XII. 1854. S. 169—174.

4) CARTER, Notes on the Freshwater Inf. etc., Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XVIII. 1856. S. 229. Fig. 49 und 50.

5) CARTER l. c. S. 235; ferner in Addit. Notes Ann. and Mag. Ser. II. Vol. XX. S. 36. Fig. 17, 18.

6) CARTER, Further Observ. Ann. and Mag. Ser. II. Vol. XVII. 1856. S. 146.

7) STEIN III. 1. S. 145—146. Taf. XX, Fig. 20—24, 26—33, Taf. XXI, Fig. 1—11; für Phacus pleuronectes Taf. XIX, Fig. 60—64; vgl. auch die Angaben über Chlamydomonas S. 130.

die zahllose kleine, bewegliche, monadenartige Wesen hervorbringt, die sich zu Euglenen entwickeln sollen.

Auf die Vorgänger STEIN's, die dieser schon zur Genüge kritisirt hat, ist nicht nöthig einzugehen, die Theorie STEIN's beruht aber ebensowenig auf thatsächlicher Grundlage. Was er als Konjugationszustände bezeichnet, ist unvollendete Längstheilung.¹⁾ STEIN hat auch nie den Anfang zu der Verschmelzung gesehen, noch ihren Verlauf. Seine Figur, die er von dem Zustand der Konjugation zeichnet, ist identisch mit der, welche Längstheilung darstellt, nur dass im ersteren Falle das Exemplar frei im Wasser gefunden, im letzteren aus der Cyste herauspräparirt worden ist. Es ist schon hingewiesen worden, wie die Hüllenbildung nicht ein nothwendiges Moment bei der Theilung ist, sondern in manchen Fällen fehlt. Dabei kommt es dann vor, dass die jungen Tochterzellen schon Cilien bilden, wenn sie erst bis zur Hälfte getrennt sind. So können die hinten noch vereinigten Euglenen frei umherschwimmen und stellen die vermeintlichen Konjugationszustände von CARTER, STEIN dar. Bei *Euglena viridis* β , die sofort in stärkere Salzlösungen (z. B. 3—5 0/0 Salpeter) gebracht wurde, fand ich zahlreiche Verbindungen zweier Euglenen, oft von sehr unregelmäßiger Gestaltung. Unter so ungünstigen Umständen geht die Theilung langsam und anormal vor sich. Eine unzweifelhafte Kopulation zweier getrennter Euglenen habe ich bisher niemals beobachten können, ebensowenig wie irgend einer der früheren Forscher.

Noch viel zweifelhafter ist der zweite Punkt in STEIN's Theorie, nämlich die Entwicklung von Embryonen aus einer Keimkugel, die durch Verschmelzung der Kerne zweier konjugirter Euglenen hervorgegangen sein soll.²⁾ Die Verschmelzung der Kerne hat STEIN nie beobachtet. Die bezügliche Keimkugel ist ein Zoosporangium eines Chytridiums³⁾, neben

1) Theilungs- und Konjugationszustände sind mehrfach früher verwechselt worden; so hat man die letzteren bisweilen für erstere gehalten (vgl. STEIN, Organ. I. S. 426). Häufiger sind aber, wie hier bei den Euglenen, Theilungszustände als Stadien der Konjugation angesehen worden, wie GRUBER es für *Euglypha* neuerdings nachgewiesen hat (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV, S. 434).

2) Nachdem BALBIANI (Comptes rendus 1860. T. LI. S. 319—322) zuerst darauf hingewiesen hatte, dass die vermeintlichen Embryonen der Ciliaten Parasiten sind, hat BÜTSCHLI (Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. Abhandl. d. Senckenbg. Ges. Bd. X. 1876. S. 343—355) genauer den Beweis für eine Reihe Fälle geliefert, zugleich auch dargelegt, dass eine geschlechtliche Befruchtung, wie sie STEIN und BALBIANI behaupteten, nicht bei den Ciliaten existirt. In Folge dessen äußerte BÜTSCHLI auch seinen Zweifel betreffs der von STEIN angegebenen Befruchtungstheorie von *Euglena viridis*. Doch hat STEIN in seinem später erschienenen Flagellatenwerk keine Rücksicht darauf genommen.

3) Eine nähere Untersuchung dieses Parasiten hat mir ferne gelegen; ich habe ihm daher auch keinen Namen geben wollen, zumal es mir zweifelhaft ist, ob er direkt in die Gattung Chytridium zu stellen ist; vor der Zoosporenbildung findet ein Zerfall des Sporangiums in größere Partien statt, von dem es nicht untersucht ist, ob er der Sonderung

welchem sich leicht der stets vorhandene Kern nachweisen lässt. Dieses Chytridium spec. ist einer der häufigsten Parasiten bei Euglenen, besonders bei schlecht kultivirten. Die jungen, aus dem aufbrechenden Zoosporangium frei werdenden Zoosporen sind sehr klein, eiförmig mit zugespitztem Vorderende, wie es scheint, mit einer Cilie versehen, und zeigen die charakteristische Bewegung, die in einem lebhaften Hin- und Herzucken besteht. Für sich gehen sie zu Grunde; sie setzen sich an ruhende, aber auch häufig an bewegliche Euglenen und dringen in sie ein. Der Moment des Eindringens wurde nicht beobachtet. Entweder dringt nur eine Zoospore ein oder mehrere, oft 3—4; dann entstehen ebensoviel Sporangien, d. h. Keimkugeln STEIN's, der diese durch Zerfall der verschmolzenen Kerne hervorgehen lässt. Das eingedrungene Chytridium bildet bald einen ovalen, feinkörnigen Körper mit einer hellen Vakuole in der Mitte und übt mit steigendem Wachstum einen immer deutlicher werdenden, schädlichen Einfluss auf die Euglene aus (Taf. III, Fig. 49). Diese bewegt sich schwerfällig, ihre Chlorophyllträger desorganisiren, ölartige rothe Tröpfchen treten auf, die Paramylonkörner verschwinden. Schließlich wird die Euglene fast farblos; solche Formen hat STEIN als *Euglena hyalina* mit Keimkugel gezeichnet. Wenn die Zoosporenbildung des Chytridiums vor sich geht, erhält dasselbe ein maulbeerartiges Aussehen. Die Euglene bewegt sich aber bis zu dem Momente, wo das Chytridium-Sporangium durch seinen Druck die Membran der Euglene zum Platzen bringt.

Meine eigenen Bemühungen, sexuelle Vorgänge bei den Euglenen zu finden, haben zu einem rein negativen Resultat geführt; auch ist bisher von früheren Forschern, wie EHRENBURG, COHN, CIENKOWSKI, weder von *Euglena* noch sonst einer andern Flagellate irgend ein Entwicklungszustand beschrieben worden, der auf Sexualität hindeutete. Nach den bisherigen Erfahrungen kann man nur folgern, dass die Euglenen keine sexuelle Befruchtung besitzen, wenn auch die Möglichkeit, dass dieselbe noch gefunden werden kann, nie zu bestreiten ist. Andererseits liegt aber kein Grund vor, so lange der Nachweis sich nicht bringen lässt, eine Befruchtung anzunehmen, weil eine solche in diesen niederen Regionen nicht nothwendig erscheint. Auch bei der großen Klasse der Schizophyceen, der Basidiomyceten ist keine Andeutung einer Sexualität beobachtet worden. Ebenso hat auch BÜTSCHLI¹⁾ betreffs der Ciliaten klar dargelegt, dass eine sexuelle Befruchtung, wie STEIN sie behauptet, nicht existirt.

entspricht, wie sie BÜSGEN bei Saprolegnien beschreibt (in PRINGSHEIM's Jahrbücher. Bd. XIV. S. 280), oder eine Sorusbildung ist, wie bei *Synchytrium* (vgl. DE BARY und WORONIN, Beiträge zur Kenntniss der Chytridiaceen. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg. Bd. III. Heft 2), oder *Woronina* (vgl. A. FISCHER, Unters. über die Parasiten d. Saproleg. PRINGSHEIM's Jahrb. Bd. XIII. S. 338).

1) BÜTSCHLI, Studien etc. Abhandl. d. Senckenbg. Ges. 1876. Bd. X. Die bei den Ciliaten so häufig vorkommende und mit so komplizirten Erscheinungen verbundene

46. Allgemeine Biologie.

Die Euglenen gehören zu den allerverbreitetsten Süßwasserbewohnern der Erde, in jedem Sumpf, in fast jeder Wasseransammlung, die einige Tage auf Straßen steht, finden sich Arten und meist in außerordentlicher Individuenzahl. Es gibt nur wenige unter ihnen, die an besonderen Lokalitäten auftreten. Die Euglenen sind in ihrem Leben auch an keine Jahreszeit gebunden, sondern vegetiren in gleicher Weise in allen. Während bei zahlreichen Organismen, besonders pflanzlichen, der Entwicklungsgang in einem bestimmten Rhythmus abwechselnder Lebensthätigkeit und Ruhe verläuft, dem innere Ursachen zu Grunde liegen, besitzen die Euglenen keinen Ruhezustand, der für ihren Lebensgang nothwendig wäre; nur äußere Bedingungen gebieten ab und zu Ruhe und bringen das Leben wieder in Fluss.

Einen sehr verschiedenen Einfluss üben die Kräfte der Natur auf die Euglenen aus. Von der Wärme sind sie relativ unabhängig, d. h. innerhalb der dem Leben überhaupt gesetzten Temperaturgrenzen bewegen sie sich sehr schrankenlos. Wenn man *Euglena viridis* an ein und derselben Lokalität das ganze Jahr hindurch beobachtet, so sieht man, wie sie in gleicher Frische und Üppigkeit im Winter gedeihen in einem Wasser, das wenig über 0° C. hat, wie im Hochsommer, wo die Temperatur in den flachen Straßenrinnen bis zu 30° steigen kann; sie bewegen sich in Wasser von 0°¹⁾ und theilen sich in einem solchen, das oben mit Eis bedeckt ist. Man kann dieselbe Euglenenmasse in flachen Gefäßen 3—4 Mal vollständig einfrieren und wieder aufthauen lassen, und immer wieder gehen sie, aus dem Eis befreit, in Bewegung über. Innerhalb des Eises sind sie nur mit dünner Hauthülle umgeben. Weder tiefe noch hohe Temperatur bringt die Euglenen in den Dauerzustand; befinden sie sich in demselben, vermag Wärme für sich sie nicht in Bewegung überzuführen.

Eingreifender in die Lebensprozesse der Euglenen wirkt das Licht. Denn mit ihm hängt die Ernährung der chlorophyllhaltigen Euglenen zusammen; auch die Richtung ihrer Bewegung wird durch das Licht bestimmt, und hier tritt der besondere Lichtsinn der Euglenen mit ins Spiel. Doch zeigen dieselben andererseits auch eine gewisse Unabhängigkeit vom Licht, indem sie sich tagelang im Dunkeln bewegen und z. B. *Euglena viridis* im

Konjugation deutet BÜRSCHLI, der sie in der citirten Arbeit so sorgfältig untersucht hat, als »eine Verjüngung« der sie begehenden Thiere, und vergleicht sie in gewisser Hinsicht mit der Auxosporenbildung bei den Diatomeen (vgl. PFITZER, Untersuchungen über Bau etc. der Bacillariaceen).

1) Ähnlich verhalten sich die Schwärmer von *Chlamydococcus*, vgl. ROSTAFINSKI, Mém. de la Soc. des Scienc. nat. de Cherbourg. 1875. T. XIX. S. 438. Völlig eingefrorene Schwärmer von *Ulothrix*, *Botrydium*, *Chilomonas* erwiesen sich als todt; vgl. STRASBURGER, Wirkung der Wärme etc. S. 62.

Herbst 3—4 Wochen in völliger Finsterniss aushält und beweglich bleibt, so dass es wohl möglich wäre, dass sie sich mit den im Wasser gelösten Substanzen in der Noth zu ernähren vermag. Lichtmangel oder große Lichtintensität führt die Euglenen nicht in Dauerzustand und vermag sie auch nicht daraus zu befreien.

Das eigentliche Lebenselement für die Euglenen ist das Wasser. Mangel an demselben ist, worauf schon genauer eingegangen, ein Hauptgrund für die Erzeugung des Dauerzustandes. Doch sind diejenigen Arten, welche lebhaft Schleimabsonderung besitzen, wie *E. viridis*, *velata* etc. fähig, beliebig lang nur auf feuchtem Boden zu leben. Man kann sie auf Torf, Lehmboden, den man mäßig feucht hält, gut kultiviren und auch in freier Natur beobachtet man in feuchten Rinnen etc. üppige Euglenenmassen.

Dem Wasser entnehmen die Euglenen die für ihre Ernährung nothwendige Kohlensäure, ebenso den Sauerstoff, die beide in der freien Natur stets reichlich geboten sind. Wenn man frisch aus dem Sumpf geholte Euglenen im Zimmer kultivirt, hört, worauf schon hingewiesen, die Bewegung bald auf, sie gehen allmählich in den Dauerzustand über, den man aber jeden Augenblick unterbrechen kann, wenn man frisches Wasser zusetzt. Es ist bekannt, wie auf die Bildung und das Freiwerden der Schwärmer bei den Algen das frische Wasser einen ähnlichen Einfluss ausübt, der nach Walz¹⁾ in diesen Fällen auf dem Gehalte des Wassers an Sauerstoff, speziell an ozonisirtem beruht. Ich muss es hinsichtlich der Euglenen dahin gestellt sein lassen, ob es in gleicher Weise nur der Sauerstoff ist, oder ob nicht noch andere Momente mitwirken. Denn auch wenn man *Euglena viridis*, die auf Torf kultivirt worden ist, in ausgekochtes Wasser bringt, beobachtet man den Übergang aus der Ruhe innerhalb der Schleimmasse in freie Bewegung und man sollte denken, dass in einem Wasser, in dem die so sehr Sauerstoff bedürftigen Infusorien sich normal bewegen, auch genügender Vorrath dieser Substanz für die Euglenen vorhanden sein müsste, die außerdem täglich eine große Menge derselben aushauchen.

Für die Ernährung kommen neben der Kohlensäure noch die in Wasser gelösten anorganischen Verbindungen in Betracht, welche die Euglenen wie die chlorophyllhaltigen Pflanzen für die Assimilation nöthig haben. Doch werden sie nur in so geringen Mengen gebraucht, dass selbst in Zimmerkulturen ein Mangel an ihnen kaum merkbar wird. Man beobachtet aber leicht die sehr günstige Wirkung solcher Nährsalze, wenn man die Euglenen in verdünnten Nährstofflösungen kultivirt. Die Euglenen wachsen sehr üppig in einer Lösung von 0,02—0,05%. Sehr leicht passen sie sich auch höherer Konzentration an. In 0,4% Nährstofflösung zieht sich der Körper anfangs sehr zusammen, die Hauptvakuole dilatirt, die Bewegung hört auf. Aber schon nach 24 Stunden haben die Euglenen ihr normales

1) WALZ, Bot. Ztg. 1868. Nr. 31.

Aussehen gewonnen und wachsen wochenlang weiter. Sie gewöhnen sich aber auch an 3—5%ige Lösungen von Salpeter und bei sehr allmählich steigender Konzentration bis zu solchen von 10%.¹⁾ Selbst an giftige Substanzen können sich manche Euglenen bis zu einem gewissen Grade anpassen. *Euglena spirogyra*, *viridis*, *Phacus alata* wurden in eine 0,05%ige Strychninlösung gebracht, in der Infusorien wie Räderthierchen sehr bald zu Grunde gingen²⁾, während die Euglenen fortlebten. Später wurde 0,04%ige Lösung mehrere Male zugesetzt, dabei das Wasser ein wenig der Verdunstung überlassen; darin lebten die Organismen 4 Wochen lang, *Euglena spirogyra* zeigte lebhaftes Metabolie, *Phacus alata* befand sich in den ersten beiden Wochen sogar in freier Vorwärtsbewegung. Allmählich gingen sie, große Mengen von Paramylonsubstanz bildend, in den Dauerzustand über, der sie aber doch nicht vor dem schließlichen Tode retten konnte.

Die Lebensfähigkeit mancher Euglenen geht aus diesem Verhalten, wie aus früher besprochenen Beobachtungen deutlich hervor. Vollkommen breit gedrückt unter dem Druck des Deckglases, mit wenig Wasser halten sich *E. Ehrenbergii*, *desesii*, *spirogyra* mehrere Tage lang, einzelne Individuen bis zu einer Woche. Es ist gezeigt worden; wie man durch Druck, Hitze das Cytoplasma zur starken Aufquellung, die Chlorophyllträger, den Augenfleck weit desorganisieren kann, und doch kehrt Leben und Bewegung wieder zurück. Die Widerstandsfähigkeit gegen äußere sich ungünstig gestaltende Verhältnisse, die Eigenschaft, sich in hohem Grade daran zu gewöhnen, macht es diesen Organismen möglich, in so weiter Verbreitung und oft in so ungeheuren Mengen aufzutreten.

In betreff der Widerstandsfähigkeit bei Versuchen ist von wesentlicher Bedeutung, in welchem Zustande sich die Euglenen vor denselben befinden haben. Man macht oft die Beobachtung, wie auffallend anders sich z. B. *Euglena viridis*, von demselben Standort zu verschiedenen Zeiten des Jahres geholt, bei Versuchen und Kulturen verhält. Es ist selten möglich, die Ursachen dieser Erscheinung in den einzelnen Fällen zu erkennen. Wie sehr es aber auf die größere oder geringere Lebensenergie der Euglenen bei Angriffen durch äußere Faktoren ankommt, zeigt ihr verschiedenes Verhalten gegen Parasiten. Es gibt eine ganze Anzahl theils von Chytridien, theils von Vampyrellen, die von Euglenen sich nähren; die interessanteste Form ist der Polyphagus *Euglenae*, den NOWAKOWSKI³⁾ so sorgfältig beschrieben hat. Dieser Parasit kann in wenig Tagen sämtliche Euglenen eines großen Kulturgefäßes vernichten, er tritt aber in dieser Weise epidemisch nur bei schlechter Kultur auf. Kultivirt man die Euglenen mit dem Polyphagus in

1) CZERNY gewöhnte Amöben bis zu 4% Kochsalzlösung (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. V. 1869. S. 459).

2) Vgl. ROSSBACH, Die rhythmischen Bewegungsersch. S. 49.

3) NOWAKOWSKI in COHN'S Beiträge z. Biol. d. Pfl. Bd. II. 1877. S. 204.

gut durchlüfteten Nährstofflösungen ¹⁾ oder auf feuchtem Lehm Boden, so überwiegt das Wachstum der Euglenen, der Polyphagus findet sich nur vereinzelt. ²⁾ In der freien Natur ist nie bisher ein Fall beobachtet worden, wo einer der Parasiten in merkbarer Weise verheerend auf die Euglenen gewirkt hätte.

III. Die chlorophyllfreien Euglenaceen.

Zu den chlorophyllfreien Euglenaceen gehören theils Formen, die den bisher besprochenen Gattungen *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas* zuzurechnen sind, theils solche, die zu besonderen Gattungen gehören, wie *Astasia*, *Menoidium*.

EHRENBERG ³⁾ beschrieb als eine nur seltene Erscheinung eine ganz farblose *Euglena* mit Augenfleck, die in der Körperform der *viridis* entsprach; er nannte sie *hyalina*. Dieselbe Form wurde von PERTY beobachtet, der auch einen hyalinen *Phacus triqueter* erwähnt ⁴⁾. STEIN scheint diese Formen nicht gesehen zu haben; denn was er als *E. hyalina* zeichnet ⁵⁾, ist *E. viridis*, die durch das *Chytridium* (»Keimkugel«) farblos geworden ist.

Euglenen, die im Wesentlichen die Organisation besitzen, wie sie im Vorhergehenden geschildert ist, aber kein Chlorophyll haben und entweder noch mit Augenfleck versehen sind oder auch ihn verloren haben, sind nach meinen Beobachtungen nicht selten. Die häufigste ist die *Euglena hyalina* Ehb., deren spindelförmiger Körper dem der *E. viridis* entspricht. An seinem vorderen Ende befindet sich der Membrantrichter; unter ihm das in gleicher Weise wie bei *viridis* funktionirende Vakuolensystem. Die Membran verhält sich ebenfalls wie bei der zuletzt genannten Art, ist sehr stark quellbar und zart spiralig gestreift. Wenn in den ersten Tagen einer Kultur, in der langsame faulige Gärung eintritt, die *Euglena hyalina* sich zeigt, ist ihr Cytoplasma blass feinkörnig, enthält nur kleine Körnchen von Paramylon (Taf. II, Fig. 44). Von Chlorophyll und seinen Trägern ist nichts zu beobachten, dagegen findet sich bei den meisten Individuen noch ein gelb bis schwach röthlich gefärbtes Körperchen an der Hauptvakuole, der rudimentäre Augenfleck. Sobald die Fäulnis stärker wird, füllt sich das Cytoplasma der *Euglena* dicht mit großen Paramylonkörnern. Von Zeit zu Zeit kommt die *Euglene* zur Ruhe und bildet an der Oberfläche der Kultur weiße Decken, in denen sie im abgerundeten Zustande durch Längsthei-

1) Für alle guten Euglenen- wie überhaupt Algenkulturen ist es von Bedeutung, nur auffallendes Licht zuzulassen; das einseitig einfallende wirkt zu ungleichmäßig und die Lichtempfindlichkeit tritt dabei sehr störend mit ins Spiel.

2) Es ist schon von mir an anderer Stelle auf dieses Verhalten der Euglenen zu ihren Parasiten aufmerksam gemacht worden (vgl. *Biolog. Centralblatt*. Bd. II. S. 333).

3) EHRENBERG, *Inf.* S. 407. Taf. VII, Fig. 7.

4) PERTY, *Lebensf.* S. 464.

5) STEIN III. 4. Taf. XX, Fig. 20; Taf. XXI, Fig. 6—9.

lung sich vermehrt. Sehr häufig kommt es vor, dass *E. hyalina* ohne Schleimhülle während des Tages sich theilt. Sie wirft zwar auch dann, soweit es sich nachweisen ließ, die Cilie fort, aber die jungen Tochterzellen bilden schon sehr früh neue, so dass die Trennung durch die Einschnürung der Membran oft während der freien Bewegung vor sich geht (Taf. II, Fig. 45). Die letztere sowie die Metabolie verhält sich wie bei *E. viridis*.

Im Wesentlichen entspricht die *Euglena hyalina* einer farblosen Varietät von *Euglena viridis* und die durch äußere Umstände, z. B. durch Chytridien, ihres Chlorophylls beraubten Individuen der letzteren sind von der ersteren kaum zu unterscheiden. Aber auch anderen Arten der Euglenaceen entsprechen solche farblose Formen. So fand ich mehrfach zahlreiche hyaline Exemplare der *Euglena acus* (Taf. II, Fig. 40), die nur durch den Mangel des Chlorophylls sich von den grünen (vergl. Taf. III, Fig. 24) unterscheiden, da sie noch einen deutlichen Augenfleck besaßen. Bei einer etwas abweichenden Form von *Euglena acus* die als β *mutabilis* bezeichnet werden soll, kommen neben grünen auch farblose Individuen vor, ohne Augenfleck (Taf. II, Fig. 44). Sehr nahe verwandt ist die bisher nur chlorophyllfrei gefundene *Euglena curvata* (Taf. II, Fig. 42), eine sehr lebhaft bewegliche, meist in irgend einer Weise gekrümmte Art. Auch der großen *Euglena sanguinea* entspricht eine farblose Varietät, die ebenso wie die grüne leicht Schleimfäden aussondert. Eine häufige Erscheinung in Infusionen ist ein farbloser Phacus, der seiner Körperform nach dem *Phacus pleuronectes* zugehört, aber weder Chlorophyll noch Augenfleck besitzt. Er ist mit scheibenförmigen Paramylonkörnern, größeren und kleineren, meist dicht erfüllt (Taf. II, Fig. 42) und zeigt sehr lebhaft Theilung.

Auch in der dritten Hauptgattung der Euglenaceen, *Trachelomonas*, finden wir farblose Formen. Mehrfach wurde eine hyaline *Trachelomonas volvocina* beobachtet mit noch vorhandenem Augenfleck. Eine bisher nur farblos gefundene selbständige Art stellt *Trachelomonas reticulata* vor (Taf. II, Fig. 20 a b). Sie besitzt einen umgekehrt eiförmigen Panzer mit sehr zierlich netzförmiger Struktur. Der Körper ist nach dem Typus der grünen Arten gebaut und besitzt noch den Augenfleck.

Was die Ernährung dieser farblosen Euglenen betrifft, so ist sie, da die Kohlensäure-Assimilation ausgeschlossen, nur möglich entweder durch Aufnahme fester oder in Wasser gelöster organischer Substanzen. Das erstere findet nachweisbar nicht statt, dagegen spricht alles für die saprophytische Ernährungsweise. Für diese farblosen Formen ist charakteristisch, dass sie nur dann in größerer Menge auftreten, wenn organische Massen in Fäulnis übergehen. Sie zeigen am Anfang einer Infusion sich nur in einzelnen und schlecht genährten Exemplaren, vermehren sich in wenigen Tagen bei steigender Fäulnis zu zahlloser Menge und sind von aufgespeichertem Nährmaterial (in diesem Falle Paramylon) ganz erfüllt, bis sie nach kurzer Zeit fast spurlos verschwinden, um andern Organismen Platz zu

machen. In freier Natur findet man daher nur selten diese farblosen Euglenen, sie werden erst bemerkbarer in Zimmerkulturen.

Dass die hyalinen mit den chlorophyllhaltigen Formen in einem Zusammenhange stehen, ist wohl klar. Sie unterscheiden sich durch den Mangel des Chlorophylls und die andere Art der Ernährung. Welches von beiden die primäre Ursache für die Entstehung solcher farblosen Formen gegeben hat resp. noch gibt, lässt sich ohne besondere Versuche nicht feststellen. Hinzuweisen ist hier auf die früher besprochene Thatsache, dass die Chlorophyllträger der grünen Euglenen so sehr empfindlich gegen Veränderungen der äußeren Bedingungen sind, so dass sie leicht degenerieren. Andererseits sind die Euglenen selbst sehr widerstandsfähig, *Euglena viridis* ist auch schon an ein mit organischen Zersetzungsprodukten erfülltes Wasser angepasst, sie hält in einem solchen mehrere Wochen bei Lichtabschluss aus. Es ist daher wahrscheinlich, dass die farblosen in manchen Fällen direkte Abkömmlinge grüner Euglenen sind, in Folge der Anpassung der letzteren an fauliges Wasser. Einige der Formen, wie *Euglena hyalina*, *Phacus hyalina* etc., haben sich aber schon zu selbständigeren Varietäten resp. Arten entwickelt. Jedenfalls geht aber aus Allem hervor, dass eine Trennung der farblosen von den grünen Formen nicht möglich ist, dass daher die Ansicht STEIN's, nach der man nur durch die scharfe Sonderung der farbigen von den farblosen Formen zu einer naturgemäßen Klassifikation der Flagellaten gelangen könne, nicht haltbar ist.¹⁾

Die farblosen Formen der Euglenen haben außer ihrem physiologischen Interesse noch eine besondere Bedeutung für die Systematik; denn sie vermitteln die Verwandtschaft der grünen Euglenen mit andern Flagellaten. EHRENBURG stellte neben *Euglena* direkt die Gattung *Astasia*; und ihm folgten darin DUJARDIN, PERTY. STEIN dagegen trennt sie von den Euglenen und nimmt sie als Typus seiner Familie der *Astasiaea*. Diese Gattung *Astasia* ist immer ein besonderer Sammelplatz ungenau beschriebener farbloser Flagellaten gewesen. STEIN hat gründlich aufgeräumt und erkennt nur eine Art *Proteus* an, wirft aber nach meiner Meinung sehr verschiedene Formen zusammen. Die Gattung *Astasia* soll nach STEIN²⁾ eine lange Hauptgeißel und eine kleine Nebengeißel besitzen; die genauer von mir unter-

4) Ebensowenig kann ich der Ansicht von SCHMITZ (*Chromat.* S. 44) beistimmen, nach der farblose und gefärbte Flagellaten in zwei ganz gesonderte Klassen getrennt werden sollen, entsprechend der Unterscheidung von Pilzen und Algen; nicht bloß bei den Euglenen, auch bei andern Flagellaten, z. B. *Cryptomonaden*, selbst bei Algen, z. B. den *Volvocineen*, wie später nachgewiesen werden wird, kann der Chlorophyllgehalt nicht einmal als Speciescharakter dienen.

2) STEIN III. 4. S. 447. Taf. XXII, Fig. 44—53. BÜTSCHLI hat auf die Gattung nur *As. trichophora* (*Peranema trichoph.* Duj. Stein) beschränkt. Da diese Form deutlich von den von EHRENBURG u. A. bezeichneten Arten unterschieden ist, folge ich STEIN, der sie als besondere Gattung auffasst. Näheres folgt weiter unten. (BÜTSCHLI in *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. XXX. S. 248.)

suchten Formen besitzen nur eine einzige; sie sollen daher auch nicht als *Astasia Proteus*, sondern mit Namen früherer Autoren bezeichnet werden ¹⁾.

Den Typus der Gattung bildet *Astasia margaritifera*, welche wesentlich wie eine farblose *Euglena* organisirt ist (Taf. II, Fig. 46). Während der freien Bewegung ist der Körper langgestreckt spindelförmig, oft nach hinten lang zugespitzt. Am vorderen Ende befindet sich ein enger Membrantrichter, in ihm die Cilie. Unterhalb liegt die Hauptvakuole, deren kontraktile Nebenvakuolen bisher nicht genauer beobachtet worden sind. Doch verhält sich die Hauptvakuole gegen Salzlösungen wie bei *Euglenen*. Die *Astasia* besitzt eine Membran von der Beschaffenheit wie bei *Euglena hyalina*, sehr zart gestreift, verquellend in konzentrirter Essigsäure. Der Kern befindet sich im mittlern Theil des Körpers und zeigt ein deutliches Kernkörperchen. In dem Cytoplasma liegen zahlreiche Paramylonkörner. Die freie Bewegung ist dieselbe der *Euglena hyalina*. Besonders durch ihre Lebhaftigkeit ausgezeichnet sind die Gestaltsveränderungen, die in ähnlicher Weise wie bei *Eutreptia viridis* vor sich gehen, vorzugsweise dann, wenn die Cilie abgeworfen ist. Nach diesen Beobachtungen würde kein Grund überhaupt vorliegen, nicht die *Astasia margaritifera* direkt zu *Euglena* zu ziehen; ich trenne sie wegen der Art der Theilung. Dieselbe erfolgt zwar stets der Länge nach durch einseitige Einschnürung, findet aber nicht in Ruhe statt, sondern während der freien Bewegung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dabei die alte Cilie erhalten bleibt, während die der andern Tochterzelle neugebildet wird. Diese Art der Längstheilung ist ganz allgemein bei den übrigen Flagellaten. ²⁾ In der freien Bewegung gehen die Theilungen der innern Organe vor sich, trennen sich die beiden Tochterzellen. Diese Organismen haben daher keine Ruhezeit wie die *Euglenen*. Ein großer Unterschied liegt schließlich nicht in diesem verschiedenen Verhalten, zumal es ja auch bisweilen bei *Euglena viridis*, häufiger bei *hyalina* vorkommt, dass die Einschnürung zum Theil während der freien Bewegung vor sich geht; andererseits ist es interessant, wie innerhalb der *Euglenaceen*-Reihe dieses Moment vegetativer Ruhe bei der Theilung allmählich verschwindet.

Eine andere in Infusionen häufige *Astasia*art, die STEIN zu seiner *Astasia Proteus* rechnet, mag als *Astasia inflata* Duj. bezeichnet werden. Sie besitzt einen während der Bewegung meist plattgedrückten eiförmigen Körper (Taf. II, Fig. 48). ³⁾ Die Membran ist sehr deutlich spirallig gestreift, ist weniger quellungsfähig wie die der vorigen Art. Demgemäß ist

1) Doch muss ich es dahingestellt sein lassen, ob die von mir beschriebenen Formen denen der genannten Autoren genau entsprechen; es ist in einzelnen Fällen nicht möglich zu konstatiren, wegen der vorliegenden ungenauen Zeichnungen und Beschreibungen.

2) Vgl. BÜRSCHLI in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. S. 256.

3) Vgl. STEIN III. 4. Taf. XXII, Fig. 48—50.

auch die Metabolie geringer. Bei allen Individuen habe ich nur eine Cilie beobachtet; am vorderen Ende liegt die Hauptvakuole, im Cytoplasma der Kern; es finden sich Paramylonkörner von charakteristischer Stabform.

Eine fernere selbständige hierher gehörige Form ist die *Rhabdomonas incurva* Fres., die STEIN auffallenderweise als starre Jugendform zu der nach ihm durch Metabolie charakterisirten Familie der Astasiaen und speziell zu *Astasia Proteus* stellt¹⁾. Diese kleine monadenähnliche Form hat FRESSENIUS²⁾ zuerst beschrieben. Sie tritt in zahlloser Menge in faulenden Algenkulturen auf, besitzt einen länglich zylindrischen Körper, der meist etwas gekrümmt ist und keine Metabolie mehr zeigt. Die wenig quellungsfähige Membran ist längsstreifig. Am vorderen Ende sitzt eine Cilie; im Cytoplasma findet sich der rundliche Kern, und liegen zahlreiche kurz zylindrische Paramylonkörner.

An diese *Rhabdomonas incurva*, ebenso an *Astasia flavicans* schließen sich eine Menge von farblosen, in Infusionen sehr häufigen Organismen an, die aber in betreff ihrer Stellung noch genauerer Untersuchung bedürfen. Sicher zu den Euglenaceen gehört noch eine sehr niedliche farblose Flagellate, das von PERTY entdeckte und zu seinen Monaden gerechnete *Menoidium pellucidum*³⁾, welches STEIN zu seiner Familie der Scytomonaden stellt. Seiner Organisation nach ist aber *Menoidium* eine Euglenacee (Taf. II, Fig. 43). Sein zart durchsichtiger Körper ist flach sichelförmig, hat eine schmale Rückenseite, die sich gegen die nur als scharfe Kante hervortretende Bauchseite zuschärft. Der vordere Theil des Körpers ist sehr ähnlich wie bei den Formen von *Euglena acus* gebaut (vergl. Taf. II, Fig. 43 mit Fig. 40, 44, 42); er ist meist schief abgestutzt oder bisweilen zweispitzig, enthält einen zarten Membrantrichter, der bis in die Nähe der Hauptvakuole führt. Diese tritt wenig distinkt hervor, die kontraktile Nebenvakuolen, die ich bisher nur in Einzahl neben ihr beobachtete, pulsiren sehr langsam und sind wegen der Durchsichtigkeit des ganzen Körpers schwer sichtbar. Im unteren Theile desselben liegt der Kern mit großem Nucleolus. Die Membran ist wenig quellungsfähig und sehr zart längsstreifig. Metabolie ist bisher nicht beobachtet. Die Vorwärtsbewegung ist wesentlich dieselbe wie bei allen Euglenen, nur fällt die Rotationsachse ziemlich mit der Achse der Vorwärtsbewegung zusammen.

Die Lebensweise der bisher besprochenen farblosen Formen von *Astasia*-arten, *Rhabdomonas*, *Menoidium* ist dieselbe der chlorophyllfreien *Euglena*-, *Phacus*- etc. Arten; sie ernähren sich wie diese durch Aufnahme organischer, in Wasser gelöster Substanzen und sind daher in ihrem Leben mehr

1) Vgl. STEIN III. 4. Taf. XXII, Fig. 53.

2) FRESSENIUS in Abh. d. Senckenberg. Gesellsch. Bd. II. 4856—58. S. 230. Taf. X. Fig. 46—47.

3) PERTY, Lebensf. S. 174. Taf. XV, Fig. 49; vgl. STEIN III. 4. Taf. XXIII, Fig. 30—34.

oder minder an faulige Sumpfgewässer gebunden. Alle haben das gleiche Stoffwechselprodukt, das Paramylon.

Diese Astasieen im engeren Sinne, die so auf das engste mit den grünen Euglenen durch die farblosen Formen derselben zusammenhängen, führen direkt weiter zu einer anderen Gruppe von Formen, den Peranemeen, die schon einen veränderten Typus in der Organisation der Flagellaten darstellen.

IV. Die systematische Anordnung der Euglenaceen.

Die Euglenaceen, so einheitlich im Wesentlichen ihre Organisation ist, treten in einer Menge verschiedener Formtypen auf. Wie bei den meisten der niederen Organismen ist die Frage nach der Speziesunterscheidung eine sehr schwierige. Zwischen allen den so verschiedenen Euglenaceenarten existiren Mittelformen, und leicht wäre es nur bei Berücksichtigung der äußeren Gestaltung darzulegen, wie eigentlich sämtliche bekannte Arten nur Formen einiger weniger sind. So wichtig es nun ist, daraus den Zusammenhang aller hierhergehörigen Formen zu erschließen; weil wir daraus erkennen, dass sie sich auseinander entwickelt haben werden, so ist andererseits wohl hervorzuheben, dass man nicht zu schnell einer äußerlichen morphologischen Ähnlichkeit zu Liebe die direkte Zusammengehörigkeit zweier Formen behaupten dürfe, wenigstens muss man darin sehr vorsichtig sein. Bei längern Beobachtungen und Kulturen treten manche Formen, die für den ersten Anblick wegen der Ähnlichkeit ihrer äußeren Gestalt identisch zu sein scheinen, uns als verschiedene für sich abgeschlossene Organismen entgegen, wenn wir die feinere innere Struktur, die Art der Bewegung, ihre Lebenserscheinungen, ihr Verhalten gegen äußere Einflüsse berücksichtigen. Von diesem Gesichtspunkt aus sind im Folgenden eine Reihe Arten unterschieden worden, d. h. Formen, die nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen wohl voneinander gesondert erscheinen. Damit ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß für manche dieser Arten später ein engerer Zusammenhang erkannt werden wird, wenn durch längere Kulturen, vor allem durch Variation in den Kulturweisen die Grenzen, in denen jede Art je nach den äußeren Bedingungen variiert, genauer festgestellt werden. So lange das nicht geschehen, ist es rathsamer, lieber zu scharf zu unterscheiden als zu verworren zusammenzuwerfen, denn die Fehler des ersteren lassen sich leichter beseitigen als die des letzteren.

Im Allgemeinen sind die Euglenaceen sehr wenig systematisch bearbeitet worden. EHRENBURG hat die Hauptformen entdeckt und kurz beschrieben; seine Nachfolger DUJARDIN, PERTY haben manche neue Formen zugefügt, eben so SCHMARDT, CARTER; doch ist wegen der ungenügenden Beschreibung der größere Theil nicht sicher bestimmbar. STEIN hat sie, und wohl mit Recht, unberücksichtigt gelassen und ist wieder auf EHRENBURG wesentlich zurückgegangen. Er selbst gibt von den von ihm anerkannten

Arten gute Abbildungen; eine zusammenhängende Darstellung hat STEIN bisher nicht geliefert.

Euglenaceae.

Astasiaea EHBG. (e. p.), *Cryptomonadina* EHBG. (e. p.), *Peridinaea* EHBG. (e. p.).

Eugleniens DUJ. (e. p.), *Thecamonadiens* DUJ. (e. p.).

Astasiaea PERTY, *Thecamonadina* PERTY, *Cryptomonadina* PERTY.

Euglenida STEIN, *Astasiaea* STEIN (e. p.), *Chloropeltida* STEIN, *Scyptomonadina* STEIN (e. p.).

Organismen von mikroskopischer Kleinheit, mit freier Vorwärtsbewegung begabt, von länglich spindelförmiger bis platt gedrückter, bandförmiger Gestalt; zeitlebens von einer streifig differenzirten Membran umgeben, von der am vorderen Ende eine trichterförmige Falte nach innen geht; in diesem Membrantrichter sitzt das Bewegungsorgan, bestehend in einer, selten zwei Cilien. Im Vorderende unterhalb des Trichters befindet sich ein langsam pulsirender Flüssigkeitsbehälter, die Hauptvakuole, in die eine bis mehrere Nebenvakuolen münden. Von der Membran umschlossen ist das feinkörnige, resp. feinnetzige Cytoplasma, in welchem der große, meist rundlich ovale Kern und in wechselnder Menge und Gestalt das bei allen gleiche Stoffwechselprodukt, das Paramylon, liegt.

Bei der großen Mehrzahl finden sich verschieden geformte Chlorophyllträger und an der Hauptvakuole je ein Augenfleck.

Die Vermehrung geschieht auf dem Wege der Längstheilung durch einseitige, am Vorderende beginnende Einschnürung. Sehr häufig findet sie in besonderen Hüllen statt, die bald haut-, bald schleimartig sind. Bei ungünstigen äußeren Umständen gehen die Euglenaceen in einen Dauerzustand über, charakterisirt durch Aufhören der Bewegung, Bildung großer Massen von Paramylon und häufig von besonderen Hüllen.

Die Vorwärtsbewegung ist bei allen dieselbe, stets verbunden mit Rotation des Körpers. Sehr viele zeigen außerdem Gestaltsveränderungen, die sog. Metabolie.

Die Ernährung geschieht theils durch Assimilation der Kohlensäure in den Chlorophyllträgern bei Einfluss des Lichtes, theils durch Aufnahme vorgebildeter organischer, in Wasser gelöster Substanzen.

Alle Euglenaceen leben im Wasser, sei es im süßen oder in dem des Meeres.¹⁾

1) Die Hauptentwicklung erreichen nach den vorliegenden Beobachtungen die Euglenaceen im süßen Wasser; eine dem Meer eigenthümliche Form ist bisher nicht bekannt. *Euglena viridis* hat STEIN (III. 4. S. 443) häufig im Meer beobachtet; *Euglena agilis* Carter, eine mir nicht näher bekannte Art, kommt im brackischen Wasser vor. (CARTER in Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XVIII. 1856. S. 240.)

I. Gruppe. **Euglenae.**

Die Theilung geschieht in Ruhe nach Verlust der Cilie. Die größte Mehrzahl besitzt einen Augenfleck und Chlorophyllträger, die entweder bandförmig oder scheibenförmig gestaltet sind.

Gattung 1. **Euglena** EHBG.

Langgestreckt spindelförmig, zylindrisch oder bandförmig, mehr oder minder der Metabolie fähig; mit einer Cilie versehen; während der Bewegung meist ohne besondere Hülle.

Die Gattung ist von EHRENBURG gegründet worden. DUJARDIN trennte die nicht metabolischen Formen davon ab und stellte sie in die Gattung Phacus. In der von DUJARDIN gegebenen Umgrenzung ist die Gattung Euglena auch weiterhin beibehalten worden.

Die verschiedenen Arten sind im Folgenden in gewisse Gruppen vertheilt.

Typus der **Euglena viridis.**

Körper bei normaler Vorwärtsbewegung spindelförmig, bis langgestreckt eiförmig; Membran sehr quellungsfähig, zart spiralförmig gestreift. Die Chlorophyllträger häufig bandförmig. Paramylonkörner kurz zylindrisch bis rund scheibenförmig. Die Theilung findet innerhalb einer Haut- oder Schleimhülle statt, der Körper geht dabei aus dem langgestreckten in einen abgerundeten Zustand über. Lebhaft metabolisch; vorzugsweise Zusammenziehen und Ausdehnen der Länge nach.

α Chlorophyllträger ohne deutliches beschaltes Pyrenoid.

Euglena viridis, EHBG. Inf. S. 407. Taf. VII, Fig. 9, DUJ. S. 364. Taf. V, Fig. 9—40, PERTY S. 466. Taf. X, Fig. 6, STEIN Taf. XX, Fig. 17—33, *Cercaria viridis*, MÜLLER, Animalc. 1796. S. 426. Taf. XIX, Fig. 6—43; m. Taf. III, Fig. 2.

Körper spindelförmig, meist nach vorne weniger als nach hinten verjüngt. Der Kern liegt im hinteren Theile. Chlorophyllträger bandförmig, in steilem Bogen in der Peripherie des Cytoplasmas verlaufend, gegen den in der Mitte des Körpers befindlichen, kugligen Haufen von Paramylonkörnern strahlend. Cilie so lang wie der Körper.

In Straßenrinnen und Lachen.

Lg = 0,052 mm,

Br = 0,044 -

β *olivacea*.

Ausgezeichnet durch den olivengrünen Ton des Chlorophylls, dessen Träger oft lappig eingeschnürt, bisweilen scheibenförmig sind; größer als α .

Lg = 0,072 mm,

Br = 0,016 -

In Mist- und faulenden Schlammputzen.

γ hyalina (E. *hyalina*, ENGB., Inf. S. 407. Taf. VII, Fig. 7)

Ohne Chlorophyll; Augenfleck vorhanden, aber oft rudimentär. Größe von α ; vgl. Taf. II, Fig. 14—15.

Euglena viridis ist wohl einer der gemeinsten und in größter Menge vorkommenden Süßwasserbewohner unserer Gegenden; sie gehört auch deshalb zu den seit langer Zeit bekannten niederen Organismen. EHRENBURG hat die ältere Geschichte ausführlich behandelt; vor ihm hat diese Art nicht weniger als 12 verschiedenen Gattungen angehört und 19 verschiedene Artnamen gehabt. Am besten vor EHRENBURG ist sie von O. F. MÜLLER beschrieben worden. Ersterer nahm sie als Typus seiner neuen Gattung *Euglena*. Seit seiner Arbeit ist die Art sehr vielfach erwähnt worden, sie ist die einzige, die genauer bisher beobachtet worden ist. Sie wurde stets als Typus angenommen, und nach ihr beurtheilte man die ganze Familie, obwohl sie in vielen Beziehungen von den andern Formen abweicht. Die Literaturangaben über ihre Theilung sind schon früher mitgetheilt worden; ihre Organisation wurde weniger berücksichtigt. CARTER¹⁾ fand an ihr die pulsirende Nebenvakuole, STEIN beobachtete den Schlund, d. h. den Membrantrichter. SCHMITZ²⁾ beschrieb die Chlorophyllträger. Bisher hat man unter *Euglena viridis* sehr verschiedene Formen begriffen; ich beschränke die Art auf die durch die angegebene Diagnose charakterisirten Euglenen.

Die von mir abgetrennte Form β *olivacea* ist durchschnittlich größer als die Hauptform. Der Körper ist langgestreckter, bisweilen fast zylindrisch. Die Chlorophyllbänder laufen gewöhnlich in flacherem Bogen in der Peripherie des Cytoplasmas und erscheinen viel unabhängiger von dem Haufen Paramylonkörner, der häufig mehr im unteren Theile des Körpers liegt. Bei sehr vielen Exemplaren sind die Chlorophyllbänder eingeschnürt oder zerschlitzt und zerfallen in mannigfach geformte bald eckige bald rund scheibenförmige kleinere Stücke. Die Farbe der in der freien Natur lebenden Individuen ist ein bräunliches Olivengrün.

Diese Form *olivacea* bewohnt vorzugsweise Gewässer, die reich an organischen Zersetzungsprodukten sind; sie findet sich in den Mistputzen unserer Dörfer, in Abläufen von Bierbrauereien, Abtritten etc. Doch gedeiht sie auch sehr üppig auf Torf, den man nur mit Nährsalzen getränkt hat. Sie hält sich in der Kultur konstant, wenn auch die Unterschiede von der Hauptform bei längerer Dauer derselben nicht so hervortreten, weil

1) CARTER in ANN. and Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XV. 1857. S. 34.

2) SCHMITZ, Die Chromatoph. 1882. S. 48, 44; über die Differenz zwischen meinen und seinen Beobachtungen vergleiche das früher Gesagte.

beide in Ruhe übergehen. Führt man sie dann wieder in Bewegung über, so sind sie leicht zu unterscheiden.

Ob die als γ hyalina bezeichnete chlorophyllfreie Form eine selbständige Art, Varietät oder vielleicht nur Standortsvarietät ist, können erst längere Kulturversuche entscheiden. Sie kommt vereinzelt zwischen den beiden andern Formen, aber auch an andern Orten für sich vor, entwickelt sich zu größerer Menge erst bei starker Fäulnis und vermehrt sich dann vollkommen wie eine selbständige Art. Der Augenfleck ist bei ihr so zu sagen im Verschwinden begriffen. Man findet viele Exemplare mit großem rothen Augenfleck, bei der Mehrzahl ist er nur schwach gelb bis röthlich gefärbt, bei manchen ist keine Spur mehr von ihm zu erkennen.

Euglena sanguinea, EHBG. S. 405. Taf. VII, Fig. 6; DUJ. S. 363; PERTY S. 167; MORREN, Recherches sur la rubéf. d. eaux. Bruxelles 1844. Taf. IV, Fig. 94—95; *E. viridis* β *sanguinea* STEIN. Taf. XX, Fig. 49; m. Taf. III, Fig. 20.

Körper in der Bewegung mehr oder minder langgestreckt eiförmig; Cilie etwa zweimal so lang als der Körper. Chlorophyllträger bandförmig, radial gegen die, die Paramylonkörner in hohlkugeligter Schicht enthaltende Mitte strahlend; ein größeres Paramylonkorn findet sich neben der Hauptvakuole.

In Folge äußerer Reize wird leicht eine durch Methylgrün dunkelblau sich färbende Schleimhülle ausgeschieden.

An manchen Lokalitäten entwickelt sich lebhaft Hämatochrom im Cytoplasma, so dass rothgefärbte Exemplare entstehen.

Lg = 0,424 mm,	Lg = 0,055 mm,
Br = 0,028 -	Br = 0,033 -

Euglena sanguinea ist eine sehr verbreitete Art, welche bisher nur in den relativ seltenen Fällen ihrer Rothfärbung beschrieben worden ist, von EHRENBERG als eine besondere Art, von STEIN als eine Varietät der *Euglena viridis*. Sie ist aber von derselben wesentlich verschieden. Sie ist durchschnittlich größer und stärker, wenn auch die Größe innerhalb weiter Grenzen schwankt, ebenso wie das Verhältnis von Länge und Breite. Die Membran ist deutlicher spiralg gestreift wie bei *viridis* und verquillt nicht mehr in Essigsäure. Das Cytoplasma zeichnet sich durch sein stark lichtbrechendes Aussehen und seinen Reichthum an kleinen Körnchen unbekannter Natur aus. Die Anordnung der Chlorophyllträger ist, wie ein Vergleich von Fig. 2 und Fig. 20 auf Taf. III ergibt, eine wesentlich andere als bei *Euglena viridis*¹⁾.

1) Bei dem Herausdrücken des Cytoplasmas beobachtete ich besonders bei den rothen Exemplaren stark gewölbte Paramylonschalen, ähnlich denjenigen der beschalteten Pyrenoide bei anderen Arten; doch habe ich bisher nicht den Zusammenhang mit den Chlorophyllträgern konstatiren können. Mir sind diese Schalen erst nachträglich aufgefallen.

Die Cilie ist sehr lang und stark und wenig empfindlich. Die Vorwärtsbewegung ist dieselbe wie bei *Euglena viridis*, erscheint aber viel ruhiger, schwerfälliger. Die Metabolie ist geringer; während der Bewegung tritt sie selten ein, hauptsächlich wenn dieselbe gestört ist.

Sehr charakteristisch für die Art ist die leichte Ausscheidung einer Schleimhülle, worauf früher schon hingewiesen ist; dieselbe färbt sich intensiv blau mit Methylgrün; bleibt aber farblos in Jod und Karmin.

Die Theilung geschieht im abgerundeten Zustande. Die Euglene bildet eine abgeplattete Kugel, die in einer dünnen Schleimhülle liegt, die bisweilen sich zu einer nach außen scharf begrenzten Blase gestaltet.

Euglena sanguinea findet sich rein grün gefärbt in der Mehrzahl der Tümpel und Teiche, in denen lebhaft Algenvegetation vorhanden ist; doch erscheint sie gewöhnlich nicht in solcher Menge wie *Euglena viridis*. An einzelnen Lokalitäten entwickelt sich nun aus nicht näher bekannten Ursachen in ihrem Cytoplasma Hämatochrom und es entstehen je nach der Menge desselben verschieden roth gefärbte Exemplare. Andere konstante Unterschiede konnten bisher nicht aufgefunden werden; vielleicht sind im Allgemeinen die rothen etwas größer und langgestreckter; die Schleimsekretion läßt sich auch nicht so leicht hervorrufen.

Eine farblose Form ist bisher nur vereinzelt und selten in Infusionen gesehen worden. Sie besitzt noch einen deutlichen Augenfleck und zeigt in Methylgrün sich umgeben mit dunkelblauer Schleimhülle.

Euglena variabilis, KLEBS Taf. III, Fig. 4 und 8.

Körper in der Bewegung kurz zylindrisch bis eiförmig, am Vorderende breit abgerundet. Cilie 2—3 mal so lang als der Körper. Membran stark gestreift; Augenfleck auffallend groß, dunkelroth; Chlorophyllträger scheibenförmig.

Lg = 0,046 mm,

Lg = 0,033 mm,

Br = 0,043 -

Br = 0,043 -

Euglena variabilis erscheint je nach den Individuen ziemlich mannigfach in der Bewegung geformt; die einen sind kurz zylindrisch mit ganz kurzer Endspitze, an den Seiten häufig leicht ausgerandet (Taf. III, Fig. 8); andere sind mehr eiförmig, nach dem hinteren Ende allmählich stark verjüngt. Die Membran verquillt nicht mehr in Essigsäure und ist sehr deutlich spiralig gestreift. Sehr charakteristisch für die Art ist der auffallend große, dunkelrothe Augenfleck. Ihm gegenüber an der Hauptvakuole liegt ähnlich wie bei *Euglena sanguinea* ein größeres abgeflacht zylindrisches Paramylonkorn.

Die sehr lange Cilie ist wenig empfindlich; die Vorwärtsbewegung erscheint sehr behend und lebhaft; während derselben bleibt die Körperform unverändert. Erst bei sehr gehinderter Bewegung, Tödtung der Cilie treten Gestaltsveränderungen ein.

Bei der Theilung zieht sich die Euglene ein wenig zusammen, wird aber nie kuglig wie *viridis*, sondern eiförmig (Taf. III, Fig. 4); die Theilung wurde bisher nur in der feuchten Kammer beobachtet und dabei konnte keine Schleimhülle bemerkt werden.

Die Art ist in großer Menge bisher nur in dem Bassin für Wasserpflanzen im botanischen Garten von Tübingen beobachtet worden.

b Chlorophyllträger mit deutlichem beschaltem Pyrenoid (Paramylonkern), auf jeder Flächenseite.

Euglena velata, KLEBS Taf. III, Fig. 3.

Körper in der Bewegung langgestreckt eiförmig, sehr allmählich nach hinten verschmälert, am Ende in eine kurze Spitze ausgezogen. Cilie so lang wie der Körper. Chlorophyllträger kurz bandförmig, an den Längsseiten oft lappig eingeschnitten, in dem peripherischen Cytoplasma dicht an einander gedrängt verlaufend, jedes mit Paramylonkern.

In Folge äußerer Reize wird leicht eine mit Karminsäure sich intensiv roth färbende Schleimhülle ausgeschieden.

Körper bei der Theilung kurz eiförmig zusammengezogen.

$$\text{Lg} = 0,098 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,027 \text{ -}$$

β *granulata*.

Licht gelbbraun gefärbt, Cytoplasma stark körnig; bildet Überzüge auf dem Wasser, die aus dicken, gallertartigen, von Wasser nicht benetzten Hüllen bestehen, in denen die Euglenen fast kugelig abgerundet liegen und sich theilen.

$$\text{Lg} = 0,083 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,023 \text{ -}$$

Euglena velata nähert sich in Größe und Körperform der *Euglena sanguinea*, unterscheidet sich von ihr wie von *viridis* leicht durch die andere Anordnung der Chlorophyllträger, besonders durch deren große auffallende Paramylonkerne. Die Membran verhält sich wie bei *Euglena viridis*; doch sind die Gestaltsveränderungen viel langsamer und schwerfälliger als bei dieser Art. Der Augenfleck stellt eine fast viereckige Platte dar. Die Cilie zeichnet sich durch ihre große Empfindlichkeit aus.

Auf die starke Schleimsekretion ist früher genauer eingegangen worden. Von *Euglena sanguinea* unterscheidet sich diese Art durch das ganz andere Verhalten ihrer Schleimhülle gegenüber Farbstoffen. Sie nimmt kein Methylgrün auf, wie bei *sanguinea*, wohl aber Karmin und Jod.

Bei der Theilung umgibt sich *Euglena velata* mit lockerer Schleimhülle; ihr Körper ist eiförmig zusammengezogen, und streckt die kurze Endspitze immer deutlich vor (Taf. III, Fig. 3).

Euglena velata kommt vereinzelt häufig an ähnlichen Lokalitäten wie *sanguinea* vor, bisweilen aber in größerer Menge auch in Straßenrinnen. In Zimmerkulturen lässt sie sich nur wenige Tage gut halten, sie ist in der Beziehung eine der empfindlichsten Euglenen. — Die als β *granulata* von mir bezeichnete Form ist vielleicht eine besondere Art; doch fehlte mir neuerdings Material, um die aus früherer Zeit gebliebenen Lücken der Kenntnis auszufüllen, und so muss die Stellung als eine vorläufige angenommen werden. Sie ist bisher nur in einem der Sümpfe auf der Schweine-weide von Kork im Badischen, hier aber das ganze Jahr hindurch in großer Menge beobachtet worden.

In der Organisation verhält sie sich wesentlich wie *Euglena velata*, doch verquillt die Membran in Essigsäure nicht. Die Farbe ist ein helles Gelbbraun. Die Chlorophyllträger, herausgedrückt scheibenförmig, enthalten das beschaltete Doppelpyrenoid. Charakteristisch ist die Bildung von gelbbraunlichen Überzügen auf dem Wasser, bestehend aus den nicht davon benetzten, dicken Schleimhüllen, in denen die Euglenen sich befinden. Kommen durch die Bewegung des Wassers die Hüllen viel damit in Berührung, verquellen sie und die Euglenen gehen in Bewegung über, während welcher sie bisweilen eine ähnliche Metabolie zeigen wie *viridis*, nur in viel schwerfälligerer Weise.

Euglena pisciformis, KLEBS Taf. III, Fig. 12.

Körper in der Bewegung schmal eiförmig, nur wenig und sehr allmählich nach hinten verjüngt; Cilie so lang wie der Körper. Die Chlorophyllträger schmal bandförmig, meist 2—4 an der Zahl, fast in der Längsachse liegend, jedes mit Paramylonkern.

$$\text{Lg} = 0,026 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,007 \text{ -}$$

Diese kleine Euglenaart ist leicht von den bisher besprochenen zu unterscheiden. Gewöhnlich finden sich nur 2 Chlorophyllbänder, welche ein wenig schief gegen die Längsachse im peripherischen Cytoplasma verlaufen. Man beobachtet dann auch 3 oder 4 Bänder, wohl Produkte der Theilung.

Die Vorwärtsbewegung ist sehr behend und gewinnt dadurch eine besondere Ähnlichkeit mit der eines Fisches, dass die Euglene dabei mit ihrem hinteren Ende hin und herschlängelt, wie ersterer mit seiner Schwanzflosse. Die Metabolie tritt nur deutlich nach Verhinderung der Bewegung auf. Die Membran verquillt nicht in Essigsäure.

Für die Theilung rundet sich diese Art kugelig ab und umgibt sich mit sehr fester Hauthülle, die auch bei Torfkulturen nicht zu homogener Gallerte verquillt, wie die von *Euglena viridis*.

Euglena pisciformis kommt an ähnlichen Standorten vor, wie die zuletzt genannte Art.

Euglena gracilis, KLEBS Taf. III, Fig. 44.

Körper in der Bewegung langgestreckt zylindrisch bis schmal eiförmig, sehr zart grün; Cilie so lang oder kürzer wie der Körper. Chlorophyllträger zahlreich, scheibenförmig, jeder mit Paramylonkern. Der Kern liegt in der Mitte des Körpers.

$$\text{Lg} = 0,043 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,009 \text{ -}$$

Euglena gracilis zeichnet sich durch die Zartheit und Durchsichtigkeit ihres Körpers aus. Die Membran verhält sich wie bei *viridis*. Die Chlorophyllträger sind aber immer scheibenförmig und liegen meist so dicht, dass der Körper homogen grün erscheint. Die Metabolie ist sehr lebhaft, ähnlich wie bei *Euglena viridis*.

Für die Theilung rundet sich die Euglene zu eiförmiger Gestalt ab.

Diese Art liebt es sehr, in die abgestorbenen Zellen alter Blätter hineinzukriechen und dort sich zu theilen, ohne besondere Schleimhüllen auszuscheiden. Doch ist sie dessen fähig, wie es sich bei Torfkulturen zeigt.

Typus der *Euglena deses*.

Körper in der Bewegung langgestreckt zylindrisch oder bandförmig, nie spindelförmig. Chlorophyllträger meist scheibenförmig. Die Theilung findet im ausgestreckten Zustande statt. Lebhaft metabolisch; besonders Ausdehnung zu dünner Platte und Wiederzusammenziehen zeigend.

Euglena deses, EHBG. S. 407. Taf. VII, Fig. 8; DUJ. S. 363. Taf. V, Fig. 49; STEIN Taf. XX, Fig. 44—46; m. Taf. II, Fig. 34.

Körper langgestreckt, zylindrisch, häufig etwas abgeplattet, stets in eine kurze Endspitze endigend. Membran zart spiralig gestreift. Chlorophyllträger kurz bandförmig mit deutlichem, aber nacktem Pyrenoid. Paramylonkörner klein, kurz zylindrisch bis oblong.

$$\text{Lg} = 0,42 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,02 \text{ -}$$

$$\text{Lg} = 0,085 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,046 \text{ -}$$

β *intermedia*. Taf. III, Fig. 1.

Sehr langgestreckt. Chlorophyllträger rund scheibenförmig, ohne Pyrenoid. Einzelne der Paramylonkörner sehr groß, lang stabförmig. Erscheint in 2 Formen.

$$\text{a. Lg} = 0,120 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,008 \text{ -}$$

$$\text{b. Lg} = 0,078 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,007 \text{ -}$$

Von dieser kleineren Form sind auch hyaline Exemplare beobachtet.

Euglena *deses* unterscheidet sich schon in der äußeren Gestaltung durch ihren langgestreckt cylindrischen, häufig schmal bandförmigen, hinten zugespitzten Körper von den Arten des früheren Typus, ebenso durch ihre Chlorophyllträger. Die Cilie ist kurz und wenig empfindlich. Im Allgemeinen beobachtet man nicht häufig ganz frei schwimmende Individuen. Gewöhnlich kriechen sie auf dem Boden oder den Rändern der Culturegefäße umher, theils durch lebhaftes Metabolie, theils mit Hilfe der Cilie. Sehr häufig dehnt die *Euglena* sich zu einer dünnen Platte aus, eine Form der Metabolie, wie sie bei dem früheren Typus nicht vorkommt. Alle Gestaltsveränderungen gehen verhältnismäßig langsam und träge vor sich.

Die Theilung geschieht, wie früher beschrieben, im ausgestreckten Zustande innerhalb einer lockeren Schleimhülle. Bei dem Übergang in den Dauerzustand hüllt sich *Euglena* *deses* gleichfalls in Schleim, nimmt dabei meist eine plattgedrückte Form an.

Euglena *deses* ist weit verbreitet und kommt stets sehr gesellig vor; sie liebt wie *Euglena* *viridis* seichte Pfützen und Rinnen auf Straßen, hält sich aber mehr am Boden auf.

Die als β *intermedia* angeführte Varietät vermittelt die Hauptform mit der nächsten Art *Ehrenbergii*. Die Körperform ist wie bei *deses*, aber länger gestreckt. Die Chlorophyllträger sind aber stets rund scheibenförmig und besitzen kein deutliches Pyrenoid. Charakteristisch ist ferner, dass ober- und unterhalb des in der Mitte des Körpers liegenden Kerns sich mehrere große stabförmige Paramylonkörner (Taf. III, Fig. 4 p) finden, wie sie bei der Hauptform nicht gewöhnlich vorkommen. Diese Varietät erscheint in zwei Formen; auf die größere α passt vorzugsweise die eben gegebene Schilderung. Die kleine nähert sich mehr der Hauptform, insofern als die Paramylonkörner zwar noch relativ groß, aber kürzer stabförmig sind und keine bestimmte Stellung einnehmen. Sehr ähnlich dieser kleinen Form verhält sich eine hyaline *Euglena*, die nur etwas mehr stachelartig am hinteren Ende verlängert ist. Bei ihrer Metabolie trat auch häufige Torsion des Körpers hervor.

Euglena Ehrenbergii, KLEBS. *Amblyophis viridis*, EHBG. S. 403. Taf. VII, Fig. 5; *Euglena viridis*, PERTY S. 466; *Euglena deses* e. p. STEIN Taf. XXI, Fig. 44—46.

Körper in der Bewegung schmal bandförmig, am vorderen sowie am hinteren Ende breit abgerundet. Membran stark spiralig gestreift. Chlorophyllträger sehr klein, rund scheibenförmig, ohne deutliches Pyrenoid. Paramylonkörner sehr groß, meist lang stabförmig.

$$\text{Lg} = 0,29 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,026 \text{ -}$$

Als *Euglena Ehrenbergii* wird von mir die von EHRENBURG beschriebene *Amblyophis viridis* bezeichnet; es ist eine typische *Euglene*, deren Art-

name, weil schon vergeben, verändert werden musste. PERTY betrachtete dieselbe als Varietät der *Euglena viridis*, STEIN als Altersform der *Euglena* dieses, weil beide den näheren Bau der betreffenden Arten nicht kannten.

Euglena Ehrenbergii ist von dieses durch ihre Größe, vor allem ihr stets breit abgerundetes Hinterende, ihre sehr kleinen scheibenförmigen Chlorophyllträger und den großen gewölbten Augenfleck wohl unterschieden. Die Paramylonkörner finden sich in mannigfachen Gestalten; besonders charakteristisch sind sehr dünne, lang stabförmige, oft knieförmig gebogene; doch kommen auch zylindrisch abgeplattete bis rund scheibenförmige vor.

Die Cilie ist kürzer als der ausgestreckte Körper und sehr empfindlich, so dass cilientragende Exemplare nicht häufig zu beobachten sind. Gewöhnlich kriechen sie vermöge ihrer metabolischen Bewegungen langsam einher. Sehr gern flacht sich die *Euglena* zu einer dünnen eiförmigen Platte ab, besonders wenn irgend welche störende äußere Einflüsse wie Druck, Stoß etc. sie treffen. Häufig — und das zeigt sich auch während der freien Bewegung, tordirt sie ihren Körper, was bei den bisher besprochenen Formen nur selten eintritt, dagegen sehr regelmäßig bei denen des nächsten Typus.

Die Theilung ist nur sehr selten beobachtet worden; sie fand in einer großen, nach außen scharf begrenzten Blase statt. Eine ähnliche Hülle wird auch beim Übergang in den Dauerzustand gebildet; in ihr liegt die *Euglena* zu einer Platte abgeflacht, deren Ränder übereinander geschlagen sind.

Euglena Ehrenbergii gehört zu den selteneren Arten, doch kommt sie meist gesellig vor.

Typus der *Euglena oxyuris*.

Körper langgestreckt, stets in eine scharfe Endspitze hinten zugespitzt, gewöhnlich in der Weise tordirt, dass drei Kanten spiralg vom Hinter- zum Vorderende verlaufen. Chlorophyllträger klein, rund scheibenförmig; Paramylonkörner sehr groß, meist einzelne in bestimmter Stellung. Theilung wie bei dem früheren Typus. Metabolie sehr gering.

Dieser Typus steht nach manchen Beziehungen in der Mitte zwischen dem der *Euglena* dieses, und dem folgenden der *Euglena spirogyra*.

Euglena oxyuris SCHMARDA.¹⁾ STEIN Taf. XX, Fig. 4—5.

Körper langgestreckt, etwas platt gedrückt, tordirt; Hinterende kurz, scharf zugespitzt. Ober- und unterhalb des in der Mitte des Körpers liegenden Kerns findet sich je ein großes, ringförmiges Paramylonkorn. Membran mit sehr hervortretenden Spiralstreifen.

¹⁾ SCHMARDA, Kleine Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Wien 1846. S. 17. Taf. I, Fig. II, 4—7 (citirt nach PERTY); das Werk ist mir nicht zugänglich gewesen.

Lg = 0,392 mm,

Br = 0,035 -

Euglena oxyuris hat eine der *Euglena Ehrenbergii* ähnliche Körperform, unterscheidet sich aber durch ihre drei Torsionskanten, außerdem dadurch, dass sie stets ein spitzes farbloses Hinterende besitzt. Doch kommen auch Exemplare vor, wo die Torsion kaum vorhanden ist; es ist möglich, dass die *Euglene* fähig ist, dieselbe rückgängig zu machen und wieder herzustellen; direkt konnte es nicht beobachtet werden. Die Membran ist sehr zähe und fest, verquillt nicht in Säuren, Alkalien, quillt überhaupt sehr wenig und platzt auch nicht durch den Druck des quellenden Inhaltes.

Charakteristisch sind die beiden großen ringförmigen Paramylonkörner; doch kommen auch Individuen vor, bei denen das eine fast scheibenförmig ist; bisweilen liegen beide im unteren Theile des Körpers.

Die Cilie ist halb so lang wie der Körper und etwas weniger empfindlich als die der vorigen Art. Die freie Bewegung ist sehr gleichmäßig und geht relativ schnell vor sich. Die Metabolie ist sehr gering. Gewöhnlich findet selbst bei starken äußeren Reizen nur eine leichte Krümmung des Vorder- oder Hinterendes statt; bisweilen zieht sich der Körper ein wenig zusammen.

Die Theilung und der Dauerzustand sind bisher nicht beobachtet worden.

Euglena oxyuris ist mäßig verbreitet in Algenstümpfen, kommt meistens nur vereinzelt vor.

Euglena tripteris (DUJ.), *Phacus tripteris*, DUJ. S. 328. Taf. V. Fig. 7;

Euglena oxyuris e. p. STEIN Taf. XX, Fig. 6.

Körper langgestreckt, plattgedrückt, stark tordirt, hinten in einen sehr langen, farblosen Stachel verlängert. Je ein großes, stabförmiges Paramylonkorn ober- und unterhalb des Kerns. Membran sehr zart gestreift.

Lg = 0,074 mm,

Br = 0,013 -

Diese Art, die von DUJARDIN entdeckt worden ist, wurde von ihm wegen der Starrheit ihres Körpers zu der Gattung *Phacus* gestellt. STEIN, der Metabolie beobachtete und eine gute Zeichnung gibt, bezeichnet sie als Jugendform von *Euglena oxyuris*, wofür bisher kein Grund vorliegt. Sie ist eine sehr leicht kenntliche und in der Kultur sich konstant fortpflanzende Art.

Euglena tripteris ist durchschnittlich viel kleiner als *oxyuris*, geht nach hinten in einen viel längeren Endstachel aus. Die Torsionskanten treten oft so weit nach außen vor, dass der Körper geflügelt erscheint. Doch finden sich auch hier Exemplare mit kaum angedeuteten Torsionskanten. Von den Paramylonkörnern treten zwei besonders hervor, wie bei *oxyuris*, sie sind aber nie ringförmig wie bei dieser Art, sondern stets stabförmig.

Die Metabolie ist noch mehr verringert, weshalb DUJARDIN die Art auch zu den starren Phacus-Arten stellte. Doch zeigt sie schwache Krümmungen des Vorder- und Hinterendes.

Die Theilung findet, soweit bekannt, ohne Schleimhülle statt. Bei einer kleinen Form, deren nähere Beziehungen zu der typischen noch nicht aufgeklärt sind, fanden sich an einer Localität zahlreiche in Schleim gebettete Exemplare.

Euglena tripteris ist mäßig häufig in Algenstümpfen und meist gesellig.

Typus der *Euglena spirogyra*.

Nur eine Art

Euglena spirogyra, EHBG. S. 440. Taf. VII, Fig. 40; DUJ. S. 365. Taf. V, Fig. 47; PERTY S. 467. Taf. IX, Fig. 6; STEIN Taf. XX, Fig. 7—9; m. Taf. III, Fig. 43 ab.

Körper in der Bewegung langgestreckt, zylindrisch oder bandförmig, hinten in eine kurze, farblose Spitze zugeshärft. Membran an den Spiralstreifen mit Höckern besetzt und durch Eisenoxydhydrat gelb bis braun gefärbt. Je ein großes, ringförmiges Paramylonkorn ober- und unterhalb des Kerns. Cilie kürzer als der Körper.

Theilung und Dauerzustand ohne Hülle.

Lg = 0,094 mm,

Br = 0,008 -

β *fusca*.

Membran dunkelbraun bis fast schwarz; die Höcker sehr groß. Körper breit bandförmig. Cilie von der Länge des Körpers. Durchschnittlich größer als α .

Lg = 0,47 mm,

Br = 0,023 -

Euglena spirogyra ist eine durch die Struktur ihrer Membran ausgezeichnete Art; das Wesentliche ist früher besprochen worden. Wenn man die Eisenverbindung durch verdünnte Salzsäure herauslöst, bleibt eine zarte farblose Membran zurück; in betreff der Höcker wirkt die Säure verschieden, je nachdem in denselben die Substanz der Membran oder des Eisens überwiegt. Bei manchen Exemplaren verschwinden die Höckerreihen so gut wie ganz, bei andern bleiben sie in der Säure deutlich zurück. Die Höcker der Spiralstreifen werden zum Theil abgestoßen und wieder neugebildet. Bei β *fusca* findet man bei den meisten Exemplaren einzelne Stellen der Membran von Höckern frei, bei der Hauptform wechseln oft regelmäßig Spiralstreifen mit und ohne Höcker ab. Wie die Neubildung vor sich geht, ist nicht bekannt. Vielleicht hängt damit eine bei β *fusca* häufig beobachtete Erscheinung zusammen. An der Oberfläche der Mem-

bran findet man kurze, steife, stark lichtbrechende Stäbchen, die entsprechend den Spiralstreifen aus der Membran hervortreten; sie färben sich nicht mit Methylgrün, noch Karmin, noch mit Jod, bleiben unverändert nach Behandlung von Kali, Alkohol, verhalten sich ähnlich wie die Substanz der Fäden, auf denen die Höcker sitzen.

Die Cilie ist bei der typischen Form kurz und wenig empfindlich. Die Bewegung ist bei günstigen Bedingungen sehr lebhaft. Sehr häufig begnügt sich die Euglene mit Umherkriechen, wobei die Cilie und die Metabolie zusammenwirken. *Euglena spirogyra* ist viel metabolischer als *Euglena oxyuris* und *tripteris*. Charakteristisch für sie ist die halbkreisförmige seitliche Krümmung; vielfach dreht sie ihren Körper auch spiralig. In sehr ungünstigen Lebenslagen, bei großem Wassermangel oder Vorhandensein schädlicher Substanzen, findet ein Zusammenziehen des Körpers statt. Man erhält solche Formen, wie sie PERTY Taf. IX, Fig. 6, STEIN Taf. XX, Fig. 9 abbilden, besonders wenn man *Euglena spirogyra* langsam in Farbstofflösungen sterben lässt.

Euglena spirogyra ist sehr verbreitet und tritt immer gesellig auf, sie lebt ebenso gern in flachen Pfützen und Rinnen auf Straßen wie in den Algenstümpfen und Teichen.

Die als β *fusca* angeführte Varietät unterscheidet sich nicht bloß durch die stärkere Ausbildung der Höcker und größere Eiseneinlagerung, sondern auch nach andern Beziehungen. Sie ist durchschnittlich größer und stets breit bandförmig. Ihre Bewegung ist träger, ihre Metabolie schwächer. Sie pflanzt sich konstant in der Kultur durch Theilung fort und findet sich oft für sich allein, getrennt von der Hauptform.

Noch eine dritte Form ist beobachtet worden, deren Beziehungen zu der typischen noch nicht genügend klar gelegt sind. Bei ihr, die in Gestalt und Bau der Hauptform gleicht, sind die Höckerreihen sehr schwach ausgebildet, die Eiseneinlagerung ist gering. Statt der ringförmigen Paramylonkörner fanden sich oft ovale bis rundlich scheibenförmige, die bei der typischen Form nicht vorkommen. Auch zeichnete sich diese zart grüne, wenig höckrige Varietät durch ihre sehr lebhaftete Metabolie aus. Sie ist bisher nur an einem Standort bei Tübingen im Wald von Bebenhausen gefunden worden.

Typus der *Euglena acus*.

Körper langgestreckt, schmal zylindrisch bis nadelförmig, nach vorne in ein farbloses, oben etwas abgestutztes Ende ausgezogen, nach hinten spitz zulaufend. Chlorophyllträger, wenn vorhanden, rund scheibenförmig. Entweder nur kleine Paramylonkörner oder einige besonders große, stabförmige. Metabolie verschieden lebhaft nach den Arten.

Euglena acus, EHBG. S. 142. Taf. VII, Fig. 15; DUJ. S. 364. Taf. V, Fig. 48; PERTY S. 466; STEIN Taf. XX, Fig. 10—13; *Vibrio acus*, MÜLLER Anim. S. 59. Taf. VIII, Fig. 9—10; m. Taf. III, Fig. 21.

Körper sehr langgestreckt nadelförmig, nach hinten in eine lange Spitze verlängert, vorne in ein farbloses, halsartiges Ende übergehend. Paramylonkörner groß stabförmig. Cilie sehr kurz; Metabolie sehr gering.

Lg = 0,0417 mm,

Lg = 0,182 mm,

Br = 0,007 -

Br = 0,04 -

β *mutabilis*. Taf. II, Fig. 44.

Paramylonkörner meist klein, kurz zylindrisch; stark metabolisch.

Lg = 0,078 mm,

Br = 0,007 -

γ *hyalina*.

Tritt in zwei Formen auf; die eine (Taf. II, Fig. 10) entspricht der grünen Hauptform und besitzt noch den Augenfleck, die andere der Varietät β und zeigt letzteren nicht mehr.

Euglena acus ist durch ihre nadelförmige Gestalt sehr charakterisirt. In dem vorderen farblosen Ende liegt der enge, tiefgehende Membrantrichter und die langgezogene Hauptvakuole (Taf. II, Fig. 6). Die Membran ist wenig quellbar und nur zart spiralig gestreift. Die Cilie ist sehr kurz und wird immer gebogen getragen, die Vorwärtsbewegung ist schnell und gewinnt dadurch ein besonderes Aussehen, dass der lang und schmal nadelförmige, steife Körper mit seinem hinteren Ende fast in der Achse der Vorwärtsbewegung rotirt, während das vorderste Ende um dieselbe einen gewaltigen Bogen beschreibt. Die Gestaltsveränderungen sind gering; die Enden krümmen sich einwärts, seltener wird der Körper zusammengezogen oder spiralig gekrümmt.

Die Theilung findet im ausgestreckten Zustande statt, wie schon EHRENBURG beobachtete; eine Schleimhülle ließ sich bisher nicht nachweisen. Der Dauerzustand ist noch unbekannt.

Die Varietät *mutabilis* zeichnet sich durch den Mangel an den größern stabförmigen Paramylonkörnern und durch ihre sehr lebhaftige Metabolie aus. Besonders gern krümmt sie sich seitlich ein, oft bis zu der Bildung einer Schlinge.

Euglena acus kommt mäßig häufig vor, aber selten gesellig an den gewöhnlichen Algenstandorten.

Euglena curvata, KLEBS Taf. II, Fig. 12.

Körper in der Bewegung zylindrisch, nach vorne ein wenig verschmälert, stets bogig in einer Ebene oder spiralig gekrümmt. Weder Augen-

fleck noch Chlorophyllträger sind bisher beobachtet. Die Paramylonkörner sehr klein. Metabolie lebhaft.

$$\text{Lg} = 0,046 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,005 \text{ -}$$

Euglena curvata ist nur selten nadelförmig, meist cylindrisch und nur nach vorne etwas verschmälert und wie bei *acus* abgestutzt. Die Membran ist zart gestreift. Die Vorwärtsbewegung ist sehr flink und behend; während derselben ist der Körper fast stets, aber in mannigfacher Weise gekrümmt. Die Gestaltsveränderungen gehen ähnlich wie bei *acus* β *mutabilis* vor sich, außerdem kann aber auch *Euglena curvata* sich zu einer dünnen Platte ausbreiten.

Theilung und Dauerzustand sind bisher nicht bekannt.

Euglena curvata fand sich mehrfach in ungeheurer Menge in faulenden Algenkulturen. Einerseits steht sie sehr nahe der *Euglena acus*, besonders durch deren Varietät β , andererseits erinnert sie sehr an *Menoidium pellucidum* (Taf. II, Fig. 43).

Gattung 2. *Phacus* NITSCH.

Körper meist plattgedrückt, seltener zylindrisch; ohne Metabolie. In der Organisation sich wie *Euglena* verhaltend, nur 1 Cilie besitzend; Chlorophyllträger stets rund scheibenförmig. Paramylonkörner vorzugsweise scheibenförmig.

Die Gattung wurde von NITSCH gegründet für die von O. F. MÜLLER beschriebene *Cercaria pleuronectes*. EHRENBURG stellte diese Art nebst Verwandten direkt zu *Euglena*, während DUJARDIN, die Starrheit des Körpers hervorhebend, die Gattung *Phacus* wieder zur Geltung brachte. Wir haben gesehen, daß innerhalb der Artenreihe von *Euglena* alle Übergänge von lebendigster Metabolie bis fast vollständiger Starrheit vorhanden sind, und es läge daher kein Grund vor, bloß wegen der letzteren die Gattung *Phacus* anzuerkennen, zumal einzelne Arten derselben z. B. *Phacus pyrum* noch entschieden metabolisch sind. Doch ist die Gattung beibehalten worden, weil sie sich auch in anderen Charakteren als eine einheitliche Gruppe erweist, besonders hinsichtlich der Körperform und des Baues der Paramylonkörner. Jedenfalls scheint mir die Auffassung STEIN's, der die *Phacus*arten in eine besondere Familie der Chloropeltida stellt, nicht berechtigt.

Phacus pleuronectes NITSCH. *Cercaria pleuron.* O. F. MÜLLER Anim. S. 435. Taf. XIX, Fig. 49—24; *Euglena* pl. EHBG. S. 444. Taf. VII, Fig. 42; *Phacus pleur.* DUJ. S. 336. Taf. V, Fig. 5; PERTY S. 464; STEIN Taf. XIX, Fig. 58—66.

Körper wenig länger wie breit, plattgedrückt, leicht gekrümmt dabei, am hinteren Ende plötzlich in eine schief abstehende farblose Spitze aus-

gezogen; am oberen Rande mit einer schief seitwärts vorspringenden Membranfalte versehen. Membran längsstreifig. Oberhalb des Kerns ein besonders großes scheibenförmiges Paramylonkorn.

Lg = 0,049 mm,

Br = 0,033 -

β *brevicaudata*.

Die Seitentränder des Körpers laufen am hinteren Ende nur spitz zu, ein abstehender Endstachel fehlt; kleiner.

Lg = 0,034 mm,

Br = 0,023 -

γ *hyalina* Taf. II, Fig. 47.

Dicker, und stärker gekrümmt wie α ; ohne Chlorophyll und Augenfleck.

Lg = 0,036 mm,

Br = 0,026 -

δ *triquetra*, *Euglena triquetra*, ENGB. S. 442. Taf. VII, Fig. 44; *Phacus triquetra*, DUJ. S. 338; PERTY S. 464.

Auf der konvexen Rückenseite mit einem scharf vorspringenden Längskiel; sonst wie α .

Phacus pleuronectes erscheint in mannigfachen Formen; sein vorderes Ende erscheint gewöhnlich dadurch zweilippig, dass auf der Rückenseite (d. h. der konvexen) sich in der Mitte eine schmale Membranfalte erhebt, die aber meistens nur wenig von der Rückenfläche vorsteht. Bisweilen geht diese Falte bis zum hinteren Ende und steht dann auch mehr kielartig vom Körper ab, womit der Übergang zu der Varietät δ *triquetra* gemacht wird, bei welcher regelmäßig solch ein Längskiel sich findet. Das hintere Ende des Körpers ist plötzlich in eine kurze farblose, schief gerichtete Spitze ausgezogen, die aber bei der Varietät β *brevicaudata* fast vollkommen fehlt.

Die Membran ist außerordentlich widerstandsfähig, quillt nur wenig in Säuren und Alkalien; sie ist deutlich längsstreifig. Die Steifen verlaufen weit von einander; außerdem beobachtet man sehr zarte dichte Spiralstreifen.

Die Stelle für das große, durch seine Lichtbrechung sehr auffallende Paramylonkorn ist ziemlich konstant, doch wechselt sie nach den einzelnen Formen. Bei der gewöhnlichsten größeren Form befindet es sich meist oberhalb, bisweilen auch unterhalb des Kerns, bei γ *hyalina* seitwärts nicht weit von der Hauptvakuole; besonders groß im Verhältniss zum Körper und immer gestellt zwischen Kern und Hauptvakuole ist es bei β *brevicaudata*.

Die Theilung geschieht nach Verlust der Cilie, in Ruhe, ohne besondere Schleimhülle. Doch an einer Lokalität beobachtete ich eine kleinere

Form, die mit einem dichten Schleimmantel umgeben war und sich auch innerhalb desselben theilte. Die Hülle bestand aus zahllosen radial gegen den Phacus gerichteten feinen Fäden, die mit Methylgrün dunkelblau wurden.

Phacus pleuronectes ist sehr verbreitet in kleinen Straßenlachen, wie größeren Sümpfen, und erscheint in großer Individuenzahl.

Die Varietät hyalina findet sich in freier Natur sehr vereinzelt unter andern Euglenen, entwickelt sich bei faulenden Kulturen oft in ungeheurer Menge. Das Cytoplasma ist gewöhnlich ganz erfüllt von kleinen scheibenförmigen Paramylonkörnern, die an die Stelle der Chlorophyllträger getreten sind.

Phacus alata, KLEBS. *Phacus triquetra* EHBG. bei STEIN, Taf. XIX, Fig. 55—57.

Körper von der Gestalt des pleuronectes, aber an den seitlichen Rändern flügelartig verdickt, und zwar springt der Flügel auf der einen Seite stärker nach der Bauchfläche, auf der anderen mehr nach der Rückenfläche vor; in jedem Flügel ein großes, scheibenförmiges Paramylonkorn. Membran längsstreifig, wie bei pleuronectes.

$$\text{Lg} = 0,049 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,006 \text{ -}$$

Diese Art scheint mir identisch mit der Form zu sein, die STEIN als *Phacus triquetra* (Ehbg.) Duj. abbildet, von der sie jedoch durch ihren sehr eigenthümlichen Körperbau abweicht. Die flügelartige Verdickung der Seitenränder betrifft nicht gleichmäßig den ganzen seitlichen Rand, sondern ist auf der einen Seite nach vorne stärker als nach hinten; auf der andern verhält es sich gerade umgekehrt. Charakteristisch sind auch die beiden großen Paramylonkörner in je einem Seitenflügel. *Phacus alata* findet sich sehr zerstreut an ähnlichen Standorten wie pleuronectes und tritt auch meist gesellig auf.

Phacus longicauda (Ehbg.). *Euglena longicauda*, EHBG. S. 444. Taf. VII, Fig. 43. *Phacus longicauda*, DUJ. S. 337. Taf. V, Fig. 6; PERTY S. 164; STEIN Taf. XX, Fig. 4—3.

Körper plattgedrückt, länger wie breit, in eine lange farblose Endspitze verlängert, meist torfirt; oberhalb des Kerns ein großes, scheibenförmiges Paramylonkorn. Membran längsstreifig.

$$\text{Lg (Stachel mitgerechnet)} = 0,085 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,046 \text{ -}$$

Phacus longicauda ist größer und langgestreckter wie pleuronectes und geht in einen sehr viel längeren Endstachel aus. Doch variirt die Länge desselben; bei manchen Individuen nimmt er nur ein Drittel der ganzen Länge ein, bei andern ist er so lang wie der übrige Körper. Letzterer ist sehr

selten flach, meist stark tordiert. STEIN behauptet¹⁾, dass der *Phacus* sich langsam in die flache Form zurückkrümmen kann. In der Organisation verhält sich *Phacus longicauda* wie *pleuronectes*.

Phacus longicauda findet sich nicht selten, aber immer nur vereinzelt.

Phacus parvula, KLEBS Taf. III, Fig. 5.

Körper plattgedrückt, eiförmig, mit schief abgestutztem vorderen Rande. hinten kurz zugespitzt: in der Mitte ein großes, scheibenförmiges Paramylonkorn. Membran nur zart spiralig gestreift.

Lg = 0,017 mm,

Br = 0,009 -

Diese kleine, durch ihre Gestalt leicht kenntliche *Phacus*art ist mehr als die früher erwähnten fähig, Schleim auszusecheiden. Sie bildet lockere Hüllen, in denen sie sich während der Ruhe aufhält und sich theilt. Doch findet häufig auch die Theilung ohne jede Hülle statt.

Phacus parvula ist sehr häufig und tritt immer gesellig auf an ähnlichen Lokalitäten wie *Phacus pleuronectes*.

Phacus oscillans, KLEBS Taf. III, Fig. 6.

Körper plattgedrückt, eiförmig gekrümmt, mit den beiden seitlichen Rändern nach der konkaven Bauchfläche schwach eingerollt. Membran deutlich spiralig gestreift. Die Bewegung besteht in einem lebhaften Hin- und Herzittern.

Lg = 0,026 mm,

Br = 0,01 -

Phacus oscillans ist durch den gekrümmten Körper, der hinten in eine abgesetzte scharfe Spitze ausläuft, vorne zweilippig ist, von der vorigen Art auf den ersten Blick zu unterscheiden. Die Umrollung an dem einen Seitenrande ist vorne stärker als hinten, an dem andern verhält es sich umgekehrt. In der Mitte des Körpers oberhalb des Kerns findet sich ein großes scheibenförmiges Paramylonkorn. Die Theilung geht ohne Bildung einer Schleimhülle vor sich.

Phacus oscillans kommt nicht häufig und meist vereinzelt vor.

Phacus pyrum (Ehbg.). *Euglena pyrum*, EHBG. S. 440. Taf. VII, Fig. 44.

Lepocinclis pyrum, PERTY S. 165. Taf. X, Fig. 8. *Phacus pyrum*,

STEIN Taf. XIX, Fig. 54—54.

Körper birnförmig, ein wenig von den Seiten zusammengedrückt, vorne breit abgerundet, hinten in eine lange, farblose Spitze endigend. Am vorderen Rande ist er auf der einen Seite etwas ausgehöhlt. Die

1) In der Figurenerklärung Taf. XX, Fig. 4—3.

Spiralstreifen der Membran sehr hervortretend. Paramylonkörner klein, scheibenförmig, in der Mitte des Körpers in zwei seitlichen Reihen.

$$\text{Lg} = 0,03 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,043 \text{ -}$$

Phacus pyrum ist durch den birnförmigen, dabei etwas abgeflachten Körper und die wenigen stark hervorspringenden Spiralstreifen der Membran charakterisirt. Er unterscheidet sich von den früheren Arten auch dadurch, dass sich nicht ein besonders großes Paramylonkorn findet, sondern statt dessen eine Anzahl kleinerer.

Die Cilie ist so lang wie der Körper; die freie Bewegung geht regelmäßig wie bei *Phacus pleuronectes*, *parvula* vor sich. Diese Art besitzt noch geringe Metabolie. Namentlich die eben aus der Theilung hervorgegangenen Individuen können sich etwas zusammenziehen und wieder ausdehnen und den Endstachel seitwärts krümmen.

Die Theilung geschieht ohne Schleimhülle. *Phacus pyrum* kommt ziemlich häufig vor mit andern Euglenen und meist auch gesellig.

Phacus ovum (Ehbg.), *Euglena ovum* Ehbg. *Lepocinclis globulus*, PERTY S. 165. Taf. X, Fig. 7. *Euglena zonalis* und *fusiformis*, CARTER in Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. III, Vol. III. 1859. S. 47. Taf. I, Fig. 15 — 17. *Chloropeltis ovum*, STEIN S. 74, 146. Taf. XIX, Fig. 45—50.

Körper fast kugelig bis kurz zylindrisch, ein wenig plattgedrückt, am hinteren Ende mit einem scharf abgesetzten, kurzen, stumpfen Vorsprung versehen, vorne meist breit abgerundet. Membran deutlich spiralig gestreift. Paramylonkörner groß, ringförmig, je eines seitlich von der Hauptvakuole.

Die Art erscheint in zwei Formen.

a. *globula*.

Fast kugelrund, die Cilie 2—3mal so lang wie der Körper.

$$\text{Lg} = 0,024 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,046 \text{ -}$$

b. *cylindrica*.

Zylindrisch, Cilie so lang wie der Körper.

$$\text{Lg} = 0,027 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,040 \text{ -}$$

Die beiden Formen erhalten sich durch Theilung in der Kultur konstant; die von CARTER beschriebene *Euglena fusiformis* würde ihrer Gestalt nach die Mitte zwischen a und b einnehmen. STEIN schreibt dieser Art eine vorspringende Mundröhre zu, in Folge deren er sogar eine neue Gattung *Chloropeltis* bildet. Bei den allermeisten Exemplaren existirt jedenfalls

ein so weit vorspringendes vorderes Ende nicht, sondern dasselbe ist meist breit abgerundet, bisweilen abgestutzt, selten etwas spitzer vorgezogen. Einen Grund für eine neue Gattung¹⁾ darin zu erkennen, ist mir nicht möglich. Die Streifen der Membran sind bei Form b immer sehr dicht; bei a wechselt die Zahl der Streifen, so dass man Exemplare findet mit nur 6—8 Streifen, andere mit 18—20.

Die innere Organisation verhält sich wie bei früheren Arten. Charakteristisch sind die von STEIN richtig erkannten beiden großen ringförmigen Paramylonkörner, welche im vorderen Theile des Körpers um die Hauptvakuole herum liegen.

Die Theilung ist bisher nur bei der zylindrischen Form beobachtet worden, geschieht ohne Schleimhülle.

Phacus ovum ist nicht sehr häufig, besonders nicht die kugelige Form, die auch nur vereinzelt auftritt, während die zylindrische in großen Schaa-ren beobachtet wurde.

Phacus hispidula (*Euglena hispidula* Eichwald, *Chloropeltis hisp.*, STEIN Taf. XIX, Fig. 44—44) ist bisher nicht von mir gesehen worden; ich verweise daher auf STEIN'S Abbildungen; so viel sich aus ihnen ergibt, gehört die Art zu den Phacusarten, wenn auch der Besatz mit Stacheln auffallend genug ist.

Gattung 3. *Eutreptia* Perty.

Körper in der Bewegung spindelförmig, stark nach hinten verschmälert. Membran sehr quellbar, sehr zart gestreift. Mit zwei Cilien; Chlorophyllträger scheibenförmig, ohne Pyrenoid. Paramylonkörner rundlich oder abgeflacht zylindrisch. Sehr metabolisch.

Nur eine Art ist bisher bekannt.

Eutreptia viridis, PERTY S. 468. Taf. IX, untere Abth. Fig. 4, a—e; m. Taf. III, Fig. 15.

Diagnose der Gattung.

Lg = 0,049 mm,

Br = 0,013 -

Eutreptia viridis ist eine typische Euglene mit 2 Cilien. PERTY hat sie entdeckt. STEIN, der sie nicht näher beschreibt, noch abbildet, stellt sie zu seinen *Astasiaea*. Sie entspricht in der Organisation einer *Euglena viridis*, doch sind die Chlorophyllträger immer scheibenförmig. Der Augenfleck, der neben der großen Hauptvakuole liegt, bildet eine sanft gekrümmte Scheibe von schwach röthlicher Färbung. Der Kern liegt meist im vorderen Theile oder in der Mitte des Körpers und zeigt einen deutlichen Nucleolus.

1) Außerdem müsste die Gattung, wenn man sie beibehalten wollte, nicht *Chloropeltis*, sondern *Lepocinclis* Perty nach den Regeln der Nomenklatur heißen.

Die beiden Cilien sind von der Länge des Körpers, zart und sehr empfindlich. Die freie Bewegung ist dieselbe wie bei *Euglena viridis*; während derselben treten auch Gestaltsveränderungen ein, die um so lebendiger werden, je mehr die Bewegung gehindert ist. Die Art der Metabolie ist die sehr charakteristische der *Astasia margaritifera*.¹⁾ Das schmale spitze Hinterende wird lang ausgezogen, dann strömt die ganze Körpermasse in dasselbe scheinbar hinein. Es schwillt an, und je mehr das vordere sich in das hintere Ende hineinzieht, rückt die Anschwellung mehr nach vorne, bis das schmal gewordene Vorderende in sie hineinfließt; in demselben Moment wird das Hinterende wieder ausgezogen, schwillt wieder an und so geht es fort. Alle diese Gestaltsveränderungen gehen dabei in höchst lebhafter Weise vor sich.

Eutreptia viridis ist ein sehr empfindlicher Organismus; nicht bloß, dass seine Cilien ohne erkennbare äußere Ursachen erkranken und abgeworfen werden; sehr bald hört auf dem Objekträger auch die Metabolie auf. Die *Eutreptia* rundet sich ab, eine lockere Schleimhülle aussondernd. So viel ich bis jetzt beobachtet habe, theilt sie sich in dem abgerundeten Zustande; doch ist es deshalb nicht ganz sicher, weil es nicht möglich war, die jungen Individuen nach der Theilung in Bewegung übergehen zu sehen, und dieselben in der Ruhe leicht mit einigen noch nicht näher untersuchten *Euglena*-formen verwechselt sein könnten.

In der Kultur hält sich *Eutreptia viridis* nur wenige Tage. Sie wurde bisher von mir nur in dem Bassin für Wasserpflanzen im botanischen Garten von Tübingen beobachtet.

Gattung 4. *Ascoglena* STEIN.

Körper nach dem Typus der *Euglena viridis* gebaut, in einer fest-sitzenden, geschlossenen, braunen Hülle sich befindend; mit einer Cilie versehen, die so lang wie der Körper ist; Chlorophyllträger scheibenförmig mit Paramylonkernen. Nur eine Art.

Ascoglena vaginicola, STEIN Taf. XXI, Fig. 35—36.

Diese *Euglenacee* ist von STEIN entdeckt worden, der gute Habitus-bilder davon geliefert hat; eine Beschreibung fehlt bisher.

Ascoglena vaginicola gleicht der *Euglena gracilis*. Der Körper besitzt im ausgestreckten Zustande eine spindelförmige Gestalt; seine Organisation ist dieselbe der eben genannten *Euglene*. Das Charakteristische für die Gattung wie Art ist ihr Aufenthalt in einer geschlossenen, bräunlich gefärbten Hülle, die gewöhnlich kurz gestielt an der Oberfläche des Wassers oder an Pflanzentheilen sitzt. Die Hülle, welche der *Euglene* weiten Spielraum für ihre metabolischen Bewegungen lässt, tritt in verschiedenen Formen

1) Vgl. PERTY, Lebensf. S. 428.

auf; bisweilen ist sie eiförmig gegen das untere Ende verbreitert und in eine kurze Spitze verjüngt, bei anderen Individuen ist sie mehr spindelförmig, es finden sich auch bauchig erweiterte Hüllen, die oben in einen kurzen Hals verschmälert sind. Alle Hüllen zeigen feinkörnige Struktur und enthalten im fertigen Zustande Eisenoxydhydrat, welches ihnen die gelbe bis braune Färbung verleiht. Das vorderste Ende bleibt aber in allen Fällen frei von Eisen, ist farblos und weich; durch dasselbe dringt nach der Theilung, die, wie STEIN richtig abzeichnet, in der Hülle vor sich geht, die eine junge Euglene ins Freie, um eine Zeit lang sich frei zu bewegen, sich dann festzusetzen und eine Hülle auszuschleiden. Nach der ersten Sekretion derselben, welche noch zart und schleimig ist, steht die Euglene in keiner unmittelbaren Verbindung mit der Hülle.

Gattung 5. *Trachelomonas* EHBG.

Körper von der Organisation wie *Ascoglena*, von einer spröden, gelb bis braun gefärbten Panzerhülle umgeben, mit der er sich frei bewegt. Dieselbe ist geschlossen bis auf die Öffnung für das Bewegungsorgan, die lange Cilie.

Die Gattung *Trachelomonas* ist von EHRENBURG gegründet worden und wurde von ihm zu den *Cryptomonaden* gestellt, weil er die in der Panzerhülle steckende Euglene nicht genauer untersuchte. Denselben Fehler machte DUJARDIN, der die Gattung mit *Cryptomonas* in seiner Familie der *Thecamonadiens* vereinigte. PERTY beschränkte auf die letztere die eigentlichen *Trachelomonaden*, andere Gattungs- und Artnamen als EHRENBURG einführend. Nachdem noch COHN¹⁾ auf die Ähnlichkeit der *Trachelomonas* und *Euglena* hingewiesen hatte, vereinigte STEIN beide in dieselbe Familie der *Eugleniden*.

Die Organisation der mir genauer bekannten *Trachelomonas*arten ist im wesentlichen dieselbe und entspricht der von *Euglena gracilis*, *Ascoglena vaginicola*. Es ist besonders die Panzerhülle, welche mannigfachen Modifikationen unterworfen ist, nach denen auch die Arten unterschieden werden. Die Membran ist stets sehr dünn und sehr quellbar, ihre Spiralstreifen sind sehr zart. Das Cytoplasma zeichnet sich durch seine grobnetzartig-vakuolige Beschaffenheit aus. Die Chlorophyllträger sind scheibenförmig und besitzen meist ein kleines Doppelpyrenoid mit den entsprechenden Paramylonschalen. Die Cilie ist bei allen Arten sehr lang, 3—4 mal so lang wie der Körper; die freie Bewegung dieselbe wie bei den *Euglenen*. Alle Arten sind auch der Metabolie fähig, die besonders deutlich in die Erscheinung tritt, wenn die Cilie getödtet ist, und die in einem langsamen Zusammenziehen und Ausdehnen sowie in einem Herumrotiren innerhalb der Hülle besteht.

1) COHN in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IV. S. 277.

Die Panzerhülle ist in ihren wesentlichen Eigenschaften, der Sprödigkeit, der Färbung, die beide auf der Einlagerung von Eisenoxydhydrat beruhen, früher besprochen worden. Sie ist je nach den Arten sehr verschieden geformt und mit Stacheln und Höckern verziert. Da aber diese Strukturen sehr variabel sind, andererseits die Jugendzustände der Hüllen von einzelnen Arten den fertigen Hüllen anderer sehr ähnlich sind, ist die Bestimmung der Arten immer etwas zweifelhaft.

Nach beendeter Zweitheilung innerhalb der Panzerhülle verlässt das eine der beiden Individuen dieselbe, sich durch die enge Cilienöffnung hindurchpressend (Taf. II, Fig. 49 a b). In das Freie gelangt, schwimmt es eine Zeitlang nackt umher und scheidet dann während der Bewegung die Hülle aus, die zuerst als eine lockere, farblose Schleimhaut erscheint, die allmählich erst erhärtet und die Eisenverbindung einlagert. Während dieser Ausbildung treten die schon vorher angelegten Stacheln und Höcker deutlicher hervor, die besonders reichlich das Eisen in sich aufnehmen. Auch hier ist die Euglena nach der ersten Abscheidung ganz getrennt von der sie locker umgebenden Hülle, deren Abhängigkeit in ihrer Ausbildung von der Euglena nicht näher erkannt worden ist.

Die Trachelomonasarten treten fast stets gesellig auf und oft in ungeheuren Schaaren. Ihre biologischen Eigenschaften sind wesentlich die der andern grünen Euglenaceen; doch besitzen sie nicht die Widerstandsfähigkeit von Euglena, Phacus, sondern gehen leicht zu Grunde, wenn ihre normalen Lebensbedingungen verändert werden. Bei manchen Arten beobachtet man ein Hinaustreten der Individuen aus ihren Hüllen ohne vorhergehende Theilung; ich sah es besonders bei Objektträgerkulturen. STEIN behauptet, dass sie deshalb ihre Hülle verlassen, um sich außerhalb derselben zu theilen; doch ist diese Theilung nie bisher gesehen worden. Bei andern Arten findet eine Zerspaltung der Hülle statt, z. B. bei Trachelomonas hispida, wenn man sie aus dem Kulturgefäß auf den Objektträger schafft. Eine biologische Bedeutung dieses Vorganges konnte bisher nicht ermittelt werden.

Trachelomonas volvocina, EHRG. S. 48. Taf. II, Fig. 29; DUJ. S. 328; STEIN Taf. XXII, Fig. 4—44. *Trypemonas volvocina*, PERTY S. 165. Taf. X Fig. 10.

Panzerhülle kugelförmig bis breit oval, meist glatt, hellbraun; Cilienöffnung ringförmig verdickt.

Lg = 0,024 mm,

Lg = 0,040 mm

Br = 0,048 -

Br = 0,009 -

β *rugulosa* (Tr. rug., STEIN Taf. XXII, Fig. 42—43.)

Panzerhülle zart runzelig auf der Oberfläche.

γ *hyalina*.

Mit Augenfleck, ohne Chlorophyll.

Trachelomonas volvocina ist die gemeinste Art, die in den meisten Argentümpeln in großer Menge vorkommt; sie variiert ziemlich in der Größe. Die Hülle erscheint auch bei der typischen Art nie ganz glatt, sondern fein granuliert, bei der Varietät β *rugulosa* treten deutliche Leisten auf ihrer Oberfläche hervor, so dass sie ein runzeliges Aussehen erhält. Statt des einfachen Verdickungsringes findet sich bei manchen Individuen eine kragenartige Verlängerung, die auch selbst in das Innere hineinragt.

Die hyaline Varietät ist ebenfalls häufig in faulenden Kulturen; ihre Panzerhülle ist mehr in die Länge gestreckt und auf der Oberfläche schwach runzelig.

Trachelomonas hispida, STEIN Taf. XXII Fig. 20—34. *Chaetotrypha volvocina*, EHBG. S. 252 Taf. XXII, Fig. 42; *Chonemonas Schrankii*, PERTY S. 466. Taf. X Fig. 44, 42; m. Taf. II Fig. 49 *ab*.

Panzerhülle breit ellipsoidisch, mit kleinen spitzen Stacheln besetzt; meist dunkelbraun bis schwarz.

Lg = 0,034 mm

Lg = 0,020 mm

Br = 0,026 mm

Br = 0,045 mm

β *cylindrica*.

Klein, schmal zylindrisch, gelb gefärbt.

Lg = 0,048 mm

Br = 0,040 -

Trachelomonas hispida ist ebenfalls eine sehr gemeine Art. Die Cilienöffnung an der Hülle ist für gewöhnlich nur mit einem verdickten Ringe umgeben, bisweilen (STEIN l. c. Fig. 22) auch kragenartig nach außen verlängert. Theilung ist sowohl von α wie β häufig beobachtet worden.

Trachelomonas lagenella, STEIN Taf. XXII, Fig. 44—46; *Lagenella euchlora*, EHBG. S. 45. Taf. II, Fig. 24.

Panzerhülle oval, am hinteren Ende abgerundet, glatt; Cilienöffnung mit einem zylindrischen glatten Kragen umgeben.

Lg (mit Kragen) = 0,03 mm

Br = 0,02 -

Ob diese Art eine selbständige ist, muss ich noch dahin gestellt sein lassen. Theilung habe ich bisher nicht beobachtet, und sie könnte sehr wohl nur eine Jugendform der nächsten Art sein. Die STEIN'sche Art *Trachelomonas bulla* (l. c. Fig. 41—42) gehört aber entschieden hierher.

Trachelomonas caudata (Ehbg.), STEIN Taf. XXII, Fig. 39—40;
Chaetoglaena caudata Ehbg; *Chonemonas acuminata*, PERTY S. 116.
 Taf. X, Fig. 14.

Panzerhülle eiförmig, hinten stark zugespitzt, mit Stacheln besetzt; ein hoher Kragen umgibt die Cilienöffnung.

$$\text{Lg} = 0,033 \text{ mm}$$

$$\text{Br} = 0,020 \text{ mm}$$

Die Panzerhülle dieser Art zeigt mancherlei Variationen; die Länge des hinteren Stachels variiert sehr, ebenso die Form, die Höhe des Kragens, der bald an seinem oberen Rande nur wenig gezackt ist, bald mit langen Stacheln besetzt erscheint. Statt des lang stachelartigen Hinterendes findet sich bisweilen ein starker, in mehrere Stacheln ausgehender Fortsatz.

Trachelomonas armata (Ehbg.), STEIN Taf. XXII, Fig. 39—40; *Chaetotrypha armata* und *aspera*, EHBG. S. 251. Taf. XXII, Fig. 10—11.

Panzerhülle breit ellipsoidisch mit kurzem Kragen, vorn und hinten mit zahlreichen längeren und kürzeren Stacheln besetzt, sonst glatt.

$$\text{Lg} = 0,042 \text{ mm}$$

$$\text{Br} = 0,029 \text{ -}$$

Diese Art zeichnet sich durch ihre Größe und ihren Stachelbesatz aus. Im ausgebildeten Zustande hat die Hülle einen kurzen, mit kleinen Stacheln besetzten Kragen; rings um ihn stehen in einigen konzentrischen Kreisen längere Stacheln. Der größere Theil der Oberfläche ist glatt, am hinteren Ende dagegen finden sich abwärts gerichtete 4—10 lange, starke Stacheln, um sie in Reihen zahlreiche kleine. Die Farbe der reifen Hüllen ist ein dunkles Braun.

Trachelomonas reticulata, KLEBS Taf. II, Fig. 20 *ab*.

Panzerhülle eiförmig nach hinten allmählich verschmälert, glänzend braun, mit sehr feinnetziger Struktur; die Cilienöffnung umgibt ein einfacher Ring. Die Euglene bisher nur farblos, aber mit Augenfleck beobachtet.

$$\text{Lg} = 0,026 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,017 \text{ -}$$

Die Panzerhülle unterscheidet sich von der der früheren Arten durch die regelmäßige eiförmige, nach hinten verschmälerte Gestalt und ihre Struktur; sie erscheint auf ihrer Oberfläche durch kleine, an einander gereihte Sechsecke zierlich netzförmig. Die in der Hülle steckende Euglene hat einen länglich ovalen Körper, der an den Seiten meist leicht konkav ausgeschweift ist.¹⁾ Der Augenfleck ist groß und deutlich; von Chlorophyll

1) Ähnliche Ausrandungen finden sich übrigens bisweilen auch bei anderen Arten, z. B. *caudata*, *hispida*.

und seinen Trägern findet sich keine Andeutung. *Trachelomonas reticulata* trat mehrfach in zahlloser Menge in faulenden Algenkulturen auf; doch gelang es bisher nicht, die Theilung zu beobachten. Bei dieser Art fand ich während ihrer höchsten Entwicklungszeit in den Kulturen zahlreiche leere Hüllen; warum dieselben von ihren Bewohnern verlassen waren, wurde nicht festgestellt.

Gattung 6. *Colacium*.

Körper von der Organisation der *Euglena viridis*, mit seinem vorderen Ende festsitzend auf kleinen Krebsen etc., meist vermittelt besonderer Gallertstiele; Chlorophyllträger scheibenförmig, ohne Pyrenoid. Während der Zeit der freien Bewegung mit einer Cilie versehen; metabolisch.

Die Gattung ist leider in manchen Beziehungen nicht genauer bisher untersucht worden, aus Mangel an genügendem Material, insbesondere bezüglich des interessanten Verhaltens ihrer Arten, Gallertstiele zu bilden. Die gewöhnlichste Form, das *Colacium vesiculosum*, bei der in den von mir gesehenen Fällen übrigens die Gallertstiele kaum ausgebildet waren, besitzt die Organisation einer *Euglena viridis*, nur dass die Chlorophyllträger scheibenförmig sind; sie zeigen aber keine Paramylonkerne wie *Ascoglena*, *Trachelomonas*. Im Cytoplasma finden sich scheibenförmige Paramylonkörner. Die Metabolie ist ziemlich gering. In betreff der andern Arten STEIN's, deren Selbständigkeit wohl noch nicht außer Zweifel steht, vergl. STEIN.¹⁾

II. Gruppe. *Astasiae*.

Die Theilung geschieht während der freien Bewegung; die Cilie wird vorher nicht abgeworfen. Alle besitzen weder Augenfleck noch Chlorophyll, ernähren sich saprophytisch.

Die Gruppe der Astasien ist nur in so weit behandelt worden, um die Verwandtschaftsbeziehungen der grünen Euglenen in das richtige Licht zu setzen. Eine ausführliche Monographie muss erst noch geliefert werden; gerade bei den hierhin gehörigen Formen herrscht große Verwirrung, weil die bisher beschriebenen zu flüchtig untersucht, nie längere Zeit in Kulturen beobachtet worden sind; und doch wäre eine genauere Erforschung sehr wichtig, weil viele der in Infusionen gemeinsten Organismen in Beziehung zu den Astasien stehen.²⁾

1) STEIN III. 4. Taf. XXI, Fig. 17—34.

2) So viel sich aus den Zeichnungen STEIN's entnehmen lässt, gehören in dieselbe Gruppe farbloser Euglenaceen: *Heteronema acus*, Taf. XXII, Fig. 57—59, *Atractonema teres*, Taf. XXIII, Fig. 35—41; die erstere rechnet STEIN zu seinen *Astasiae*, die letztere zu seinen *Scytomonadina*. Die andern *Astasiae* Stein gehören nicht hierher, sondern zu der Gruppe der *Peranemeen* (vgl. das Folgende).

Im Wesentlichen ist die Organisation der Astasien dieselbe, wie die der hyalinen Euglenen; die Trennung der beiden Gruppen kann nur eine vorläufige sein, einmal weil der Unterschied in der Theilungsart nicht sehr groß ist, und ferner, weil es auch noch nicht bewiesen ist, daß er ganz allgemein ist, da von einigen Euglenen wie Astasien die Theilung noch nicht bekannt ist. Im Folgenden sollen nur die kurzen Diagnosen gegeben werden, da die ausführlichere Beschreibung schon früher mitgetheilt worden ist.

Gattung 7. *Astasia* Ehbq.

Körper in der Bewegung langgestreckt, spindelförmig oder plattgedrückt mit einer Cilie. Membran spiralg gestreift. Metabolisch.

Es ist schon früher betont worden, dass die Sammelart von STEIN, *Astasia Proteus*, nicht von mir anerkannt wird. Wie sich die von STEIN beschriebenen Formen mit 2 Cilien den von mir erwähnten gegenüber verhalten, muss die weitere Forschung lehren.

Astasia margaritifera Schmarda¹⁾. PERTY Lebensf. S. 467; m. Taf. II, Fig. 46.

Körper in der Bewegung spindelförmig, nach hinten stark verschmälert. Membran nur undeutlich spiralg gestreift, in konzentrierter Essigsäure verquellend. Paramylonkörner klein, kurz abgeflacht zylindrisch.

$$\text{Lg} = 0,059 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,043 \text{ -}$$

Die freie Bewegung ist dieselbe der *Euglena hyalina*, welcher Art *Astasia margaritifera* überhaupt sehr nahe steht. Sehr lebendig sind die Gestaltsveränderungen, welche wie bei *Eutreptia viridis* vor sich gehen.

Astasia inflata, DUJ. S. 357. Taf. V, Fig. 44; *Astasia Proteus* e. p., STEIN Taf. XXII, Fig. 48—50 (zum Theil mit 2 Cilien); m. Taf. II, Fig. 48.

Körper in der Bewegung meist plattgedrückt eiförmig; Membran stark spiralg gestreift, in konzentrierter Essigsäure nicht verquellend. Paramylonkörner größer und länger gestreckt als bei der vorigen Art.

$$\text{Lg} = 0,035 \text{ mm,}$$

$$\text{Br} = 0,042 \text{ -}$$

Die Metabolie dieser Art ist viel geringer als die der vorigen; doch findet auch während der Bewegung langsames Zusammenziehen zu einem fast zylindrischen Körper statt und Wiederausbreiten zu einer Fläche.

1) SCHMARDA, Kleine Beiträge zur Naturg. d. Inf. Wien 1846. S. 47. Taf. I, Fig. 5 (citirt nach PERTY).

Gattung 8. *Rhabdomonas* Fres.

Körper schmal zylindrisch, an beiden Enden abgerundet, häufig etwas gekrümmt; mit einer Cilie. Membran wenig quellbar, mit weit voneinander stehenden Längsstreifen versehen. Ohne Metabolie.

Nur eine Art.

Rhabdomonas incurva, FRES. Beiträge zur Kenntnis mikrosk. Org. S. 130. Taf. X, Fig. 46—47; *Astasia Proteus* (e. p.), STEIN Taf. XXII, Fig. 53.

Die Theilung dieser in faulenden Algenkulturen sehr gemeinen Flagellate ist noch nicht beobachtet worden. Auch in manchen Einzelheiten ihrer Organisation ist noch einiges aufzuklären. Von dem vorderen, häufig etwas abgestutzten Rande führt eine sehr zarte Röhre bis in die Nähe der Hauptvakuole; doch konnte weder die Cilie in dieser Röhre noch die Pulsation der Nebenvakuolen beobachtet werden, weil bei den meisten Exemplaren gerade das vordere Ende mit Paramylonkörnern von zylindrischer Gestalt dicht erfüllt war.

Gattung 9. *Menoidium* Party.

Körper flach sichelförmig, vorn in einen kurzen, oben abgestutzten oder zweispitzigen Hals verschmälert. Membran wenig quellbar, zart, dicht längsstreifig. Ohne Metabolie.

Menoidium pellucidum, PERTY S. 474. Taf. XV, Fig. 19; STEIN Taf. XXIII, Fig. 30—34; m. Taf. II, Fig. 13.

Lg = 0,039 mm,

Br = 0,007 -

V. Die Beziehungen der Euglenaceen zu den Peranemeen und den Infusorien.

Unter den anderen, bisher zu den Flagellaten gestellten Organismen scheint sich mir eine zweite natürliche Gruppe hervorzuheben, nämlich die Familie der Peranemeae, zu denen theils Astasieen, theils Scytomonadinen von STEIN gehören. Er trennt die letzteren von den ersteren hauptsächlich wegen der fehlenden Metabolie, während er auf die Organisation weniger Rücksicht nimmt. Die Peranemeen sollen hier deshalb näher in Betracht gezogen werden, weil sie den richtigen Aufschluss über die Beziehungen der Euglenaceen zu den Infusorien geben.

Die Peranemeen verhalten sich in wesentlichen Verhältnissen wie die Euglenaceen, weichen von ihnen besonders durch die andere Ausgestaltung des Vorderendes ab, die im engsten Zusammenhange mit der veränderten Lebensweise steht. Alle besitzen in verschiedener Ausbildung eine Mund-

öffnung und einen besonderen Mundapparat. Nur einige Hauptformen sollen hier erläutert werden, im Anschluss an die guten Beschreibungen, die BÜTSCHLI schon von hierhergehörigen Formen geliefert hat, ohne sich über deren systematische Beziehungen näher auszusprechen.

Peranema Dujardin.

Körper in der Bewegung langgestreckt, etwas abgeflacht, am hinteren Ende abgestutzt oder breit abgerundet. Am vorderen sitzt eine lange starke Cilie; unterhalb des Ansatzes derselben der Mundapparat, bestehend aus zwei kurzen, oben zusammenhängenden, an der Innenseite der Membran befestigten Stäben.

Nur eine Art.

Peranema trichophorum, (EHBG.), bei STEIN Taf. XXIII, Fig. 4—40; *Trachelius trichophorum*, EHBG. S. 322. Taf. XXXIII, Fig. 44; *Peranema protracta*, DUJ. S. 354; PERTY S. 468; *Astasia limpida*, DUJ. bei CARTER in Ann. and Mag. Ser. II Vol. XVIII. 1856. S. 145. Taf. VI, Fig. 45—48; *Astasia trichophora*, CLARK in Ann. and Mag. Ser. IV, Vol. I. 1868. S. 250—254. Taf. VI, Fig. 45—46; BÜTSCHLI, Beiträge S. 248. Taf. XIV, Fig. 49 *ab*.

Peranema trichophorum ist eine oft beschriebene Flagellate, von der einige Organisationsverhältnisse aber mir nicht richtig aufgefasst erscheinen, welche gerade für die Beziehung zu den Euglenen wichtig sind.

Der Körper ist während der Bewegung langgestreckt, nach vorne etwas verschmälert, hinten meist abgerundet. Die äußerste Schicht, die von BÜTSCHLI als Hautschicht bezeichnet wird, verhält sich wie die Membran von manchen Euglena- und *Astasia*-Arten und ist scharf nach innen und außen abgesetzt; sie verquillt in konzentrierter Essigsäure und ist, wie BÜTSCHLI richtig angibt, ebenso STEIN zeichnet, spiralig gestreift. Bei genauerer Untersuchung findet sich an den Streifen noch eine besondere Struktur. An ihnen entlang, häufig nur allein sichtbar, liegen dicht nebeneinander sehr kleine, schmal spindelförmige, isolirte Körperchen, welche bei den lebhaften Kontraktionen der Membran unverändert bleiben, dabei aber ihre Lage zu einander wie zur Längsachse des Körpers beständig wechseln und so ein klares Bild von der nach allen Richtungen stattfindenden Verschiebbarkeit der die hellen unverdickten Zwischenräume zusammensetzenden Membrantheilchen geben.

Wie bei den Euglenen besitzt das Vorderende eine besondere Differenzierung, die einerseits die *Peranema* an erstere anschließt, andererseits sie davon unterscheidet. Die Cilie sitzt nicht in einem besonderen Membrantrichter, sondern am vordersten Rande in einem kleinen Einschnitt. Dagegen findet sich ein den Euglenen entsprechendes Vakuolensystem. CLARK beschrieb zuerst eine kontraktile Vakuole bei *Peranema*. BÜTSCHLI sah das

Zusammenfließen derselben aus kleineren und bei einem Exemplar einen länglichen Flüssigkeitsbehälter, welcher die kleinen, später zusammenfließenden Vakuolen speisen sollte. Nach meinen Beobachtungen liegt etwas seitlich dem Rande zu eine Hauptvakuole mit pulsirender Nebenvakuole: sehr deutlich ist hier das Zusammenziehen der ersteren nach der Verschmelzung mit letzterer.

Unterhalb des Cilienansatzes befindet sich die für gewöhnlich geschlossene Mundöffnung, angezeigt durch einen zarten halbkreisförmigen Strich; unter ihr liegt der eigentliche Mundapparat, über den ins Klare zu kommen, wie BÜTSCHLI richtig bemerkt, nicht leicht ist. Er erscheint zusammengesetzt aus zwei dicht nebeneinander verlaufenden kurzen Stäben, die am oberen Ende im Bogen ineinander übergehen, am untern sich einander stärker nähern, sich plötzlich umbiegend, um in der Nähe der Hauptvakuole zu endigen; dieses letztere Verhältniss ist bisher übersehen worden. CARTER hält den Mundapparat für ein steifes Rohr, BÜTSCHLI für eine im gewöhnlichen Zustande kollabirte Röhre, STEIN für einen halbrinnenförmigen Schlundkanal. Die Beobachtung der Nahrungsaufnahme wird am besten Aufschluss über die Natur und Funktion des Apparates geben.

Dass *Peranema* feste Nahrung aufnimmt, war schon EHRENBURG bekannt, und gegenüber den Zweifeln von DUJARDIN, PERTY wurde solche Aufnahme später nachgewiesen von CLARK, CARTER, CLAPARÈDE und LACHMANN, STEIN. BÜTSCHLI ist aber der einzige, der die Nahrungsaufnahme direkt beobachtet hat. Nach ihm erweitert sich das dicht hinter der Geißelbasis gelegene Stück des Körpers trichterförmig und umschließt die aufzunehmende Nahrung. »Von diesem Trichter bemerkt man nun eine ziemlich ansehnliche, helle, von im optischen Durchschnitt als zarte Striche erscheinenden Wänden umgebene Röhre nach hinten führen, die zur Nahrungsaufnahme erweiterte Schlundröhre.« Meine Beobachtungen stimmen nicht damit überein; nach ihnen stehen die Stäbe nicht mit einer Schlundröhre in Verbindung, noch bilden sie eine solche, sondern stellen ein Organ für sich dar, das der Innenfläche der Membran anliegt und als Hilfsapparat bei dem Hineinschaffen der Nahrung in den Mund und von da direkt in den Körper dient. *Peranema* nährt sich vorzugsweise von Euglenen, indem sie namentlich die ruhenden anfällt. Sie legt sich mit ihrer einen Fläche dicht an dieselbe und bohrt sich langsam hinein. Mit Behendigkeit fährt dabei der in seiner Form unveränderte Mundapparat in dem Körper der Euglene umher, er wird bald vorgestreckt, bald eingezogen; es macht ganz den Eindruck, als wenn durch sein Hin- und Herfahren die inneren Theile der Euglene auseinandergerissen werden; man sieht während seiner Bewegung dieselben, wie z. B. Theile von Chlorophyllträgern, Cytoplasma etc., in die erweiterte Mundöffnung rücken und direkt in das Körperinnere hineingleiten. Ob dafür noch ein besonderer Kanal von dem Munde ausgeht, habe ich nicht beobachten können.

In betreff der Stoffwechselprodukte liegt keine genauere Untersuchung vor; die von BÜRSCHLI erwähnten rothbraunen bis bräunlich grünen Sekretkörnchen sind in vielen Fällen Zersetzungsprodukte der chlorophyllhaltigen Nahrung. Die meisten Individuen enthalten viele Paramylonkörner, von denen es sich bisher nicht entscheiden ließ, ob sie neu gebildet oder nur als Nahrung aufgenommen worden sind.

Die Cilie ist sehr lang und stellt einen an seinem unteren Theile schmal bandartigen, allmählich sich verjüngenden Faden dar. Es ist bekannt, wie die Cilie hauptsächlich nur an ihrer Spitze während der Vorwärtsbewegung thätig ist, langsam hin- und herwedelnd. Sie ist viel unempfindlicher wie die Cilien der Euglenen, sie bleibt selbst bei sehr starkem mechanischen Druck am Körper befestigt. Jedoch kommt es häufig vor, dass die Cilie an der Spitze erkrankt; aber es wird dann nicht wie bei den Euglenen die ganze Cilie, sondern nur das erkrankte Ende abgeworfen. Es finden sich auch, wie DUJARDIN beobachtete, geißellose Peranemeen; man erhält sie, wenn man die Cilie durch Methylgrün tödtet; in diesem Falle wird sie ganz abgeworfen.

Die Vorwärtsbewegung der Peranema ist eine wesentlich andere, wie die der Euglenaceen; es hängt das mittelbar mit der thierischen Nahrungsaufnahme zusammen. Man kann überhaupt aus der Art der Bewegung ziemlich sicher erkennen, ob eine Flagellate sich thierisch oder auf andere Weise ernährt. Es findet keine regelmäßige Rotation statt, sondern der abgeplattete Körper gleitet auf der einen Fläche langsam hin, zum Theil durch das Wedeln der Cilienspitze, zum Theil durch die während der Bewegung stets stattfindenden Kontraktionen des Körpers. Die Metabolie wird besonders lebhaft bei gestörter Bewegung.

Die Theilung ist dieselbe wie bei *Astasia*, d. h. Längstheilung, während der freien Bewegung durch einseitige, am vorderen Rande beginnende Einschnürung. STEIN gibt Abbildungen einiger Theilungsstadien. Genaueres ließ sich bisher nicht beobachten, speziell nicht die wichtige Frage nach Entstehung des neuen Mundapparates.

Der Dauerzustand ist bisher nicht beobachtet worden.

Peranema trichophorum ist sehr verbreitet, besonders an den Standorten von Euglenen. Merkwürdig ist die große Widerstandsfähigkeit, in der sie nach manchen Beziehungen die Euglenen übertrifft. Durch Druck gelingt es nicht, sie zur Erstarrung zu bringen, mag man sie auch zu einer ganz dünnen Platte quetschen; schließlich platzt die Membran; hebt man dann schnell den Druck auf, so schließt sie sich wieder. Das ausgestreute, schon geronnene Cytoplasma wird noch eine Weile herumgetragen, dann abgestoßen, die Bewegung, die Metabolie gehen darauf in normaler Weise vor sich. Dieser Versuch hat mir bei einer Euglene nicht bisher gelingen wollen.

Anisonema Dujardin.

Körper breit eiförmig, mit 2 Cilien von verschiedener Länge, die eine meist nach vorn, die andere rückwärts gerichtet. Der Mundapparat erscheint begrenzt von zwei langen, nach hinten konvergierenden, vorn zusammenhängenden Stäben.

Die Gattung ist von DUJARDIN gegründet, aber die Arten sind weder von ihm noch von PERTY genauer beschrieben worden. Die erste sorgfältigere Untersuchung einer Art lieferte CLARK; die besten Beschreibungen einiger Formen hat BÜTSCHLI gegeben und dieselben klar charakterisirt. Leider konnte STEIN die Arbeit BÜTSCHLI's nicht mehr benutzen und hat in anderer Weise Gattungen und Arten unterschieden; ich schließe mich näher an BÜTSCHLI an, die Gattung durch die gegebene Diagnose charakterisierend.

Anisonema acinus, DUJ. S. 345. Taf. IV, Fig. 27; *Anisonema conca-
vum*, CLARK Ann and Mag. Ser. IV, Vol. I, S. 254. Taf. VII, Fig. 65
bis 69; *Anisonema grande* (Ehbg.), STEIN Taf. XXIV, Fig. 6—11;
Anisonema acinus, DUJ. bei BÜTSCHLI S. 253. Taf. XIV, Fig. 47 a—c;
m. Taf. II, Fig. 33.

Anisonema acinus besitzt einen abgeflacht eiförmigen Körper, dessen Rückenfläche etwas gewölbt, dessen Bauchseite ausgehöhlt ist. Wie BÜTSCHLI hervorhebt, liegt die Aushöhlung der Bauchseite nicht völlig median, sondern erstreckt sich weiter nach rechts. Am vorderen Rande des Körpers, etwas seitlich von der Mediane findet sich eine kleine Einkerbung, in der die nach vorne gerichtete Cilie sitzt. Unterhalb derselben ist eine Vertiefung angedeutet, umgeben vorne und seitlich mit etwas aufgewulsteten Rändern der Bauchfläche; am untern Rande der Vertiefung, in der die Mundöffnung sich befindet, liegt der Mundapparat. BÜTSCHLI fasst ihn auch hier als Schlundröhre auf. Mir erscheint er (Taf. II, Fig. 33 r) wie bei *Perranema* begrenzt von zwei langen, nach hinten konvergierenden, vorne in einem Bogen zusammenlaufenden Stäben, die der Innenseite der Membran anliegen. Bei den von BÜTSCHLI gesehenen Exemplaren sind die Stäbe relativ kurz, die Länge scheint zu variieren, da sie bei vielen fast bis an das hinterste Ende reichten. Dass *Anisonema acinus* feste Nahrung aufnimmt, ist unzweifelhaft, doch die Art der Aufnahme ist unbekannt.

Die andere Cilie, die »Schleifcilie«, hat links seitwärts ihren Ansatzpunkt, sie läuft, wie BÜTSCHLI richtig angibt, in einem Bogen um den Mundapparat, auf der andern Seite desselben nach hinten. Eigenthümlich ist, was bisher übersehen, dass der unterste Theil der Cilie durch die Mundöffnung an der Innenseite der Membran bis dicht in die Nähe der Hauptvakuole verläuft. An diesem innern Theil ist die Cilie nicht beweglich, sie wird es erst an der Austrittsstelle aus dem Körper. Diese Anheftung der Schleifcilie tief im Innern des Körpers, neben der Hauptvakuole, erinnert ganz an die Euglenen.

Die Membran verhält sich wie bei *Peranema*, ist zart, sehr quellbar und stets spiralig gestreift; die Spiralstreifen, die weder STEIN noch BÜTSCHLI zeichnen, verlaufen bald flacher, bald steiler, bisweilen fast in der Länge des Körpers. Das Vakuolensystem ist dasselbe wie bei *Peranema*. BÜTSCHLI beschreibt nur eine einfache kontraktile Vakuole. Im untern Theile des Körpers liegt der Kern (vergl. BÜTSCHLI S. 254; m. Taf. II, Fig. 33 n).

Von den beiden Cilien ist die kleinere nach vorne gerichtete das Bewegungsorgan. Die *Anisonema* gleitet auf ihrer Bauchfläche einher, ohne Rotation und Gestaltsveränderungen während der Bewegung. Die andere sehr lange Cilie wird nachgeschleift und an ihr schnellt sich, wie CLARK und BÜTSCHLI schon erwähnen, der Körper rückwärts, wenn die Vorwärtsbewegung gestört wird, so dass dann die Schleifcilie nach vorne gerichtet ist. Ohne die Lage derselben zu verändern, dreht sich der Körper an der Stelle, wo die Schleifcilie aus ihm hervortritt, herum, das frühere Verhältniss ist wieder hergestellt. Häufig erkrankt unter dem Deckglas das Ende der Schleifcilie, zu einer Scheibe anschwellend; oberhalb der letzteren knickt sie sich ein und wirft das kranke Ende fort. Später wird die Bewegungscilie ganz abgeworfen, die *Anisonema* bewegt sich jetzt durch die schlängelnde Bewegung der vorher steifen Schleifcilie, die aber durch mehrmaliges Abstoßen des immer von neuem erkrankenden Endes schließlich zu einem Stummel wird, der dann fortgeworfen wird. Jetzt treten auch metabolische Bewegungen des Körpers ein, ganz ähnlich wie bei *Peranema*.¹⁾

Die Theilung verläuft nach dem Typus von *Peranema*, *Astasia*.

Eine sehr nahe verwandte Art ist *Anisonema sulcata*, DUJ. S. 345, Taf. IV, Fig. 28; man vergleiche die Beschreibung von BÜTSCHLI, Beiträge S. 255, Taf. XIV, Fig. 48 a—f. Die wesentlichen Organisationsverhältnisse, wie Membran, Vakuolensystem, die beiden Cilien, der Mundapparat sind bei beiden Arten dieselben. Statt der Spiralstreifen fanden sich jedoch meist weit von einander abstehende Längsstreifen; andere Unterschiede finden sich bei BÜTSCHLI angegeben, ebenso die Beschreibung der Theilung.

Anisonema entosiphon (Stein). *Entosiphon sulcatum*, STEIN Taf. XXIV, Fig. 47—25; m. Taf. II, Fig. 32 ab.

Die von STEIN als *Entosiphon sulcatum* abgebildete Form, die er identifizirt mit der *Anisonema sulcata* Dujardin, welcher die von BÜTSCHLI beschriebene Form wohl richtiger entspricht, scheint mir in dieselbe Gattung hineinzugehören. Der Körper ist breit eiförmig, plankonvex. Am vorderen Rande sitzen in einer Einkerbung zwei Cilien, eine kürzere nach vorne und eine längere schräg nach hinten gerichtete. Unterhalb des Cilienansatzes befindet sich die Mundöffnung auf der vorne etwas ausgehöhlten Bauch-

¹⁾ STEIN hat gerade wegen der angeblichen Starrheit des Körpers die *Anisonema* zu seinen Scytomonadinen gestellt, während er die metabolische *Peranema* zu den *Astasien* rechnet.

fläche. Der Mundapparat erscheint gebaut wie bei *Anisonema acinus*, bildet hier aber einen von der Membran anscheinend getrennten flachen Körper, der abwechselnd vorgestülpt wird, wobei er sich verbreitert (Fig. 32b), und eingezogen wird, wobei er sich verengt (Fig. 32a). Diese Bewegung des Apparates hat STEIN schon zum Theil beobachtet, ihn als Schlundröhre bezeichnend; nach seinen Zeichnungen stülpt er sich weit über den vorderen Rand vor, was ich bisher nicht beobachten konnte, ebenso wenig wie seinen röhri gen Bau. Die Nahrungsaufnahme konnte leider noch nicht gesehen werden, weshalb auch die Rolle des Mundapparats dabei noch sehr unklar ist; doch findet man auch hier wie bei *acinus* fast stets im Körper feste Nahrungsbestandtheile, meist Algenfragmente.

Die Membran ist beschaffen wie bei *Anisonema sulcata*, die Längsstreifen sind meist sehr deutlich, der Kern verhält sich wie bei der letztern Art und *Peranema*, ebenso das System der pulsirenden Vakuolen. Charakteristisch ist die Art der Bewegung; die längere Cilie wird nicht mehr steif nachgeschleppt und ist nicht mehr geeignet zum Rückwärtsschleudern, sondern wirkt auch bei der Vorwärtsbewegung mit, die in einem ruckweisen Vorwärtsstoßen und Hin- und Herzittern auf der Stelle besteht. Metabolie ist bisher nicht beobachtet worden.

Die Theilung verläuft wie bei früheren Arten; STEIN gibt Abbildungen einiger Stadien derselben.

Anhangsweise mag hier eine Flagellate erwähnt werden, die zu den *Peranemen* sicherlich gehört, bei der aber die Organisationsverhältnisse etwas verschoben sind; ich will ihr keinen Namen geben, da sie nicht sehr genau untersucht werden konnte. Der Körper (vergl. Taf. II, Fig. 21) ist plattgedrückt, hinten und vorne abgerundet, mit wechselnden Umrissen. Am Vorderrande sitzen zwei Cilien von verschiedener Größe, aber beide nach vorne gerichtet. Dicht neben ihrem Ansatz findet sich ein krummes Stäbchen von unbekannter Bedeutung. Die Lagerung der inneren Organe ist merkwürdig. Der Kern mit großem Nucleolus liegt im vorderen Theile des Körpers, das dem Mundapparat der *Anisonema*-arten entsprechende Organ, hier gebildet von zwei schwach gegeneinander gebogenen Stäben, liegt im hinteren Theile. In seiner Nähe liegt die Hauptvakuole mit pulsirender Nebenvakuole.

Die Vorwärtsbewegung ist wieder sehr charakteristisch, sie zeigt sich als ein träges Hin- und Herkriechen, verbunden mit beständigen, wenn auch nicht sehr starken Gestaltsveränderungen; die kurze Cilie wedelt sehr langsam, während die lange lebhafter sich schlängelt.

Die Länge beträgt 0,018 mm, Breite 0,007 mm.

So lückenhaft noch nach vielen Beziehungen die Kenntnisse von den *Peranemen* sind, zu denen auch *Petalomonas* Stein, *Zygoselmis* Dujardin gehören, so genügen sie doch, um ein Bild ihrer Organisation und Lebensweise zu geben. Es ist klar, dass sie den Euglenaceen sehr nahe stehen,

sodass die systematische Zusammengehörigkeit nicht bestritten werden kann. Die Verbindung stellen besonders die hyalinen Euglenen, die Astasiaarten her. Die allen gemeinsamen Charaktere bestehen darin, dass sie sich frei bewegen, alle ein besonders differenzirtes Vorderende besitzen, an dem ein oder zwei Cilien sitzen, dass sie alle durch dieselbe Art der Längstheilung sich fortpflanzen und ihre Organisation, was Membran, Kern, pulsirende Vakuole betrifft, sich wesentlich gleich verhält. Gehen wir von den Astasien als der Mittelgruppe aus, sehen wir von ihr nach entgegengesetzten Richtungen zwei Entwicklungsreihen ausstrahlen; die Endglieder der beiden zeigen auffallende Verschiedenheiten; aber ganz allmählich gleichen sich gegen die Mittelgruppe hin die Unterschiede aus. *Euglena viridis* am Endpunkt der einen Reihe, *Anisonema entosiphon* an dem der anderen erscheinen fast wie Vertreter verschiedener Ordnungen; die erstere mit Chlorophyll und Augenfleck begabt, ernährt sich wie eine Alge, theilt sich wie diese in Ruhe in besonderen Hüllen; die letztere ohne diese Organe, dagegen mit Mundöffnung und besonderem Mundapparat, ernährt sich wie ein Infusor, theilt sich wie die meisten derselben in freier Bewegung. Nun sieht man aber allmählich in der Reihe der grünen Euglenen die Chlorophyllträger verschwinden; die Ernährung, dann auf Aufnahme in Wasser gelöster organischer Substanzen beruhend, ist nicht mehr an Licht gebunden; der Augenfleck wird rudimentär bei den hyalinen Euglenen, verschwindet bei den Astasien. Die Dauer der Bewegung wird von besonderer Bedeutung, weil es gilt, möglichst große Strecken zu durchheilen, um aus den immer nur sehr verdünnten Lösungen die Nahrung zu ziehen; die Theilung erfolgt auch während der Bewegung. Dann tritt eine neue Entwicklung ein, es bildet sich eine Mundöffnung und ein besonderes Organ, behilflich bei der Aufnahme fester Nahrung. Dieser Übergang erscheint wohl nur deshalb noch schroff, weil nur wenige Organismen von der großen Menge der Astasien, der Peranemeen genauer bekannt sind. Man kann sich aber vorstellen, dass der Membrantrichter der Euglenaceen zu dem Mundapparat der Peranema sich umgestaltet hat, dessen höchste Ausbildung bei *Anisonema entosiphon* erreicht wird. Mit der Aufnahme fester Nahrung ist auch die Art der Bewegung eine andere geworden; statt des regelmäßigen Vorwärtsdrehens der Euglenaceen zeigt sich ein scheinbar sehr unregelmäßiges Hin- und Hergleiten, -kriechen, -zittern des Körpers, weil es darauf ankommt, denselben nach möglichst verschiedenen Richtungen zu bringen, um die immer nur an zerstreuten Stellen vorhandene Nahrung aufzufinden.

Sehen wir nun einerseits die Peranemeen mit den Euglenaceen in enger Verbindung stehen, so weisen andererseits die ersteren noch auf einen Zusammenhang mit den Infusorien hin. Nimmt man die Ciliaten als Haupttypus der Klasse, so umschließt sie Organismen von scharf begrenzter äußerer Form, die den herrschenden Begriffen nach einzellig sind, sich vermittelt verschieden gestalteter Cilien frei bewegen, ein oder mehrere

pulsirende Vakuolen besitzen und von einer dichteren peripherischen Haut umkleidet sind; alle pflanzen sich, so weit bekannt, nur durch Zweitheilung fort. Diese Charaktere passen vollständig auf die Euglenaceen und Peranemeen, sie passen mehr auf sie als auf die gewöhnlich zu den Infusorien gerechneten Acineten. Die meisten Ciliaten haben eine bestimmte Mundöffnung, oft mit besonderen Mundapparaten, und nehmen feste Nahrung auf; auch diesen Charakteren werden die Peranemeen gerecht, sie werden es mehr, als die zu den Ciliaten zählenden Opalinen. Kann es nun demnach wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Peranemeen zu den Infusorien gehören, so gilt wegen ihres untrennbaren Zusammenhangs mit Euglenaceen dasselbe für die letzteren; darin stimme ich für diese Organismen mit STEIN überein, wenn auch andere Wege mich dazu geführt haben. Andererseits müssen Euglenaceen und Peranemeen sowie die daran sich anschließenden Flagellaten eine besondere Abtheilung der Infusorien bilden, entsprechend den Ordnungen der Hypotrichen etc., wegen des andern Typus der Bewimperung und sonstiger Verschiedenheiten in der Organisation. Welcher der vier jetzt anerkannten Ordnungen der Ciliaten die Peranemeen am nächsten stehen, lässt sich vorläufig nicht klar stellen; nach STEIN finden sich Ähnlichkeiten mit gewissen Hypotrichen, besonders den *Ervilina* Duj.; darüber fehlt mir das Urtheil.

Die Frage stellt sich nun ein, was für Beziehungen andererseits zwischen den Euglenaceen und den Algen vorhanden sind, da mehrfach auf Grund von Beobachtungen die Vereinigung beider angestrebt worden ist. Diese Frage zu klären soll der nächste Abschnitt versuchen.

VI. Die Beziehungen der Euglenaceen zu den Algen.

COHN¹⁾ war der erste, welcher bei der Untersuchung des *Chlamydococcus pluvialis* auch *Euglena viridis* genauer berücksichtigte; er fand, dass beide Formen ihrer Organisation wie Entwicklung nach sich wesentlich gleich verhielten. Selbst den Nachweis, dass *Chlamydococcus* Kontraktilität des Körpers besitzt, lieferte er; jedoch wegen der verschiedenen Energie derselben rechnete er die *Euglena* zu den Thieren, den *Chlamydococcus* zu den Pflanzen und hielt auch in einer späteren Arbeit²⁾ daran fest, den Anschauungen von BERGMANN und LEUCKART³⁾ gegenüber, welche die Euglenen als Pflanzen betrachteten. Gleichzeitig mit COHN sprach sich THURET⁴⁾ dahin aus, dass einerseits die *Euglena viridis* sich wie *Diselmis* (*Chlamydomonas*) verhalte, beide aber, die Gruppe der Chlorozoides bildend, zu den Thieren zu rechnen seien. Die Volvocineen wurden seit SIEBOLD, COHN, BRAUN bald all-

1) COHN in *Nova Acta Leop.* T. XXII. 2. 1850. S. 747.

2) COHN in *Nova Acta Leop.* T. XXIV. 1. 1854. S. 208.

3) BERGMANN und LEUCKART, *Vergleichende Anatomie und Physiologie.* 1852. S. 133 (citirt nach COHN).

4) THURET, in *Ann. des Sc. Nat. Sér. III.* T. XIV. 1850. S. 249—250.

gemein als Pflanzen anerkannt, während die Stellung der Euglenen dagegen immer zweifelhaft blieb. CIENKOWSKI¹⁾ betonte darauf wieder, dass *Euglena* vollständig einer *Chlamydomonas*, besonders aber einer *Palmellacee* entspreche und zu denselben gehören müsse. Ähnlich äußerte sich HOFMEISTER²⁾, neuerdings SCHMITZ.³⁾ Auch STEIN hebt den engen Zusammenhang von Euglenen und Volvocineen hervor, stellt nun aber seinerseits der herrschenden Ansicht gegenüber die letzteren wie die ersteren zu den Infusorien, ohne weiter auf die durch die Botaniker so vielfältig dargelegte Verwandtschaft von *Chlamydomonas* etc. und anderer Algen einzugehen, besonders ohne auf die Arbeiten von CIENKOWSKI Rücksicht zu nehmen. Es handelt sich also vor allem darum, die Beziehungen von Euglenaceen, den *Chlamydomonaden* unter den Volvocineen und den *Palmellaceen* klar zu legen. Die Schwierigkeit liegt daran, dass sich bei den augenblicklichen Kenntnissen nicht sagen lässt, was eigentlich *Palmellaceen* sind. Es soll daher zuerst versucht werden, auf Grund der vorliegenden Angaben und meiner eigenen Beobachtungen einige Haupttypen dieser sog. *Palmellaceen* hervorzuheben.⁴⁾

Unter *Palmellaceen* verstand man früher chlorophyllhaltige Algen, die aus isolirten oder nur locker in Gallerte vereinigten Zellen bestehen, die sich durch vegetative Theilung oder durch Bildung von Schwärmosporen fortpflanzen. Seitdem CIENKOWSKI⁵⁾ nachwies, dass einzelne der dazu gerechneten Algen nur Entwicklungszustände höherer Algenformen z. B. *Conferven* etc. sind, wurde von ihm wie von andern die sehr zweifelhafte Selbständigkeit aller *Palmellaceen* betont. So viel uns längere Kulturversuche gestatten zu sagen, ist dieser Zweifel unbegründet für die meisten; es gibt genau so selbständige Formen wie unter allen andern Algenfamilien.

Die einfachste Form stellt die Gattung *Pleurococcus* dar, die vorläufig zu beschränken ist auf die zwei von NÄGELI⁶⁾ beschriebenen Arten. *Pleurococcus vulgaris* besteht aus kleinen kugligen Zellen mit der Struktur der chlorophyllhaltigen Algenzellen, d. h. er besitzt eine aus Zellulose bestehende Zellhaut, ein Cytoplasma mit meist konstanten zentralen Vakuolen, mit Chlo-

1) CIENKOWSKI, Bot. Ztg. 1865. S. 24; Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VI. 1870. S. 426.

2) HOFMEISTER, Pflanzenzelle. 1867. S. 29.

3) SCHMITZ, Chromatophoren. 1882. S. 44.

4) Es könnte hier nur darauf ankommen, ein kurzes Resumé zu geben; die ausführliche Arbeit über die Gruppe hoffe ich später liefern zu können.

5) CIENKOWSKI, Über Palmellenzustand bei *Stigeoclonium*. Bot. Ztg. 1876; Zur Morph. der Ulotricheen, Mélanges biolog. etc. T. IX; Weitere Beobachtungen über den Palmellenzustand der Algen (Referat in Just's Jahresbericht. IV. 1876. S. 47).

6) NÄGELI, Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849. S. 64—65; vgl. auch für das Folgende diese grundlegende Arbeit; ferner KIRCHNER in Schlesiens Cryptogamenflora. Bd. II. 4.

rophyllträger¹⁾, einem Kern, als Stoffwechselprodukt Stärke oder Öl enthaltend. Die Zellen des Pleurococcus, locker zu unregelmäßigen Haufen vereinigt, theilen sich nach allen Richtungen des Raumes durch Querwände. Die Alge lebt auf der Rinde von Bäumen das ganze Jahr hindurch, jede ihrer Zellen ist fähig, in einen Dauerzustand überzugehen, der darin besteht, dass die Theilung aufhört, die Zellhaut etwas sich verdickt, im Cytoplasma viel farbloses Öl auftritt (Stärke findet sich bei Pl. vulg. nicht). Diesen Lebensgang wie innern Bau verändert der Pleurococcus in keiner Weise, mag man ihn kultiviren auf Stein, Holz, Erde oder im Wasser. Ebenso verhält sich der aus stabförmigen Zellen bestehende, nur in einer Richtung des Raumes sich theilende Stichococcus bacillaris. Die zweite Art, der Pleurococcus miniatus Ng., der sich an Glasscheiben und Mauern von Gewächshäusern findet, zeigt eine höhere Ausbildung, insofern sein Chlorophyllträger einen Amylonkern enthält; die Theilung ist auch eine etwas andere, indem das Cytoplasma sich von der Zellhaut zurückzieht, sich in 2, dann 4 Zellen theilt, die, jede für sich, mit einer neuen Zellhaut sich umgeben. Jede Zelle ist auch hier fähig, in den Dauerzustand überzugehen.²⁾

Wie Pleurococcus miniatus verhalten sich die Raphidiumarten. Bei diesen sind die Zellen spitz nadelförmig. Innerhalb der Zellulosehaut theilt sich die Zelle in 2, 4 oder mehr Tochterzellen, die, mit eigener Haut sich umgebend, häufig bei einzelnen Arten sehr lockere, aber oft bestimmt geformte Vereinigungen bilden. Beim Übergange in den Dauerzustand wächst die Zelle zu einem schmal eiförmigen Körper mit dicker Zellhaut und großem Reichthum an öligen Substanzen heran. An Raphidium schließt sich Scenedesmus an, welches sich nur dadurch unterscheidet, dass nach der Theilung die 4 oder mehr Tochterzellen³⁾ in bestimmtem, nach den einzelnen Arten verschiedenem Zusammenhange bleiben und auch gemeinsam durch einen Quellungsprozess aus der alten Zellhaut befreit werden. Der Dauerzustand, in den jede einzelne Zelle übergehen kann, ist bei Scenedesmus acutus breit eiförmig mit kurzen Endspitzen.

Bei einer zweiten Gruppe der Palmellaceen leben die Zellen auch theils einzeln, theils locker vereinigt und theilen sich durch Querwände wie Pleurococcus vulgaris; außerdem findet noch eine Vermehrung durch Zoosporen statt, die durch succedane Zweitheilung der Zelle entstehen, von schmal eiförmiger Gestalt sind, sowie einen Augenfleck und 2 Cilien be-

1) Es ist ein Verdienst von SCHMITZ (Chromatophoren. S. 6), die geformten Chlorophyllträger vieler Palmellaceen erkannt zu haben.

2) Pleurococcus miniatus zeichnet sich durch Vorhandensein von Hämatochrom neben Chlorophyll aus; doch kann man auf Torfkulturen rein grüne Polster erziehen.

3) Man darf dieselben nicht als Gonidien resp. Zoosporen bezeichnen und deshalb die Gattung neben Pediastrum stellen, wenn sie auch einen Übergang zu den Hydrodictyeen macht.

sitzen¹⁾. Jede der Zoosporen wächst zu einem der Mutterzelle gleichen Individuum heran. Als Haupttypus möchte ich die neue Gattung *Chlorosphaera* annehmen, die den früheren *Pleurococcus angulosus* und ähnliche Formen umschließt; sehr verbreitet ist *Chlorosphaera endophyta* in *Lemna minor*.²⁾ In der Reihe der Arten der Gattung zeigt sich eine Weiterentwicklung bestimmter Charaktere nach verschiedenen Richtungen. Einmal sieht man die vegetative Theilung spärlicher eintreten, die Zoosporenbildung wird fast das ausschließliche Mittel für die Vermehrung, so z. B. bei *Chlorosphaera Alismae*, die in todtten Blättern von *Alisma Plantago* lebt. Bei andern Arten findet dagegen lebhaftere vegetative Theilung statt, zugleich aber mit starker Gallertbildung, so dass zusammenhängende grüne Schleimmassen entstehen, so bei *Chlorosphaera angulosa*.

Die höchste Ausbildung der zuletzt besprochenen Formen erreicht die Gruppe der Tetrasporeen. Auch hier liegen die Zellen in Schleimmassen, die aber oft von bestimmter äußerer Form sind. Der Bau der Zellen ist wesentlich derselbe, wie bei früheren Formen. Die Vermehrung geschieht durch succedane Zweitheilung in der Art, wie bei *Pleurococcus miniatus*, die verquellenden Mutterzellhäute bilden den Schleim. Je nachdem aber die Theilung jeder Zelle mehr oder weniger weit vorschreitet, entstehen größere oder kleinere Tochterzellen, die beide fähig sind, zu Schwärmern zu werden; ob sie es werden, hängt zum Theil von äußeren Bedingungen ab, zum Theil von dem Entwicklungszustand der ganzen Schleimmasse. Beide, Makro- wie Mikrozoosporen³⁾, haben 2 Cilien, eine pulsirende Vakuole und einen Augenfleck. Das Wichtigste ist, dass die Mikrozoosporen zu je zweien kopuliren und dass das Produkt ihrer Kopulation zum Dauerzustand wird. Doch ist dieser Entwicklungsgang erst bei wenigen genauer

1) Wahrscheinlich ist auch eine pulsirende Vakuole vorhanden; doch ist bisher speziell darauf geachtet und sie wegen der Kleinheit der Zoosporen übersehen worden.

2) Es scheint mir durchaus nöthig, die zoosporenbildenden Formen, die bisher mit *Pleurococcus vulgaris* vereinigt waren, zu trennen, wegen der Veränderung des Entwicklungsganges, die die Zoosporenbildung veranlasst. *Chlorosphaera endophyta* bildet kuglige Zellanhäufungen, die zwischen den Epidermiszellen von lebender *Lemna minor* sitzen, nach außen hervorragend. Die einzelnen Zellen sind kuglig bis breit oval, enthalten zierlich netzförmige Chlorophyllträger mit zahlreichen Amylonkernen. Gehen die Zellen zur Zoosporenbildung über, wird die licht grüne Farbe zu einem gelblichen Braun.

3) Ich behalte die alten Ausdrücke Makro- und Mikrozoosporen hier deshalb bei, um damit zu bezeichnen, dass beide Formen sich ganz gleich im Bau verhalten mit Ausnahme ihres Größenunterschiedes; es scheint mir wichtig, diese Gleichheit trotz der verschiedenen Funktion hervorzuheben; bei manchen Algen haben die Mikrozoosporen die Fähigkeit, parthenogenetisch zu keimen, wie z. B. bei *Ulothrix* (DODEL in PRINGSHEIM'S Jahrb. Bd. X, S. 516), ferner, wie ich es mehrfach beobachtet habe, bei *Chlamydomonas*-Arten; asexuell sind die Mikrozoosporen von *Chlamydococcus* (vgl. ROSTAFINSKI, Mém. d. l. Soc. de Cherbourg 1875. T. XIX, S. 143).

bekannt. Kurz möchte ich hier deshalb auf die Lebensgeschichte einer Tetrasporee eingehen, die ich als *Botryococcus terricola*¹⁾ bezeichnen will.

Diese Alge bildete auf feuchter Erde dicke rundliche oder flach ausgebreitete Polster, welche aus kleineren traubig zusammenhängenden Zellhaufen bestanden. In denselben liegen in homogener Gallerte zahlreiche Zellen, meist zu 4, 8 oder 16 zusammen; jede derselben ist nach verschiedenen Richtungen des Raums theilungsfähig. In der ersten Entwicklungszeit des Gallertpolsters sind die Zellen lichtgrün und enthalten ein farbloses Öl; die meisten von ihnen besitzen schon 2 Cilien. Sobald die Gallerte in frisches Wasser gebracht wird, zerfließt der Schleim, die Zellen werden frei und schwärmen als Makrozoosporen umher. Nach längerer Zeit der Bewegung setzen sie sich zur Ruhe, umgeben sich mit einer Zellhaut und fangen an, sich lebhaft zu theilen. Die ersten Theilungsprodukte haben keine Cilien. Bei dem weiteren Wachsthum des Polsters tritt ein rother Farbstoff auf, wahrscheinlich Hämatochrom, die Theilungen folgen schneller auf einander, infolge dessen die Zellen durchschnittlich kleiner sind. Befuchtet man jetzt, so treten die kleinen rothen Zellen als Mikrozoosporen hervor, kopuliren zu je zweien, und das Produkt ihrer Kopulation wird zum kugligen Dauerzustand.

Ähnlich verhält sich nach den Beobachtungen REINKE's Tetrasporea.²⁾ Die Makro- und Mikrozoosporen sind hier stärker durch die Größe unterschieden, beide gleich grün gefärbt.

Diesen Tetrasporeen stehen nun die Chlamydomonaden sehr nahe, worauf schon CIENKOWSKI³⁾ deutlich genug hingewiesen hat. Auf Torf kultivirt bildet *Chlamydomonas* große Gallertlager, in denen wie bei Tetrasporea Makro- und Mikrozoosporen gebildet werden, die letzteren kopuliren auch hier behufs Bildung des Dauerzustandes. Wodurch sich die Chlamydomonaden im wesentlichen nur unterscheiden, liegt darin, dass sie bei normalen äußeren Bedingungen beständig in freier Bewegung begriffen sind und dass während derselben schon eine Zellhaut gebildet wird⁴⁾.

1) Ob diese Form in der That zu der Gattung *Botryococcus* gehört, scheint mir nicht ganz sicher, da von der bisher bekannten Art, *Braunii*, nur Unvollständiges bekannt ist; vgl. über dieselbe FRESENIUS in Abhandl. d. Senckenbg. Gesellsch. Bd. II. S. 239. Taf. XI, Fig. 27—34; KIRCHNER, Schlesiens Cryptogamenflora Bd. II, S. 144.

2) REINKE in PRINGSHEIM's Jahrbücher. Bd. XI. 1878. S. 544. Taf. XXVIII, Fig. 10 bis 15.

3) CIENKOWSKI, Bot. Zeitg. 1865; id. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. VI. 1870; was CIENKOWSKI hier als *Palmellaceen* beschreibt, gehört größtentheils zu der oben charakterisirten Gruppe der Tetrasporeen, die nicht identisch ist mit der NÄGELI'schen Unterfamilie gleichen Namens der *Palmellaceen*. (NÄGELI, l. c. S. 63.)

4) Über die Kopulation der Mikrozoosporen von *Chlamydomonas*arten vgl. ROSTAFINSKI in Bot. Zeitg. 1874. S. 786; REINHARDT, Die Kopulation von *Chlamydomonas pulvisculus*. Referat in JUST's Jahresbericht IV. 1876. S. 48—49. Auch bei den Chlamydomonaden lässt STEIN die Kerne zweier konjugirter Individuen verschmelzen und eine Keimkugel sich bilden, aus der sich Embryonen, wahrscheinlich Chytridien, entwickeln.

So viel ergibt sich ohne Zweifel, dass die Chlamydomonaden, mit ihnen die Volvocineen überhaupt, auf das engste mit den Tetrasporeen, diese wieder mit andern Palmellaceen zusammenhängen. Ist nun richtig, was sowohl STEIN wie CIENKOWSKI von entgegengesetzten Standpunkten aus behaupten, dass die Euglenen mit den Chlamydomonaden zusammengehören, so müssen die ersteren auch zu den niederen chlorophyllhaltigen Algen gerechnet werden, mit demselben Rechte, wie sie vorhin zu den Infusorien gestellt wurden.

In Organisation und Entwicklungsgeschichte verhalten sich Euglenaceen und Chlamydomonaden aber doch wesentlich verschieden. Worauf CIENKOWSKI, sowie HOFMEISTER ein Hauptgewicht legen, die Theilung der *Euglena viridis* in Ruhe in geschlossenen Häuten, die Bildung von Gallertmassen, ist von sekundärer Bedeutung; denn einmal zeigt nur ein kleiner Theil der Euglenaceen diese Verhältnisse, ferner sind dieselben für systematische Entscheidungen nicht brauchbar, weil solche Gallertbildungen bei den verschiedensten Algen, wie CIENKOWSKI selbst nachgewiesen, vorkommen, nicht aber allen Palmellaceen zukommen; die Theilung in Hüllen zeigen aber auch typische Infusorien, wie *Colpoda*, *Amphileptus*, *Laerymaria* etc. Vergleichen wir nun die Organisation einer Euglene und einer *Chlamydomonas*, resp. *Tetraspora*, so besitzt die erstere in ihrer Membran ein Organ, wie es bisher bei keiner Alge überhaupt bekannt ist. Es ist darauf Werth zu legen, weil diese Membran eine besondere Differenzirung des Protoplasmas ist, in weit höherer Ausbildung als die Hautschicht der Algen. Der Unterschied würde noch bedeutungsvoller sein, wenn sich durch die weitere Forschung die Hypothese von SCHMITZ und STRASBURGER bestätigen sollte, nach der alle pflanzlichen Zellhäute durch Umwandlung der Hautschicht entstünden. Ein fernerer wichtiger Charakter, den weder *Chlamydomonas* noch irgend eine Alge besitzt, ist die eigenartige Ausbildung des Membrantrichters, in dem die Cilie sitzt; und wenn bei den Peranemeen dieser Trichter verschwindet, so tritt der Mundapparat an seine Stelle. Was alle nach meiner Meinung zu den Flagellaten gehörigen Organismen besonders charakterisirt, ist die Art der Theilung, die der im Thierreich verbreitetsten darin entspricht, dass die eigentliche Trennung der in ihren inneren Organen schon getheilten Tochterzellen durch einseitige Einschnürung erfolgt¹⁾, während bei den Algen wie den meisten Pflanzenzellen eine mehr oder minder simultane Trennung erfolgt.²⁾ Bei den Flagellaten verläuft die Einschnürung der Länge nach, am vorderen Ende beginnend.

Weitere wesentliche Unterschiede finden sich speziell zwischen Eugle-

1) Vgl. FLEMMING, Zellschubstanz etc. 1882. S. 243.

2) Besonders durch die Bildung der »Zellplatte«; vgl. STRASBURGER, Zellbildung und Zelltheilung. III. Aufl. 1880. S. 344; bei der Theilung der Volvocineen wie vieler Palmellaceen erfolgt keine Zellplattenbildung, sondern, soviel sich beobachten lässt, ringförmige Einschnürung; eine einseitige ist mir nicht bekannt.

naceen und den Chlamydomonaden auch im Entwicklungsgange. Für die letzteren ist charakteristisch das Vorhandensein von Mikrozoosporen, die meist kopuliren und dann den Dauerzustand bilden. Bei Euglenen ist Ähnliches nicht bekannt, jede Zelle ist fähig, in denselben überzugehen. Auch das eigenthümliche, allen Euglenaceen zukommende Stoffwechselprodukt, das Paramylon mit seinen oft so eigenartigen Gestalten, kann schließlich als ein allgemeiner unterscheidender Charakter herangezogen werden. Palmellaceen wie Volvocineen besitzen entweder Stärke oder Öl. Neben diesen durchgreifenden Unterschieden finden sich noch zahlreiche kleinere, wie die lebhaftere Metabolie sehr vieler Euglenaceen, die Starrheit der Chlamydomonaden, die andere Struktur des Bewegungsorgans, die verschiedene Ausbildung der pulsirenden Vakuolen, des Augenflecks etc. Es ist zuzugestehen, daß diese Charaktere nicht zwingen, die Euglenaceen prinzipiell von den Thallophyten auszuschließen, die in den Diatomeen, Myxomyceten, Schizophyceen so ganz heterogene Gruppen umschließen. Aber so viel wird aus Vorhergehendem klar geworden sein, dass die Euglenaceen nicht direkt mit Volvocineen oder Palmellaceen zusammengehören können, sondern eine scharf getrennte Gruppe für sich bilden. Warum mir die Vereinigung der Euglenaceen mit den Infusorien eine einfache Nothwendigkeit erscheint, liegt in dem früher dargelegten untrennbaren Zusammenhang mit den Peranemeen, die typische Infusorien sind. Ebenso nothwendig hängen aber die Chlamydomonaden mit Tetrasporeen und andern Palmellaceen, also mit den Algen zusammen.

Dass zwischen den grünen Euglenen und den Chlamydomonaden gewisse Berührungspunkte vorhanden sind, ist richtig; es sind die freie Bewegung, die pulsirenden Vakuolen, der Augenfleck, die Chlorophyllträger. Die beiden ersten Charaktere sind bekanntlich bei den verschiedensten niederen Organismen vorhanden. Der Augenfleck findet sich ebensowohl bei Rädertieren wie Algenzoosporen. Der Chlorophyllgehalt kam früher bei der Entscheidung der systematischen Stellung von Flagellaten nicht in Betracht, weil chlorophyllhaltige Infusorien, Spongien etc. bekannt waren. Nachdem jetzt durch die Entdeckung von BRANDT¹⁾ bekannt ist, dass die Chlorophyllträger dieser Thiere ihrer Struktur und Theilung nach wie Algenzellen sich verhalten, ist auch sofort von botanischer²⁾ wie zoologischer³⁾ Seite erklärt worden, dass Thiere niemals Chlorophyllträger in dem Sinne wie die Pflanzen besäßen, dass das Chlorophyll der eigenste Charakter der letzteren sei. Nun gestattet der Mangel, resp. das Vorhandensein

1) K. BRANDT, Über das Zusammenleben von Thieren und Algen; Sitzber. d. Naturf. Ges. Berlin 1881.

2) Vgl. HANSEN, Geschichte der Assimilation und Chlorophyllfunktion. Arb. d. Bot. Inst. zu Würzburg. Bd. II, 1882. S. 539.

3) BRANDT, l. c. S. 444; HAMANN in Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. XXXVIII. 1882, S. 463.

des Chlorophylls bei den niederen Organismen nicht einmal eine spezifische, geschweige generische oder stärkere Trennung zweier sonst gleicher Formen. Und im Übrigen, was herrscht denn für ein prinzipieller Unterschied in dem Verhältniss der Chlorophyllträger eines Infusors, wie *Paramecium Bursaria*, und dem einer grünen Euglene? Bei beiden sind sie spezifisch geformte, wachsende, sich theilende Organe, die man mit gleichem Recht als Organismen auffassen kann; die Symbiose ist nur verschieden ausgebildet.¹⁾ Die Chlorophyllträger des *Parameciums* sind selbständiger, höher ausgebildet und vermögen außerhalb ihres Genossen zu leben — für wie lange und mit welchen Veränderungen wissen wir nicht. Die Möglichkeit dieses freien Lebens unter geeigneten Bedingungen ist für die Chlorophyllträger der Euglene auch vorhanden. Andererseits hängt weder bei *Paramecium* noch *Euglena* die augenblickliche Existenz an dem Dasein ihrer chlorophyllhaltigen Genossen.

Die Gemeinsamkeit gewisser Organisationsverhältnisse von Euglenen und Algenformen, besonders der Volvocineen und der Zoosporen, ist eine bedeutungsvolle Thatsache. Sie legt uns nahe, dass alle einem gemeinsamen Stamme entsprossen sind. Jedoch sehen wir in den Euglenen und Volvocineen, zwar noch halb schlummernd, aber dem schärferen Blick erkennbar, schon die trennenden Charaktere des pflanzlichen und thierischen Typus auftreten, die, in den divergirenden Organismenreihen sich höher und höher ausbildend, immer mehr und mehr sich von einander entfernen. Es gibt andere Organismen, selbst noch Flagellaten, wo diese Trennung viel undeutlicher ist.

Über einige Flagellaten, die zu den niederen chlorophyllhaltigen Algen gehören, und das System der letzteren.

Unter den von STEIN als Flagellaten zusammengefassten Formen gibt es außer den Volvocineen noch einige andere, die typische Algen sind. STEIN hat dieselben mit andern differenten Formen in seine nicht haltbare Familie der *Hydromorina* gestellt. Vor allem möchte ich auf den interessanten, als *Chlorogonium euchlorum* Ehb. g.²⁾ bezeichneten Organismus hinweisen, der zwar schon vielfach in Einzelheiten beschrieben ist, von dem aber eine zusammenhängende Entwicklungsgeschichte noch nicht geliefert ist. STEIN³⁾ hat eine Reihe guter Abbildungen gegeben.

1) SCHIMPER, Bot. Zeitg. 1883. S. 112 macht schon darauf aufmerksam, dass möglicherweise alle grünen Pflanzen einer Vereinigung eines farblosen Organismus mit einem von Chlorophyll gleichmäßig tingirten ihren Ursprung verdanken.

2) EHRENBURG, Inf. S. 113. Taf. VII, Fig. 17.

3) STEIN, l. c. Taf. XVIII, Fig. 6—29.

Chlorogonium euchlorum besitzt einen schmal spindelförmigen Körper (Taf. III, Fig. 44), dessen Organisation in den Hauptzügen von SCHNEIDER¹⁾ richtig beschrieben ist. Die Zellhaut ist dünn, anscheinend homogen, und zeigte bisher nicht die Cellulosereaktion mit Jod und Schwefelsäure. In dem vorderen farblosen Ende, an welchem zwei mäßig lange Cilien sitzen, liegt häufig eine helle, nicht kontraktile Vakuole, die auch vielfach zu fehlen scheint. Die eigentlich pulsirenden Vakuolen, die bisher übersehen worden sind, finden sich in Mehrzahl an bestimmten Stellen des peripherischen Cytoplasmas, sind sehr klein und scheinbar unabhängig von einander. Dicht unter der Zellhaut liegt wie bei *Chlamydomonas* der Augenfleck, der einen schwach gekrümmten schmalen Halbmond darstellt; herausgedrückt krümmt er sich fast kreisförmig. In der Mitte des Körpers liegt der rundlich ovale Kern mit kleinem Nucleolus. Der Form des Körpers entsprechend, findet sich eine gleichmäßig grüne Chlorophyllschicht; ob sie aus einem oder mehreren Chlorophyllträgern besteht, ist nicht untersucht worden; doch sind stets mehrere Amylonkerne vorhanden.

Die Vermehrung durch Theilung ist schon von EHRENBURG gesehen worden. STEIN bezeichnet sie als diagonale und vergleicht sie der schiefen Längstheilung von *Lagenophrys*, eines peritrichen Infusors. Es zeigt sich aber, dass sich *Chlorogonium* nicht anders wie alle *Chlamydomonaden* theilt; die scheinbare Eigenthümlichkeit kehrt bei den äußerlich ganz ähnlich gebauten *Raphidium*arten wieder. Nach der Theilung des Kerns theilt sich zuerst das Cytoplasma quer zur Längsachse (Taf. III, Fig. 48 a); gleich nach der Trennung wachsen die Tochterzellen und schieben sich aneinander vorbei, so dass es den Anschein hat, als wären sie durch eine ganz schiefe Wand getheilt. Jede Zelle theilt sich dann weiter in ähnlicher Weise wie *Chlamydomonas*. Die Theilung findet nicht in Ruhe, sondern während der Bewegung statt. Dasselbe kommt auch bei manchen *Chlamydomonas*arten vor, besonders bei einer der *Chlamydomonas multifilis* nahe stehenden Form. Trotz der Zertheilung der Zelle schwingen die alten Wimpern der Mutterzellhaut ungestört weiter; STEIN macht auf zarte Verbindungsstränge aufmerksam, die die Cilien mit der ihnen zunächst liegenden Theilzelle verknüpfen. Auffallend ist aber doch die Unabhängigkeit der Cilienbewegung von der Individualität der Zelle, und die Beobachtung, dass sie auch dann noch fortschwingen, wenn sehr zahlreiche kleine Tochterzellen gebildet sind (Taf. III, Fig. 48 b), beweist, dass die bewegende Ursache nur an einer sehr eng begrenzten Stelle ihren Sitz hat.

Wie alle *Chlamydomonaden* bildet *Chlorogonium* Makro- und Mikrozoosporen; die ersteren, ungeschlechtlich, wachsen zu den beweglichen vegetativen Zellen heran; die Mikrozoosporen kopuliren. Den Austritt der-

1) SCHNEIDER, Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. MÜLLER'S ARCHIV 1854. S. 197—199.

selben aus der alten Zellhaut hat WEISSE¹⁾ zuerst gesehen, Kopulationszustände sind von EHRENBURG als *Dyas viridis* beschrieben, ferner von STEIN beobachtet worden.²⁾ Die Kopulation geht relativ langsam vor sich. Die beiden Zoosporen berühren sich mit ihren farblosen Spitzen; gewöhnlich ist eine Größendifferenz der kopulirenden bemerkbar. Man sieht in den häufigen Fällen, wo die Cilien vorher verloren gegangen sind, die kleinere sich in das farblose Ende der größeren langsam hineinbohren (Taf. III, Fig. 17 a—b). Die Kopulationsprodukte umgeben sich mit Zellhaut, wachsen noch eine Weile und gehen dann in den Dauerzustand über, der durch viel Hämatochrom roth gefärbt ist. Diese Ruhesporen müssen eine Zeit lang trocken liegen; je länger sie austrocknen (innerhalb nicht näher bekannter Grenzen), desto reichlicher keimen sie, z. B. nach einem halben Jahr besser als nach 3 Monaten, nach dieser Zeit reichlicher als nach 3 Wochen, wo nur wenige sich entwickeln. Die Keimung der Dauerzustände ist von WEISSE³⁾ richtig beobachtet worden und verläuft wie bei andern Chlamydomonaden. Innerhalb der Zellhaut theilt sich die Zelle in 4 Schwärmer, die zuerst durch Hämatochrom noch roth gefärbt erscheinen, später licht grün werden und sich in der besprochenen Weise theilen.

Chlorogonium euchlorum tritt sehr zerstreut auf, aber oft in ungeheurer Menge. Es gelingt nicht, es auf Torf längere Zeit zu kultiviren, weil ihm die Fähigkeit abgeht, Schleimmassen zu bilden. Nach einigen Wochen der Kultur geht auch die Alge, selbst bei günstigen Bedingungen, mit innerer Nothwendigkeit in Ruhe über.

Aus der ganzen Darstellung ergibt sich, dass *Chlorogonium euchlorum* eine typische Chlamydomonade ist.

Sehr interessant ist es, dass auch eine ganz hyaline Form des *Chlorogonium* existirt, ebenso bei andern Chlamydomonaden. COHN⁴⁾ machte darauf aufmerksam, daß die Flagellate *Polytoma Uvella* Ehb. nichts anderes als eine *Chlamydomonas hyalina* sei. Die beste Beschreibung dieser sehr häufigen Alge hat SCHNEIDER⁵⁾ gegeben, der aber zu dem Resultate kam, dass *Polytoma* ein Thier sei. *Chlamydomonas hyalina* findet sich in faulenden Gewässern und besitzt einen eiförmigen bis rundlichen Körper, vorne mit 2 Cilien, und unterhalb desselben ein Paar kontraktile Vakuolen, bisweilen 3—4. Eine zarte Zellhaut umgibt das Cytoplasma, in dem ein deutlicher Kern liegt und das mit Stärkekörnchen erfüllt ist. Chlorophyll fehlt stets, ebenso ein deutlicher Augenfleck. Die Theilung geschieht während der Bewegung wie bei *Chlorogonium* und erfolgt genau wie bei Chlamy-

1) WEISSE in Archiv f. Naturg. 1848, S. 65—71. Taf. V.

2) Die Nukleustheorie hat STEIN auch hier, wie bei den Chlamydomonaden, verhindert, die Bedeutung der Kopulation behufs Bildung des Dauerzustandes zu erkennen.

3) WEISSE in Archiv f. Naturg. 1856. S. 160—164. Taf. VI A.

4) COHN in Nova Acta Leop. T. XXIV. 1854. S. 135—139.

5) SCHNEIDER in Archiv f. Naturg. 1854. S. 192—197. Taf. IX.

domonas. Mikrozoosporen sind aber bisher nicht beobachtet worden. Nach einigen Tagen enormer Entwicklung in einer Infusion geht *Chlamydomonas hyalina* in den Dauerzustand über, ohne dass bisher Kopulation gesehen werden konnte.

Eine andere farblose *Chlamydomonas* entspricht der Art *multifilis*, als deren Varietät man sie wohl ansehen muss. Die Zellen sind breit eiförmig, oft mit hinten weit abstehender Zellhaut, die oft deutlich längsstreifig ist. In dem farblosen Vorderende liegen zwei pulsirende Vakuolen; an der Peripherie ist ein Augenfleck vorhanden. Zahlreiche Stärkekörner sind in Form einer hohlkugeligen peripherischen Schicht gelagert, scheinbar entsprechend dem bei der grünen Form sich findenden Chlorophyllträger. Außerdem kommt im Cytoplasma ein farbloses Öl vor, von dem ein besonders großer Tropfen die Stelle einnimmt, an der bei der grünen Form der Amylonkern liegt. Stets sind 4 Cilien vorhanden, die Theilung erfolgt in Ruhe. Ebenfalls in solchen faulenden Algenkulturen wurde auch die farblose Varietät von *Chlorogonium euchlorum* bemerkt. Der Körperbau, die Theilung ist genau dieselbe, wie bei der grünen Hauptform, die Cilien sind durchschnittlich länger, die Größe etwas geringer (Taf. III, Fig. 46). Bei allen Individuen ist der Augenfleck erhalten; das hyaline Cytoplasma dicht mit Stärke erfüllt. Mikrozoosporen sind auch hier nicht beobachtet worden.

Man wird auch hier wie bei den Euglenen diese hyalinen *Chlamydomonaden* als Anpassungsformen der grünen an ein mit organischen Zeretzungsprodukten reich beladenes Wasser auffassen müssen. Auch hier wird der Augenfleck rudimentär und schwindet schließlich wie bei *Chlamydomonas hyalina*.

In der Familie der *Hydromorina* von STEIN findet sich eine weitere typische Alge, das *Chlorangium stentorinum* (EHBG.). Darin hat STEIN vollkommen recht, diese Art von der Euglenaceengattung *Colacium* zu trennen, ihre wahre Stellung hat er aber nicht erkannt, obwohl schon vor ihm CIENKOWSKI die Hauptzüge der Organisation und Entwicklungsgeschichte geliefert hat.¹⁾ Ich kann dessen Angaben nur bestätigen, nicht erweitern und verweise auf ihn. Man wird wohl am besten die Gattung zu den *Chlamydomonaden* stellen.

Von den andern *Hydromorinen* gehört *Pyramimonas*²⁾ wohl zu den Flagellaten. Zweifelhaft müssen bis zu einer genaueren Untersuchung *Chloraster* Stein und *Spondylomorom* EhbG. bleiben, obwohl letztere sehr wahrscheinlich eine *Volvocinee* ist. Dagegen hat schon STEIN einige Formen zu den *Chlamydomonaden* gezogen, die bisher von den Botanikern nicht berücksichtigt worden sind, so *Coccomonas orbicularis* und *Phacotus lenti-*

1) CIENKOWSKI in Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VI. S. 427; vgl. ferner STEIN III. 4. Taf. XIX, Fig. 4—8.

2) Vgl. BÜTSCHLI in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. S. 240.

cularis. Letzteren hat CARTER¹⁾ sorgfältig beschrieben und nach seinen und STEIN'S Angaben verhält er sich wie ein Chlamydomonas mit sehr fester spröder Zellhaut.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass die Chlamydomonaden eine Menge mannigfaltiger Formen umschließen. Früher ist gezeigt worden, dass dieselben mit den Tetrasporeen und damit anderen Algen eng zusammenhängen, und im Anschluss daran möge es hier gestattet sein, kurz die Hauptgruppen dieser niederen chlorophyllhaltigen Algen hervorzuheben. Nur sehr provisorisch kann das folgende System genannt werden, weil es nur die genauer bekannten Formen berücksichtigt, alle ihrer Entwicklung nach unbekanntem bei Seite lässt, zu denen gerade der größere Theil der in den Handbüchern beschriebenen Palmellaceen und Protococcaceen gehört.

In der großen Reihe der Chlorophyceen heben sich die niederen sogenannten einzelligen Formen von den immer mehrzelligen konfervenartigen, wie auch den Siphoneen wenigstens derart ab, dass eine besondere Gruppierung passend erscheint; sie mögen mit dem von KIRCHNER²⁾ angewandten Namen *Protococcoideae* bezeichnet werden.

Sie umschließen Chlorophyllalgen, die aus einzelnen für sich lebenden Zellen oder aus lockeren oder festeren, bestimmt geformten Zellvereinigungen bestehen, ohne Spitzenwachsthum und Astbildung sind. Die Vermehrung geschieht durch vegetative Theilung oder Zoosporenbildung; bei beiden Prozessen findet meist succedane Zweitheilung statt. Die geschlechtliche Befruchtung ist, wenn überhaupt vorhanden, isogam oder oogam.

Die bisherige Eintheilung dieser Protococcoideae in Palmellaceen, Protococcaceen, Volvocineen lasse ich fallen, weil nach meiner Meinung sie einerseits zu scharf, andererseits zu wenig sondert; mir scheinen sich andere Gruppierungen hervorzuheben. Die Namen Palmellaceen und Protococcaceen sind deshalb fortgelassen, weil die Gattungen *Palmella* und *Protococcus* bis jetzt nur zweifelhafte Formen umschließen, manche als Arten derselben beschriebene unzweifelhafte Entwicklungszustände höherer Algen sind. Folgende Gruppen unterscheide ich unter den Protococcoideae.

Pleurococcaceae.

Zellen einzeln oder in lockeren Gallertverbänden, sich vermehrend durch succedane Zweitheilung; die Produkte der Theilung stets einander gleich, ruhend; jede Zelle ist fähig, in den Dauerzustand überzugehen.

1) CARTER, On Fecundation in *Eudorina elegans* and *Cryptoglena*. Ann. and Mag. of Nat. Hist. Ser. III. Vol. II. 1858. S. 247. Taf. VIII, Fig. 25—27; STEIN III. 4. Taf. XV, Fig. 63—71.

2) KIRCHNER in Schlesiens Cryptogamenflora. Bd. II. 4. Hälfte. S. 85.

Pleurococcus, Stichococcus, Dactylococcus(?), Raphidium, Scenedesmus, Porphyridium(?).

Die Gattung Scenedesmus repräsentirt die höchste Ausbildung dieser Gruppe, insofern die einzelnen Zellen schon fester zu bestimmt geformten Reihen verbunden sind; sie verbindet die Gruppe mit den Hydrodictyeen.

Chlorosphaeraceae.

Zellen einzeln oder in lockeren Verbänden, sich vermehrend durch succedane Zweitheilung. Die Produkte bestehen entweder in ruhenden Zellen — bei Querwandbildung und 2—4-Theilung der Mutterzelle, oder in Zoosporen — bei 8—Mehrtheilung. Die Zoosporen mit 2 Cilien, Augenfleck, pulsirender Vakuole (?) versehen; jede wächst zu einer der Mutterzelle gleichen Zelle heran. Jede Zelle ist fähig, in den Dauerzustand überzugehen.

Chlorosphaera.

Auf diese Gruppe ist schon vorhin eingegangen worden, ebenso auf ihre Beziehung einerseits zu den Tetrasporeen, andererseits durch das Verschwinden der vegetativen Theilung zu den Endosphaeraceen. Aber es findet auch eine Verbindung mit Konferven statt; es gibt Formen, bei denen die Zweitheilung mit darauf folgender Scheidewandbildung in der Weise erfolgt, dass lockere Verbände in Form von Längsreihen entstehen, ganz entsprechend den so häufigen raumparasitischen Entocladiaarten.¹⁾

Tetrasporeae.

Zellen in Gallertverbänden oft von bestimmter Form. Die Vermehrung erfolgt durch succedane Zweitheilung; sowohl die durch 2—4-Theilung, wie durch 8—Mehrtheilung entstandenen Tochterzellen sind fähig, Zoosporen zu werden; sowohl die Makro- wie Mikrozoosporen haben zwei Cilien, Augenfleck und pulsirende Vakuole. Die Makrozoosporen wachsen jede für sich zu der Mutterzelle gleichen Zellen heran. Die Mikrozoosporen kopuliren, so weit bekannt; das Produkt der Kopulation wird zum Dauerzustand.

Tetraspora, Botryococcus, Apiocystis, Gloeocystis(?), Oocardium(?), Palmodactylon(?).

Die Gruppe der Tetrasporen schließt sich einerseits an die vorige an, noch enger an die folgende der Chlamydomonaden; aber sie zeigt auch bedeutsame Anknüpfungspunkte an die Ulvaceen, worauf REINKE schon hinwies. Die von ihm beschriebene²⁾ *Monostroma bullosum* Thur. unterscheidet

1) Ich habe hier eine noch unbeschriebene Art im Sinn, welche sehr häufig in alten Lemnasprossen sich findet, verästelte Zellreihen bildet, die aber oft in einzelne isolirte Zellen zerfallen. Doch kommt, wie es scheint, hier schon Spitzenwachsthum vor, wie bei der von REINKE zuerst beschriebenen *Entocladia viridis*. (Bot. Zeitg. 4879. S. 476.)

2) REINKE in PRINGSHEIM's Jahrb. 4878. Bd. XI. S. 534. Taf. XXVIII, Fig. 4—9.

det sich von Tetraspora und schließt sich den Ulvaceen dadurch an, dass die durch 2—4-Theilung entstandenen Zellen nicht mehr fähig sind, als Makrozoosporen zu schwärmen, sondern in der Gallerte ruhend sich weiter theilen und einen flächenartigen Thallus bilden. Durch 8—Mehrtheilung entstehen wie bei Tetraspora Mikrozoosporen, welche kopuliren.

Chlamydomonadeae.

Zellen einzeln für sich lebend, in freier Vorwärtsbewegung; während derselben oder in Ruhe sich durch succedane Zweitheilung vermehrend. Makro- wie Mikrozoosporen werden gebildet von der Organisation, wie bei Tetraspora. Die Mikrozoosporen kopuliren meist, die Kopulationsprodukte werden zu Dauerzuständen. ¹⁾

Chlamydomonas, Chlamydococcus, Chlorogonium, Phacotus.

Den Übergang zu den sehr nahe verwandten Tetrasporen bilden die Chlamydomonasarten, welche noch fähig sind, bei gewissen äußeren Bedingungen Gallertkolonien zu bilden, in denen sie sich auch in Ruhe theilen.

Volvocineae.

Zellen vom Bau der Chlamydomonaden, in bestimmt geformten Kolonien vereinigt, in freier Vorwärtsbewegung. Ungeschlechtliche Vermehrung durch succedane Zweitheilung in Ruhe. Geschlechtliche Befruchtung isogam, wie bei der vorigen Gruppe, oder oogam.

Gonium, Stephanosphaera, Pandorina, Eudorina, Volvox. ²⁾

Die Volvocineen schließen sich, wie allgemein bekannt, direkt an die Chlamydomonaden an; doch scheint mir eine Trennung sehr passend. Die Bildung von Coenobien ist sehr charakteristisch; andererseits müsste man mit demselben Rechte, wie Chlamydomonaden, auch die Tetrasporeen mit den Volvocineen vereinigen. Zwei wichtige Charaktere zeigen sich innerhalb der Volvocineen in steigender Entwicklung, die Unterordnung der Einzelzelle dem Ganzen gegenüber und die Art der geschlechtlichen Befruchtung. In beiden erreicht Volvox den Höhepunkt, zugleich das Ende der Reihe, weil ein weiterer Anschluss nicht bekannt ist.

Endosphaeraceae.

Zellen einzeln oder in lockeren Verbänden, sich vermehrend nur durch Zoosporen, die entweder ungeschlechtlich oder geschlechtlich differenzirt

¹⁾ Vgl. die früher citirten Arbeiten von COHN, CIENKOWSKI, ROSTAFINSKI, STEIN; ferner BRAUN, Die Verjüngung in der Natur 1854. GOROSCHANKIN, Die Genesis bei den Palmellaceen. Russ. Referat in JUST's Jahresb. III. 1877. S. 27. Letzterer hat ebenfalls die Chlamydomonaden von den Volvocinen abgetrennt, doch kann ich aus dem Referat nicht ersehen, in welchem Umfange. Auch STEIN hat die Trennung vertreten, doch zieht er Gonium zu den Chlamydomonaden.

²⁾ Die zahlreiche Literatur über diese Gruppe findet sich bei STEIN III, 4.

sind. Jede für sich resp. das Produkt der Kopulation wächst zu einer der Mutterzelle gleichen Zelle heran; jede ausgewachsene Zelle ist fähig, in den Dauerzustand überzugehen.

Chlorochytrium ¹⁾, Endosphaera, Phyllobium, Scotinosphaera ¹⁾.

Neben diesen bisher spezieller untersuchten Formen werden vielleicht manche der als Protococcus-, Chlorococcusarten angeführten hierhin gehören; doch fehlt darüber Genaueres. Die Bildung der Zoosporen geschieht theils durch succedane Zweitheilung wie bei den Chlorosphaeraceen, mit welchen Formen wie Chlorochytrium Knyanum, andererseits Chlorosphaera Alismae die Verbindung herstellen; bei andern wie Phyllobium ist die Zelltheilung eigenartiger, übrigens noch wenig aufgeklärt. Die höchste Entwicklung erreicht die Gruppe in Phyllobium, bei dem die kopulirenden Zoosporen in größere und kleinere gesondert sind, und welches durch die Bildung schlauchartiger Zellen an Botrydium und damit den Siphoneen sich anschließt.

Characidae Reinhardt. ²⁾

Zellen für sich lebend, festsitzend; sie vermehren sich nur durch Zoosporen, die durch succedane Zweitheilung entstehen; es gibt Makro- und Mikrozoosporen, beide sind aber ungeschlechtlich.

Characium. Ophiocytium (?).

Die Stellung dieser Gruppe ist noch wenig sicher; man kann sie als eine Weiterentwicklung der Chlorosphaeraceen bezeichnen, nach anderer Richtung als die Tetrasporeen. Wie bei diesen finden sich Makro- und Mikrozoosporen, entstehend durch succedane Zweitheilung; aber keine Gallertkolonien werden unter normalen Verhältnissen gebildet, wenn auch die Characien dazu fähig sind. Die Abgrenzung von den Endosphaeraceen ist noch nicht klar.

Hydrodictyeae.

Zellen in bestimmt geformten Verbänden. Vermehrung durch Makrozoosporen, die innerhalb der Mutterzelle sich sofort zu der ihnen eigenen Kolonie vereinigen. Ferner sind Mikrosporen vorhanden, die, soweit bekannt, kopuliren. Das Produkt der Kopulation wird zum Dauerzustande.

Hydrodictyon, Pediastrum, Coelastrum, Sorastrum, Sciadium (?).

Die Hydrodictyen stellen nach einer anderen Seite als die Volvocineen einen Höhepunkt, zugleich das Ende einer Entwicklungsreihe dar. Sie verhalten sich den Volvocineen darin gleich, dass die Zellen behufs Bildung eines einheitlichen Ganzen ihre Selbständigkeit aufgeben. Am genauesten

1) Vgl. über diese Formen KLEBS, Bot. Zeitg. 1884.

2) REINHARDT, Entwicklung der Characien, Referat der russ. Arbeit in JUST's Jahresbericht IV. 1878. S. 50. Die Familie ist in anderer Begrenzung als die gleichnamige Unterfamilie der Palmellaceen von NÄGELI angenommen.

bekannt ist durch BRAUN¹⁾, PRINGSHEIM die Entwicklungsgeschichte von Hydrodictyon. Bei Pediastrum, Coelastrum sind Mikrozoosporen auch vorhanden, ihre Kopulation aber noch nicht beobachtet.

Wie diese Gruppierung der Protococcoideae zeigt, bilden dieselben eine nach sehr verschiedenen Richtungen hin ausstrahlende Formenreihe, die in einzelnen Gliedern ausläuft, ohne weiteren Anschluss, die andererseits die Anfänge neuer weiter reichender Entwicklungsreihen umfasst. Die Protococcoideae bilden den Ausgangspunkt für die verschiedenen neben einander herlaufenden Formenreihen der übrigen Chlorophyceen; die Endosphaeraceen schließen an die Siphoneen, die Tetrasporeen an die Ulvaceen, die Chlorosphaeraceen an die Confervaceen an. Diese letzteren speziell mit Oedogoniaceen und Coleochaeteen bilden aber, worauf DE BARY²⁾ nachdrücklich hingewiesen, diejenigen Thallophyten, die direkt in die große aufsteigende Reihe der Bryophyten, Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen ausmünden. Die ersten Anfänge der letzteren — so müssen wir annehmen — ruhen in den einfachsten Formen der Protococcoideae; darum sind dieselben von besonderem Interesse und großer Bedeutung.

Die Peridineen des süßen Wassers.

Die Peridineen bilden eine von EHRENBURG³⁾ gegründete natürliche Gruppe, zu welcher er polygastrische Thiere ohne Darmkanal mit Panzer und einer Quersfurche, sowie mit einem Wimperkranz zählte. Doch brachte er zu der Familie einige Formen, wie Chaetotrypha, Chaetoglena, die DUJARDIN⁴⁾ richtiger zu seinen Thecamonadiens stellte. Letzterer nahm die Peridineen in seine Abtheilung der geißeltragenden Infusorien auf, worin PERTY⁵⁾ ihm folgte. Dagegen gründeten CLAPARÈDE⁶⁾ und LACHMANN wegen des Wimperkranzes in der Quersfurche für die Peridineen eine besondere Klasse, die Cilioflagellata. LEUCKART⁷⁾ gab bei der Besprechung der Arbeit

1) BRAUN, Die Verjüngung in der Natur; PRINGSHEIM, Über die Dauerschwärmer des Wassernetzes, Monatsber. d. Berl. Akad. 1860; Die Kopulation der Mikrozoosporen ist von SUPPANETZ beobachtet; vgl. ROSTAFINSKI in Mém. d. l. Soc. nat. des Sc. de Cherb. 1875. T. XIX. S. 452.

2) DE BARY, Zur Systematik der Thallophyten. Bot. Zeitg. 1884. S. 8 u. 45—46.

3) EHRENBURG in den Abhandl. der Berliner Acad. 1830. S. 58. Inf. 1834. S. 249.

4) DUJARDIN l. c. S. 374.

5) PERTY, Lebensformen. S. 464.

6) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études I. S. 392—412.

7) LEUCKART in Archiv f. Naturg. 1864. Bd. II. S. 253; auch später ebenda 1872. Bd. II. S. 333 spricht er seinen Zweifel betreffs der Thiernatur der Peridineen aus.

VON CLAPARÈDE seine Meinung dahin kund, dass die Peridineen wohl besser zu den Pflanzen zu rechnen seien. STEIN¹⁾ betonte wieder sehr lebhaft die thierische Natur dieser Organismen, lieferte zuerst eine genauere Beschreibung der Körperformen der Süßwasser-Peridineen und suchte, wenn auch mit weniger Glück, die Entwicklungsgeschichte aufzuklären. Er stellt sie als zweite Hauptgruppe in die Klasse der Flagellaten. WARMING²⁾ erwähnte der Peridineen mehr beiläufig; infolge seiner Beobachtung, dass dieselben eine Cellulosemembran, ferner Stärke und einen Farbstoff ähnlich dem Diatomin besitzen, kam er dazu, die Peridineen für Algen zu halten und ihnen einen Platz zwischen Diatomeen und Desmidiaceen anzuweisen. Eine ausführliche Monographie lieferte BERGH³⁾, der sie als Cilioflagellaten und im Sinne VON CLAPARÈDE UND LACHMANN als Bindeglied zwischen Flagellaten und Ciliaten auffasst, spezieller zwischen Thecaflagellaten und Peritrichen. Das Werk von BERGH enthält zahlreiche schöne Beobachtungen über äußere Körperform und Beschaffenheit der Zellhaut, berücksichtigt innere Organisation und Entwicklungsgeschichte weniger. Neuerdings hat dann POUCHET⁴⁾ die Ansicht vertreten, dass die Peridineen zu den Noctiluken in enger Beziehung stehen. Solche Differenzen in der Meinung der einzelnen Forscher über die Stellung der Peridineen lassen sich nur dadurch erklären, dass über diese merkwürdigen Organismen noch sehr vieles im Dunkeln ist, was zum großen Theil an der schwierigen Untersuchung dieser leicht vergänglichen und undurchsichtigen Wesen liegt. Leider sind auch meine Beobachtungen nicht in dem Grade vollständig, dass ein klares Verständniss herbeigeführt worden wäre; vor allem war es mir nicht möglich, am Meere die Peridineen zu untersuchen, und sie erreichen gerade dort ihre höchste Entwicklung. Doch sollen im Folgenden wenigstens einige Hauptpunkte betreffs der Organisation hervorgehoben werden, gegenüber den bis jetzt herrschenden unrichtigen Anschauungen.

Hinsichtlich der Systematik schließe ich mich STEIN an, nicht aus dem Grunde, weil ich seine Ansichten theile; im Gegentheil, mir erscheint seine Anordnung, die nur auf der äußeren Beschaffenheit des Körpers beruht, die bisweilen dazu nicht richtig angegeben, sehr verbesserungswürdig. Doch hätte eine systematische Bearbeitung der ganzen Gruppe ohne Berücksichtigung der marinen Formen wenig Sinn, und so soll sie vorläufig unterbleiben.

1) STEIN III, 4. S. 88—97.

2) WARMING, Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier; Vidensk. Medd. Kjöbenhavn 1875. S. 444 (citirt nach BERGH).

3) BERGH, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrbuch Bd. VII. 1882. S. 177—288.

4) POUCHET, Sur l'évolution des Peridiniens etc. Comptes rendus. T. XCV. 1882. S. 794—796.

Körpergestaltung und Zellhaut.

Die äußere Gestaltung der Hauptformen von den Süßwasser-Peridineen hat STEIN meist richtig beschrieben; für die marinen ist dasselbe von BERGH geschehen.

Bei dem *Hemidinium nasutum* St.¹⁾ (Taf. II, Fig. 27 a b) ist der gelb gefärbte Körper eiförmig, etwas abgeflacht und zeigt eine verschieden organisierte Bauch- und Rückenfläche; in dem Sinne, dass die letztere (Fig. 27 a) dem Beschauer zugewendet ist, kann man bei beiden von einer rechten und linken Seite sprechen. In der Mitte des Körpers läuft schwach spiralig eine seichte Querfurche, die an der linken Seite der Bauchfläche ein wenig aufsteigt und vor der rechten Kante aufhört (Fig. 27 b). Auf der Rückenfläche steigt die Furche nach unten und hört ebenfalls vor der rechten Kante auf. Durch die Querfurche wird der Körper in einen vordern und hintern Theil getrennt; am letztern, so bezeichnet, weil er bei der Bewegung rückwärts gerichtet ist, findet sich auf der Bauchfläche eine Längsfurche, die bis zur Querfurche reicht.

Hemidinium, das nach STEIN nur eine resistenterere Rindenschicht besitzen soll, hat eine abhebbare, nach außen und innen abgegrenzte Zellhaut, die in Kali etwas, in Schwefelsäure stärker quillt, sich mit Jod gelb, mit Chlorzinkjod braun färbt; eine Blaufärbung konnte bisher nicht erzielt werden.

Die Zellhaut erscheint feinkörnig, bisweilen feinstreifig.

Die Gattung *Gymnodinium* ist nach STEIN²⁾ durch ihren nackten Körper charakterisirt. *Gymnodinium fuscum* tritt in mannigfachen Gestalten auf, ist zylindrisch bis fast kuglig, oft nach den Enden verjüngt, immer etwas abgeplattet. Wie bei der vorigen Art findet sich auch hier eine Querfurche, auf der Bauchfläche nur bis zur Mitte, auf dem Rücken bis zur rechten Kante reichend. Die Längsfurche auf der Bauchfläche (Taf. II, Fig. 26) durchschneidet die Querfurche und reicht in den vorderen Körpertheil hinein. Zur Zeit der Ruhe besitzt der Körper eine sehr zarte, aber deutlich abgegrenzte Zellhaut, die mitunter durch Chlorzinkjod schwach violett sich färbte; ob sie auch während der Bewegung immer vorhanden ist, weiß ich nicht. Diese Art zeichnet sich durch ihre lebhaftete Schleimbildung aus, die bisher übersehen worden ist. Setzt man zu einem Tropfen, der zahlreiche sehr bewegliche *Gymnodinien* enthält, verdünnte wässrige Methylgrünlösung, so erscheint um die allermeisten in dem Moment der Berührung mit dem Farbstoff eine intensiv dunkelblaue Schleimhülle. Selbst wenn man mit Osmiumsäure oder Pikrinsäure vorher fixirt, lässt sich diese Schleimhülle nachweisen und sie zeigt dann oft eine sehr schöne stäbchenförmige Struktur (Taf. II, Fig. 26). Die Substanz der Hülle färbt sich nicht mit Karmin, noch mit Hämatoxylin,

1) STEIN III. 4. S. 90.

2) STEIN III. 4. S. 89; BERGH I. c. S. 255.

Eosin, Nigrosin, dagegen sehr intensiv mit Methylviolett. Diese Ausscheidung solcher Schleimhülle, die aus stäbchenartigen Elementen zusammengesetzt ist, erinnert ganz an manche Euglenen, wie besonders *Phacus pleuronectes* (vergl. das Frühere), andererseits auch an die Trichocysten der Infusorien.

Die als *Gymnodinium pulvisculus* bezeichnete Form besitzt einen breit ovalen Körper, der durch die Querfurche in zwei ziemlich gleiche Theile zerfällt, von denen der vordere nach dem Ende verschmälert, der hintere breit abgerundet ist. Eine Längsfurche fehlt hier. Die äußere Begrenzung bildet eine zarte, sich durch Chlorzinkjod gelb färbende Zellhaut.¹⁾

Das *Peridinium tabulatum* (Ehbg.) STEIN²⁾ (Taf. II, Fig. 22) ist größer als die bisher beschriebenen Formen und unterscheidet sich durch die besondere Struktur der Zellhaut. Die Gestalt des Körpers ist im Umriss rundlich bis breit eiförmig, an der Bauchfläche abgeplattet. Die breite Querfurche trennt einen größeren vorderen, häufig kegelförmigen von dem kleineren hinteren, breit abgerundeten Theil. Auf der Bauchseite des letzteren findet sich eine breite Längsfurche, die die Querfurche durchsetzt und ein wenig in die vordere Körperhälfte hineintritt. Die Scheitelansicht des hinteren Theiles erscheint durch die tiefe, bis zum Rande reichende Längsfurche nierenförmig.

Die Zellhaut verhält sich ihren Reaktionen nach, wie BERGH nachgewiesen, wie eine pflanzliche Zellulosemembran. Sie hat eine sehr zierliche Struktur (Taf. II, Fig. 28), die STEIN und BERGH näher beschrieben haben. Sie erscheint wie aus Tafeln zusammengesetzt durch vorspringende Verdickungsleisten; die Tafeln selbst wieder sind zierlich netzförmig verdickt und stoßen entweder dicht aneinander oder sind durch unverdickte Zwischenleisten getrennt, die ebenso wie die die Furchen auskleidenden Hauttheile zart gestreift sind. STEIN nennt die Zellhaut einen Panzer, der nach ihm aus krustenartigen Tafeln besteht; ähnlich spricht sich BERGH aus. Es liegt aber kein Grund vor für die Annahme, dass dieser Panzer aus gesonderten Tafeln besteht; er stellt eine auf ihrer Außenfläche verdickte Zellulosehaut vor, wie sie in so endloser Mannigfaltigkeit sich bei andern Pflanzenzellen findet, die weich, dehnbar, elastisch ist und kaum merkbare anorganische Einlagerungen enthält.

Was bisher als *Glenodinium cinctum* von STEIN und BERGH beschrieben worden ist, gehört ohne Zweifel mit der vorigen Art in eine Gattung zusammen. Sie unterscheidet sich dadurch, dass der hintere Körpertheil beträchtlich kleiner ist, als der vordere, ihm häufig fast nur wie eine Art

1) Ob diese Form dem *Gymnodinium pulvisculus* von STEIN entspricht, ist nicht ganz gewiss, er erwähnt nicht des Mangels der Längsfurche und das ist ein wichtiger Charakter, der mehr berechtigen würde zu der Aufstellung einer eigenen Gattung, als es die etwas stärkere Zellhaut bei *Hemidinium* erlaubt.

2) STEIN III. 4. S. 94; BERGH l. c. S. 239. Taf. XV, Fig. 37—38.

Deckel aufsitzt. STEIN und BERGH geben an, dass die Zellhaut bei dieser Art strukturlos sei, und betrachten deshalb die Trennung von Peridinium für nothwendig. Bei allen zahlreich von mir untersuchten Exemplaren ist die Zellhaut nie strukturlos gewesen, wenn man genauer die leeren Häute untersuchte. Auch hier findet sich, wenn auch oft nur sehr zart angedeutet, die Zusammensetzung der Tafeln; diese selbst sind hier meist mit kleinen Körnchen noch versehen, die in Längsreihen stehen. Die Längs- und Quersfurche wie die Zwischenleisten der Tafeln, die aber häufig fehlen, sind auch längsgestreift.

Die bisher besprochenen Formen¹⁾ haben im wesentlichen dieselbe Körpergestalt und einen ähnlichen Bau der Membran. Mehr verändert ist der Typus bei *Ceratium cornutum*. Der Körper gewinnt hier sehr auffallende Gestalten durch lange hornartige Ausstülpungen der Zellhaut, die aber auch aus Zellulose besteht und auf ihrer Außenfläche zierlich verdickt ist²⁾. Das eigentlich Unterscheidende liegt vor allem darin, dass statt der von der Zellhaut bedeckten Längsfurche im hinteren Theil der Bauchfläche ein Längsspalt sich findet, an dem das nur mit einer Hautschicht bedeckte Cytoplasma mit der Außenwelt in Berührung tritt; EHRENBURG hat schon diesen Spalt richtig beobachtet.

Noch viel abweichendere Körperformen treten bei den marinen Gattungen *Dinophysis*, *Amphidinium* etc. auf; man vergl. die Beschreibungen und Abbildungen bei BERGH.

Die Bewimperung.

Als Hauptcharakter der Peridineen seit EHRENBURG bis auf die neueste Zeit gilt die Art der Bewimperung. EHRENBURG glaubte in der Quersfurche einen Kranz kleiner Cilien zu sehen und beobachtete außerdem bei manchen Arten noch eine lange vorstehende Wimper. Nach CARTER³⁾ hat ALLMAN zuerst wirklich die Cilien der Quersfurche gesehen, dasselbe behaupten für sich CLAPARÈDE⁴⁾ und LACHMANN, die sie auch bei *Peridinium tabulatum* sehr deutlich zeichnen. STEIN⁵⁾ schloss sich enge seinen Vorgängern an und gibt für *Gymnodinium* an, dass der Wimperkranz dicht unter der Furche eingefügt sei. Am genauesten beschreibt BERGH⁶⁾ die Bewimperung bei zahlreichen, besonders marinen Peridineen; nach ihm sitzen die Cilien

4) Ich würde es für sehr zweckmäßig halten, dass dieselben in die eine Gattung *Peridinium* gestellt werden, da die Unterschiede, auf denen *Hemidinium*, *Gymnodinium*, *Glenodinium* beruhen, so geringfügig sind und, wie oben nachgewiesen, zum großen Theil nicht existiren. Diese Fassung des Gattungsbegriffs *Peridinium* haben sowohl PERRY wie CLAPARÈDE und LACHMANN schon in ihren Werken angenommen.

2) Vgl. BERGH l. c. Taf. XII—XIV.

3) CARTER, in *Ann. and Mag. Ser. II. Vol. XX 1852. S. 48.*

4) CLAPARÈDE et LACHMANN, *Etudes V. S. 393.*

5) STEIN III. 4. S. 90.

6) BERGH l. c. S. 268.

entweder direkt auf dem Vorderrande des Körpers oder sind wie ein oder zwei kontraktile Säume in der Quersfurche gelagert.

Bei den Süßwasser-Peridineen existirt nun dieser so oft gesehene Wimperkranz sicherlich nicht, sondern sie besitzen meistens zwei Cilien, beide, wie es scheint, stets entspringend auf der Bauchfläche, dort wo die Längsfurche die Quersfurche schneidet, die eine in der ersteren liegend und weit nach hinten hervorragend, die andere in der Quersfurche eingeschlossen und hier hin und her schwingend.

Wenn man *Hemidinium nasutum* mit 1%iger Chromsäure fixirt, treten die beiden Cilien scharf hervor, da in vielen Fällen die in der Quersfurche herausgeschleudert wird (Taf. II, Fig. 27 a). Ebenso kann man sich bei *Gymnodinium fuscum* auf das Bestimmteste überzeugen, dass stets nur zwei Cilien vorhanden sind; die fixirte Cilie der Quersfurche β (Taf. II, Fig. 26) sieht man meist wellenförmig geschlängelt. Bei *Gymnodinium pulvisculus* verhält es sich in derselben Weise. Auch bei *Peridinium tabulatum* finden sich nur die beiden Cilien, an denen man aber die in der Quersfurche nur zu sehen bekommt, wenn man Chlorzinkjod anwendet (Taf. II, Fig. 28). Sie ist anders organisirt als bei den früheren Arten, indem sie keinen einfachen zylindrischen Faden¹⁾, sondern ein schraubig gewundenes Band darstellt, welches gegen das Ende sich fadenartig verschmälert. Beide Cilien treten aus einer engen Spalte der Zellhaut hervor. Bei *Glenodinium einctum* sind die beiden Cilien wie bei *Peridinium* beschaffen. Was *Ceratium cornutum* betrifft, so konnte die Bewimperung wegen Mangels an Material nicht ganz sicher festgestellt werden; so viel ergab sich, dass auch hier in der Quersfurche ein solches Schraubenband wie bei *Peridinium* sich findet; statt der einen Cilie in der Längsfurche beobachtete ich aber bisweilen zwei, doch weiß ich nicht, ob es die Regel ist.²⁾

Ich halte es für höchst wahrscheinlich, dass auch bei den meisten marinen Peridineen die Bewimperung die gleiche sein wird; es geht das schon aus den Beschreibungen von BERGH hervor. Der kontraktile Saum, den er überall erwähnt, ist eben die Cilie; die daran sitzen sollenden kleinen Cilien sind wohl nur durch die wellenförmigen Schwingungen der ersteren für den Beschauer hervorgerufen. Jedenfalls ist eine erneute Untersuchung der Meeresformen nothwendig.

Die Bewegung selbst ist trotz der ganz andern Einrichtung der Bewimperung dieselbe wie bei Euglenen, Volvocineen, Vorwärtsbewegung durch das Licht in ähnlicher Weise beeinflusst, verbunden mit Rotation des

1) In der von mir gegebenen Figur 28 auf Taf. II ist die Cilie fadenförmig gezeichnet, wie ich es anfangs zu sehen glaubte. Erst nach Fertigstellung der Tafel erkannte ich bei besserem Material den richtigen Sachverhalt.

2) CLAPARÈDE und LACHMANN geben an, dass sie bei *Ceratium cornutum* bisweilen 2 Flagellen beobachtet haben (Études I. S. 345).

Körpers. Während der Bewegung ist die in der Längsfurche liegende weit hervorstehende Cilie nach hinten gerichtet.

Die innere Organisation.

Der innere Bau der Peridineen ist bisher noch wenig genau untersucht worden; doch ist er gerade für sie nach vieler Hinsicht charakteristisch. STEIN hat ihn wenig berücksichtigt, außer dass er überall den Kern nachgewiesen hat. Bei *Ceratium cornutum* hat er¹⁾ eine kontraktile Blase beobachtet. WARMING erwähnte Stärkekörner bei den, sei es durch Chlorophyll grün, oder durch Diatomin braun gefärbten Formen. Näher hat sich BERGH mit dem inneren Bau beschäftigt. Nach ihm finden sich bei den gefärbten Peridineen Chlorophyllkörper und außerdem diffus vertheiltes Diatomin. Bei einigen Gymnodineen hat er eine Differenzirung in Endo- und Exoplasma beobachtet, welch letzteres stark gerunzelt erschien. Bei *Gymnodinium spirale* fand sich eine Myophanschicht. Bei *Protoperidinium* ist nach BERGH eine Blase vorhanden, die mit der Außenwelt in Verbindung steht. Der Kern ist nach ihm feinkörnig und enthält kein Kernkörperchen.

Diese Angaben habe ich für die Süßwasser-Peridineen zum großen Theil nicht bestätigen können. Dieselben besitzen im allgemeinen den Bau typischer Pflanzenzellen. Das Cytoplasma bildet an der Peripherie eine oft durch ihre Lichtbrechung hervortretende Hautschicht, unterhalb welcher meist eine Lage brauner Farbstoffträger sich findet, die dünn scheibenförmig, im Leben häufig in die Länge gestreckt sind. Sie sind so angeordnet, dass sie radienartig gegen das Innere strahlen, so dass die Peridineen wie gestreift erscheinen (Taf. II, Fig. 22, 26, 27 a); doch ist in vielen Fällen die Anordnung auch gestört. Bei keiner Süßwasserperidinee habe ich bisher Chlorophyllträger gefunden, sondern nur Diatominträger. Behandelt man dieselben mit Alkohol, werden sie zuerst grün wie diejenigen der Diatomeen; diffuses Diatomin, wie BERGH behauptet, existirt nicht.²⁾

Der von STEIN und BERGH schon beobachtete Kern liegt häufig im vorderen Theil des Körpers, und besitzt eine charakteristische, bisher übersehene Struktur. Er hat bei einzelnen Arten, wie *Peridinium cinctum*, eine mehr rundliche, bei andern eine längliche, bisweilen nierenförmige Gestalt. Die Hauptmasse des Kerns wird von stark lichtbrechenden, gleichmäßig dicken, lose in einander verschlungenen Fäden gebildet, die eine feine Querrunzelung zeigen; bei der Quellung in Wasser zerfallen die Fäden in bakteriumähnliche Stäbchen von sehr verschiedener Länge. Bei *Gymnodinium fuscum* beobachtete ich an einer Seite der peripherischen Schicht einen Nu-

1) STEIN III. 4. in der Vorrede S. VIII.

2) Die Figuren von BERGH betreffs *Peridinium tabulatum* Taf. XIV Fig. 38, ebenso auch Taf. XIV, Fig. 64, 66, 67, in denen grüne Chlorophyllträger und diffuses gelbes Diatomin gemalt sind, muss ich für inkorrekt halten.

cleolus, der besonders stark quillt. Durch die Dicke der Kernfäden zeichnen sich die Kerne der Peridineen sehr von denen zahlloser anderer niederer Organismen aus.

Das Cytoplasma enthält bei fast allen eine konstante, mäßig große Vakuole, die nicht kontraktile ist, sondern dem Zelllumen vieler Algen entspricht. Eine pulsirende Vakuole habe ich bisher ebensowenig wie BERGH beobachten können; jedenfalls existirt sie nicht in der Art wie bei den Flagellaten. Bisweilen ist das Cytoplasma netzig vakuolig. Eine deutliche Strömung des letzteren konnte, abgesehen von kleineren Verschiebungen seiner Theile, nicht beobachtet werden.

Im Cytoplasma finden sich, wie WARMING und BERGH schon angeben, Stärkekörner in sehr verschiedener Quantität, ferner bei allen Peridineen ein farbloses, in Alkohol leicht lösliches, durch Osmiumsäure schwarz werdendes Öl. Einen sehr häufigen und charakteristischen Bestandtheil bilden gelb- bis rothgefärbte ölartige Massen, die als Ölflecke bezeichnet werden sollen. EHRENBURG deutete sie als Augenflecke, worauf CLAPARÈDE und LACHMANN aufmerksam machten, dass dieselben bald vorhanden sind, bald fehlen und in sehr verschiedener, stets wechselnder Zahl sich finden. Sie haben keinen bestimmten Platz oder besondere Struktur und sind von den Augenflecken der Euglenen wesentlich unterschieden. Sie treten sehr häufig als gelbe, homogene ölartige Tropfen auf, die in Alkohol unlöslich sind, sich aber dann weiter in rothe umzuwandeln scheinen; wenigstens beobachtet man rothe Ölflecke, die zum Theil noch gelb gefärbt sind; der rothe Theil löst sich in Alkohol, der gelbe nicht. Über die nähere Beschaffenheit und die Rolle im Stoffwechsel ist nichts bekannt.

Die Theilung.

EHRENBURG¹⁾ beschreibt bei seinem *Peridinium pulvisculus* Längstheilung; dasselbe erwähnen CLAPARÈDE²⁾ und LACHMANN für eine kleine marine Form. Genauer beschäftigte sich erst STEIN³⁾ mit den Theilungen der Peridineen. Nach ihm geht bei *Peridinium tabulatum* die Theilung innerhalb der Zellhaut vor sich, und zwar findet Quertheilung statt, von welchen Angaben die erstere richtig, die letztere es nicht ist; genaueres gibt übrigens STEIN nicht an. Das *Peridinium* kommt zur Ruhe, zieht sich von der Zellhaut zurück und rundet sich ab. Jetzt rückt der Kern in die Mitte, streckt sich in die Länge und theilt sich. Sowie die Tochterkerne auseinander rücken, treten schief zur Längsachse zwei dunkle Streifen zwischen den Kernen auf; es sieht aus, als wenn eine Zellplatte, wie sie STRASBURGER bei der Theilung so vieler Pflanzenzellen beschrieben hat, ge-

1) EHRENBURG Inf. S. 252.

2) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études III. S. 73. Taf. XIII Fig. 22.

3) STEIN l. c. S. 94.

bildet wäre (Taf. II, Fig. 23). In vielen Fällen erscheinen die Streifen zusammengesetzt aus kleinen Körnchen; bisweilen fließen sie zu einem breiteren Streifen zusammen. Eine einseitig vordringende Einschnürung wurde niemals beobachtet; in der Ebene der Längsstreifen erfolgt die Trennung entweder simultan oder durch ringförmige Einschnürung, was nicht entschieden werden konnte. Jede der Tochterzellen umgibt sich mit einer Zellhaut, die anfangs ganz strukturlos und sehr zart ist. Während der Theilung ist eine schleimige Masse ausgeschieden worden, durch deren Quellung die Zellhaut schließlich gesprengt wird (Taf. II, Fig. 24). Die Zellhaut platzt gewöhnlich an bestimmter Stelle dicht unterhalb der Quersfurche am hinteren Theil. Durch stärkere Quellung werden die Tochterzellen weiter hinausgeführt und bilden sich allmählich aus, jetzt erst ihre Furchen entwickelnd.

Ähnlich verhalten sich nach meinen allerdings noch sehr lückenhaften Beobachtungen die andern Süßwasser-Peridineen. Von *Peridinium cinctum* gibt STEIN an, daß die Theilung nie innerhalb der alten Zellhaut vor sich geht, sondern in einer neuen »Cyste«. Es ist aber im Grunde dasselbe wie bei *tabulatum*, nur dass die Zellhaut gleich am Anfang gesprengt wird und das *Peridinium* in der ausgeschiedenen Schleimmasse oder neuen Haut sich dann abgerundet theilt (Taf. II, Fig. 29). Mehrfach habe ich aber auch die Theilung noch innerhalb der alten Zellhaut gesehen. Auch bei *Peridinium cinctum* beobachtete ich die dunklen Streifen, die hier auffallend schief zur Längsachse verliefen.

Gymnodinium fuscum theilt sich innerhalb einer Schleimmasse auch durch Längstheilung (Taf. II, Fig. 25). Bei dieser Art kommen nun nicht selten zwei Individuen unvollständig getrennt vor, was EHRENBURG schon beobachtete und für Längstheilungszustände hielt. STEIN hat auf dieselben auch hier eine Befruchtungstheorie gebaut, die mit Ausnahme dieser zweifelhaften Gebilde auf wenig festem Boden beruht. Ohne hier direkt abzuleugnen, dass Kopulation bei den Peridineen vorkommt, muss ich die Behauptungen von STEIN jedoch zurückweisen. Er hat nicht die Kopulation von Anfang an verfolgt, noch die Verschmelzung der Nuclei, noch die Entwicklung derselben zu einer Keimkugel an ein und demselben Exemplar gesehen. Er hat auch nicht die Umwandlung seiner Keimkugel in Embryonen beobachtet, sondern beruft sich auf eine alte Angabe von WERNECK, der ein Lebendiggebären von *Peridinium* beschreibt. Die fragliche Keimkugel habe ich bei *Gymnodinium* und *Hemidinium* vielfach beobachtet in unzweifelhaft nicht kopulirten Exemplaren; sie stellt einen weißlichen, stark lichtbrechenden Körper dar, der mit Jod sich intensiv gelb färbt, ein wenig in Essigsäure, stärker in Kali quillt. Methylgrün lässt ihn ungefärbt, während sich dadurch stets der unveränderte Kern nachweisen lässt. Was dieser weiße Körper für eine Bedeutung hat, ist mir unbekannt, eine Entwicklung zu *Chytridium*zoosporen ist bisher nicht von mir bemerkt worden,

und ich weiß daher nicht, ob er ein fremder oder ein den Peridineen eigenst zugehöriger Körper ist.

POUCHET¹⁾ hat neuerdings von *Ceratium tripos* 2, 3, selbst 8 Individuen in zusammenhängenden Ketten beobachtet und deutet diese Erscheinung als Konjugation. Was diese Anordnung für eine Bedeutung hat, geht aus den bis jetzt vorliegenden kurzen Angaben nicht hervor.

Der Dauerzustand und die sog. Cysten der Peridineen.

Die Peridineen gehen bei ungünstigen Lebensbedingungen in einen Dauerzustand über, welchen CLAPARÈDE²⁾ und LACHMANN aufgefunden haben. Wenn man *Peridinium tabulatum* auf dem Objektträger kultivirt und langsam eintrocknen lässt, kann man diese Ruhesporen erhalten. Die Zelle zieht sich von ihrer Zellhaut zurück und umgibt sich mit einer neuen, welche aus einer dünnen kutikularen äußeren und einer dickeren weicheren inneren Schicht besteht und der Struktur auf der Oberfläche entbehrt. Das Cytoplasma erfüllt sich mit Stärke und Öl, der braune Farbstoff tritt mehr und mehr zurück, die Ölflecke entwickeln sich zu sehr großen Tropfen, die häufig in einen einzigen zusammenfließen. So kann *Peridinium* die Trockenheit ertragen; bei Befeuchtung kehrt es dann in den normalen Zustand zurück.

Ähnlich verhält sich *Peridinium cinctum*, bei welchem aber die alte Zellhaut von vornherein abgeworfen wird, so dass die Dauerzustände isolirt sich finden.

Außer diesen unzweifelhaften Ruhezuständen finden sich in den Gewässern Peridineenformen, die zuerst von CLAPARÈDE und LACHMANN als gehörnte Cysten beschrieben worden sind. In denselben fanden sie Körper, die den Peridineen sehr ähnlich waren, bald in Ein- oder Mehrzahl. STEIN und BERGH haben sie ebenfalls gesehen, ohne näher darauf einzugehen. Auch mir ist es nicht gelungen, den Zusammenhang mit den beweglichen Peridineen zu erkennen, obwohl ein solcher sehr wahrscheinlich ist. Der Bau entspricht vollkommen dem früher besprochenen. Die Zellhaut besteht aus Zellulose, der von ihr umschlossene Körper hat die Organisation einer Peridinee, nur dass in jüngeren Cysten keine Andeutung einer Furche sich findet, in älteren eine Querfurche deutlich ist. Bei dem marinen *Peridinium sanguineum* hat CARTER³⁾ die Bildung von rothen ruhenden Zellen beobachtet, in denen er zwei oder vier Theilungssprosslinge angetroffen hat.

Mehrfach sind von mir in großer Menge ruhende Peridineenformen gefunden, die sich durch Theilung fortpflanzen. Die Gestalt ist kuglig oder breit oval, der Bau entspricht dem der beweglichen, nur dass die Diatomin-

1) POUCHET, Comptes rendus 1882. S. 785.

2) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études III. S. 70—74.

3) CARTER, in Proceedings of the Bombay Geographic Soc. 1855. S. 409.

träger rund scheibenförmig sind und ihre breiten Flächen stets der Peripherie zuwenden. Gewöhnlich findet sich ein mittleres Zelllumen durchsetzt von Strängen des Cytoplasmas (Taf. II, Fig. 30 ab). In allen fand ich neben Stärke und Öl auch die rothen Ölflecke. Die Theilung verläuft in etwas anderer Weise wie bei den beweglichen Formen, indem sie der Quere nach erfolgt (Fig. 30 a). Dann quillt die alte Zellhaut auf, die Tochterzellen, jede mit einer Membran umgeben, werden frei, um heranzuwachsen und sich zu theilen.

In welcher Beziehung nun diese sich selbständig theilenden, ruhenden Zellen zu den beweglichen stehen, ist in Dunkel gehüllt.

Die Lebenserscheinungen.

Die Süßwasser-Peridineen, die im Vorhergehenden erwähnt sind, ernähren sich wie alle assimilirenden Pflanzenzellen durch Zersetzung der Kohlensäure in den Diatominträgern bei Einfluss des Lichtes. Ebenso verhält es sich mit den marinen Ceratiumarten, Dinophysis, Amphidinium. BERGH beschreibt einige Arten, bei denen kein Diatomin, sondern nur rothes Öl sich findet; wie diese sich ernähren, ist unbekannt, vielleicht ist nur der braune Farbstoff verdeckt gewesen. Auch einige farblose Formen werden von BERGH erwähnt, so *Diplopsalis lenticula* und *Protoperidinium*, bei welchen sich eine große Blase findet, die mit der Außenwelt in Verbindung stehen soll. Doch fehlen nähere Angaben. Es ist sehr möglich, dass ebenso wie bei Flagellaten und Volvocineen auch bei den Peridineen hyaline Formen vorkommen; man beobachtet in faulenden Algenkulturen bisweilen Individuen von *Peridinium tabulatum*, die so gut wie entfärbt und von großen Stärkekörnern dicht erfüllt sind.

Für sehr der Bestätigung bedürftig muss ich die Angabe von STEIN halten, der bei *Gymnodinium vorticella* bisweilen gefressene Organismen den »Nahrungsballen« der Ciliaten ganz ähnlich (?) gefunden haben will. Ohne bestreiten zu wollen, dass bei manchen noch wenig untersuchten Formen solche Ernährungsweise vorkommen könne, ist für die im Vorhergehenden erwähnten Peridineen hervorzuheben, dass sie nie von mir beobachtet ist. Die meisten sind von vollständig geschlossener Zellhaut umgeben, die nur die enge Cilienöffnung enthält. Ebenso kann man mit noch weit mehr Recht von den Diatomeen annehmen, dass sie feste Nahrung aufnehmen.¹⁾ Was das *Gymnodinium spirale* von BERGH betrifft, das sich auf diese Weise ernährt, so steht noch nicht außer Zweifel, ob dasselbe überhaupt eine Peridinee ist.

In dem biologischen Verhalten entsprechen die Peridineen den an gleichen Standorten vorkommenden Flagellaten. Sie finden sich das ganze

¹⁾ STEIN stützt sich auch auf eine Angabe von EHRENBURG, nach der *Gymnodinium pulvisculus* Farbstofftheilchen aufnimmt. Dasselbe hat EHRENBURG für die Diatomeen behauptet, aber wahrscheinlich nur bei todtten Zellen gesehen.

Jahr hindurch in großer Menge. Doch sind sie viel empfindlicher gegenüber Veränderungen ihrer Lebensbedingungen, besonders bezüglich ihrer Bewegungsfähigkeit. Die Cilien gehen außerordentlich leicht zu Grunde. Beigefügt mag hier werden, dass ich bei *Peridinium tabulatum* einige Male nach dem Absterben der Cilie auf dem Objektträger beobachtete, wie durch die Zellhaut Gallertmassen hervortraten, die sich zu einer homogenen Schleimhülle gestalteten, entsprechend derjenigen von *Gymnodinium fuscum*.

Die systematische Stellung.

Fassen wir noch kurz das Wesentliche der Organisation der Süßwasser-Peridineen zusammen, so ergibt sich für alle genauer untersuchten Formen derselbe Bau; er gilt auch, so weit man aus den vorliegenden Beobachtungen beurtheilen kann, für die meisten marinen. Ausschließen muss man, wie auch STEIN schon betonte, das Proocentrum, welches CLAPARÈDE und LACHMANN zuerst mit den Peridineen vereinigten, aus dem BERGH eine besondere Unterfamilie gemacht hat. Dieser Organismus ist nach einem ganz anderen Typus gebaut, er gleicht den Cryptomonaden, besitzt einen unzweifelhaften Wimperkranz, welcher für BERGH den Hauptgrund abgibt, ihn als Peridinee aufzufassen. Nun, dieser Grund ist hinfällig geworden, andere Ähnlichkeiten existiren nicht, als die allgemeinsten Charaktere niederer Organismen — wenigstens sind sie bisher nicht bekannt. Nicht zu den Peridineen gehörig ist ferner das von BÜRSCHLI¹⁾ beschriebene Infusor Polykrikos, das sich an Ciliaten anschließt und 8 bewimperte Querfurchen besitzt. BERGH zählt es zu den Peridineen auch nur wegen der Art der Bewimperung.

Die Peridineen treten als bestimmt geformte, einkernige Protoplasma-körper auf, die den Bau von Algenzellen haben. Eine Zellhaut, die meistens die Cellulosereaktionen zeigt, umschließt das mit einer Hautschicht umkleidete Cytoplasma, in dem scheibenförmige Farbstoffträger, Diatomin enthaltend, in peripherischer Schicht gelagert sind, in der sich Stärke und Öl als Stoffwechselprodukte, ferner gelbe oder rothe Ölflecke unbekannter Natur finden. Entweder ist ein deutliches großes Zellumen vorhanden, oder eine kleinere konstante Vakuole. Die Peridineen treten in zwei Formen auf, als frei bewegliche und ruhende. Die ersteren sind charakterisirt durch eine mittlere Querfurchung, die einen vorderen und einen hinteren Theil trennt und meistens durch eine Längsfurchung im letzteren. Sie haben gewöhnlich nur 2 Cilien: die eine in der Längsfurchung liegend, und weit nach außen hervorragend, die andere meist geschlängelte nur innerhalb der Querfurchung

1) BÜRSCHLI, Einiges über Infusorien; Archiv für mikrosk. Anat. Bd. IX. 1873. S. 675; BERGH l. c. S. 216.

schwingend. Die Theilung geht, so weit bekannt, schief zur Längsachse vor sich. Die ruhenden Formen haben eine glatte ungefurchte Zellhaut und theilen sich der Quere nach.

In welchen Beziehungen stehen nun die so organisirten Peridineen den Flagellaten gegenüber, als deren Hauptvertreter man die Euglenaceen und Peranemeen hinstellen kann? Sowohl CLAPARÈDE und LACHMANN, wie BERGH und STEIN betonen den Zusammenhang mit denselben und betrachten die »Cilioflagellaten« als Übergang zu den Ciliaten. Es ist mir nicht möglich, irgend ein verknüpfendes Band einerseits zwischen Peridineen und Flagellaten, andererseits zwischen ersteren und Ciliaten zu entdecken; allen ist nur das gemeinsam, dass sie sich frei bewegen. Die Flagellaten sind nach ganz anderem Typus organisirt, man erinnere sich des hoch differenzirten Vorderendes; die Bewimperung ist eine ganz andere, die Theilungsart ebenso. Noch weniger Ähnlichkeit existirt zwischen Peridineen und Ciliaten, worauf ich nicht ausführlich einzugehen brauche. Dagegen verhalten sich die Peridineen ihrem Bau, ihrer Lebensweise, Entwicklung nach wie andere Algenzellen, es ist mir kein Grund bekannt, warum sie nicht zu denselben gehören sollen, und ich stimme darin mit den früher ausgesprochenen Meinungen von LEUCKART und WÄRMING überein. Letzterer stellt in seiner kurzen Notiz die Peridineen zwischen Diatomeen und Desmidiaceen, augenscheinlich wegen des mit den ersteren gemeinsamen Farbstoffs und vielleicht wegen der sehr entfernten Ähnlichkeit der Querfurche der Peridineen mit den Einschnürungen mancher Desmidiaceen. Im Übrigen stehen diese Familien sehr isolirt von einander. Nach den augenblicklichen Kenntnissen wird man die Peridineen als eine scharf gesonderte Familie in die große und mannigfaltige Gruppe der Thallophyten für sich hinstellen. An welche Formen sie sich näher anschließen, muss erst die weitere Forschung lehren; es bringt nicht viel Gewinn, auf die noch so lückenhaften Kenntnisse hin die verschiedenen Möglichkeiten abzuhandeln.

Schlusswort.

Es ist im Vorhergehenden versucht worden, auf Grund der gegebenen Organisation und Entwicklungsgeschichte die systematische Stellung einiger der von STEIN als Flagellaten zusammengefassten niederen Organismen klarzulegen. Danach sind, wie zum großen Theil schon lange nachgewiesen, die Volvocineen, die Chlamydomonaden, ferner auch ein Theil der Hydromorina STEIN zu den Chlorophyceen zu rechnen. Ebenso muss aber die Familie der Peridineen jedenfalls von den Flagellaten getrennt werden, und sie findet am besten ihre Stellung unter den Thallophyten. Dagegen

treten uns in den Euglenaceen und Peranemeen, die aus den Gruppen Euglenida, Astasiaea, Chloropeltida, Scytomonadina STEIN gebildet worden sind, Formen entgegen, die nicht mit typischen Algen noch sonst mit Thallophyten zusammenhängen, sondern die sich mit den Ciliaten unter den Infusorien vielfach berühren und zu den letzteren zu stellen sind. Andererseits bilden Euglenaceen und Peranemeen eine von den Ciliaten scharf geschiedene Gruppe, der sehr wohl der alte Name Flagellata bleiben kann. Zu diesen gehören sehr wahrscheinlich noch vor allem die monadenartigen Wesen. Die allgemeinsten Charaktere der ganzen Gruppe würden nach meiner Meinung darin bestehen, dass die dazu gehörigen Organismen einen scharf begrenzten einkernigen Protoplasmakörper besitzen, der die längste Zeit des Lebens in freier Bewegung ist, oder derselben mehr oder minder stets fähig bleibt, dass alle ein besonders gebautes Vorderende haben, an dem das Bewegungsorgan, bestehend aus einer oder mehreren Cilien, sitzt, in dem eine pulsirende Vakuole sich befindet. Alle Flagellaten vermehren sich durch Längstheilung, die durch eine am vorderen Ende beginnende einseitige Einschnürung beendet wird. Gegenüber ungünstigen Umständen sind sie fähig, in einen Dauerzustand überzugehen.

Innerhalb der durch diese Charakteristik gezogenen Grenzen bewegt sich eine Fülle der mannigfaltigsten Organismen, variirend in Körperform, innerem Bau, in der Art der Bewegung; alle überhaupt bekannten Lebensweisen finden wir hier, Parasitismus, Saprophytismus, Ernährung durch Assimilation der Kohlensäure, Aufnahme fester Nahrung, und darnach wechseln die verschiedensten Einrichtungen. Sehr mannigfach gestalten sich auch je nach den Gattungen und Arten Vereinigungen der Individuen gleicher Art von sehr lockeren Verbänden in gemeinsamer Gallerte bis zu den höher ausgebildeten, stets bestimmt geformten Konsortien einer Rhipidodendron, einer Dendromonas etc. Man sieht gleichsam alle Charaktere, die höher entwickelt, aber getrennt bei andern Formen der Protozoen und Thallophyten sich finden, hier noch durcheinander gemischt. Es ist daher sehr verständlich, wie von diesen Flagellaten nach den verschiedensten Richtungen hin Verbindungsfäden ausstrahlen zu andern Organismengruppen, und solcher Anknüpfungspunkte werden sich um so mehr ergeben, je genauer man sich mit diesen im Ganzen bisher vernachlässigten Formen beschäftigen wird. So werden sich gewiss engere Verbindungen mit manchen Algenformen herausstellen, wenn auch die bisher angenommenen zwischen Euglenaceen und Protococcoiden mehr scheinbar als wirklich waren. Die Cryptomonaden sind z. B. näher den Algen verwandt, obwohl ihre Zugehörigkeit zu den Flagellaten mir keinem Zweifel unterliegt. Bei den Monaden sehen wir Übergänge zu den Vampyrellen, die CIENKOWSKI

früher mit den ersteren vereinigte, andererseits, wie mehrfach schon hervor-
gehoben, zu den rhizopodenartigen Organismen; es finden sich Berührungspunkte mit den Noktiluken, die manche Forscher wie CIENKOWSKI und STEIN direkt zu den Flagellaten stellen wollen, worin ich nicht zustimme. Durch diese vielfältige Verknüpfung mit den verschiedensten niederen Organismen, seien es Thiere oder Pflanzen, gewinnt diese Mittelgruppe der Flagellaten eine weittragende Bedeutung und großes Interesse. Möge die weitere Forschung sich ihrer annehmen und die bisherigen noch schwachen Anfänge zu kräftigerer Entwicklung führen!

Figurenerklärung.

Die Figuren sind, wo es nicht anders angegeben, 400mal vergrößert; im andern Falle bezeichnet die eingeklammerte Zahl die Vergrößerung. In allen Figuren bedeutet *c* = Hauptvakuole, *n* = Kern, *p* = Paramylon. Die Cilien sind im Allgemeinen kürzer gezeichnet als den natürlichen Verhältnissen entspricht.

Von Tafel II.

- Fig. 1. Vorderende von *Euglena Ehrenbergii* (600); *f* = Membrantrichter, *o* = Augenfleck, *c* = Hauptvakuole mit Nebenvakuole, letztere mit dem Kranz der Vakuolen 3. Grades.
- Fig. 2. Dasselbe in 1,5%iger Chlornatriumlösung (600); *c* = kolossal dilatirte Hauptvakuole, *g* = Chlorophyllträger.
- Fig. 3. Dasselbe nur den Membrantrichter zeigend (600).
- Fig. 4. Vorderende von *Euglena deses* (700); Bezeichnung wie bei Fig. 1.
- Fig. 5. Vorderende von *Euglena Ehrenbergii* (600) nach Ammoniakbehandlung, der plasmatische Theil des Membrantrichters ist durch Quellung schwächer sichtbar geworden als der Membrantheil.
- Fig. 6. Vorderende von *Euglena acus* (600).
- Fig. 7. Chlorophyllträger (800), *7a*—*b* von *Euglena deses* durch Druck aufgequollen, in der Mitte mit dem Pyrenoid; *7c*—*f* von *Euglena velata*, *c* aufgequollen in Wasser, nur die eine Paramylonschale sichtbar; *7d* Chlorophyllträger von oben, *7f* im Durchschnitt gesehen; *7e* eine einzelne Paramylonschale.
- Fig. 8. Paramylon (800); große Körner von *Euglena Ehrenbergii*, *8a*, *c*, *d* Vorderansicht, *8b* Seitenansicht, *8d* ein scheibenförmiges, durch Druck eingerissen.
- Fig. 9. Ein Körperstück von *Euglena velata*, den Zusammenhang der Schleimfäden *s* und der peripherischen Anschwellungen des Cytoplasmas zeigend (schematisirt); *a* Paramylonkerne.
- Fig. 10. Hyaline Varietät von *Euglena acus* α .
- Fig. 11. Hyaline Varietät von *Euglena acus* β .
- Fig. 12. *Euglena curvata*.
- Fig. 13. *Menoidium pellucidum* (600).
- Fig. 14. *Euglena hyalina*.
- Fig. 15. *Euglena hyalina* in Theilung.
- Fig. 16. *Astasia margaritifera*.
- Fig. 17. *Phacus pleuronectes* γ *hyalina*.
- Fig. 18. *Astasia inflata*.
- Fig. 19. *a*, *b* Theilung von *Trachelomonas hispida*.
- Fig. 20. *a*, *b* *Trachelomonas reticulata*, *a* in der Panzerhülle, *b* herausgenommen (die Cilie um $\frac{1}{3}$ verkürzt.)

- Fig. 21. Eine Peranemeenform; r = Mundapparat.
 Fig. 22. *Peridinium tabulatum* in Ruhe, Rückenansicht. Die Kugeln im Innern stellen Ölflecke dar.
 Fig. 23. Dasselbe in Theilung begriffen.
 Fig. 24. Austritt der Tochterzellen von *Peridinium tabulatum*.
 Fig. 25. Theilung von *Gymnodinium fuscum*.
 Fig. 26. *Peridinium fuscum*, Bauchansicht nach Pikrinsäurebehandlung, α die in der Längsfurche, β die in der Quersfurche liegende Cilie, beide konnten in den Furchen nicht gesehen werden.
 Fig. 27. a, b *Hemidinium nasutum*, a Rücken-, b Bauchansicht, α, β die beiden Cilien.
 Fig. 28. *Peridinium tabulatum*, nur die Zellhaut mit den beiden Cilien in der Bauchansicht, verkehrt gestellt, so dass das Vorderende nach unten zeigt.
 Fig. 29. *Glenodinium cinctum* in Theilung.
 Fig. 30. Eine ruhende Peridineenform, a in Theilung, b einzelne Zelle.
 Fig. 31. $a-d$ Theilung von *Euglena deses* (200) am 10/11. 82, a 2 U. 50 M. Nachts; b 3 U. 20 M.; c 3 U. 30 M.; d 4 U. 15 M. Nachts.
 Fig. 32. $a-b$ *Anisonema Entosiphon* (600); r = Mundapparat.
 Fig. 33. *Anisonema Acinus* (600); r = Mundapparat, h = Basis der Schleifcilie.

Von Tafel III.

- Fig. 1. *Euglena deses* β *intermedia*.
 Fig. 2. *Euglena viridis* a .
 Fig. 3. *Euglena velata* (200) } nach beendeter Längstheilung.
 Fig. 4. *Euglena variabilis* }
 Fig. 5. *Phacus parvula*.
 Fig. 6. *Phacus oscillans*.
 Fig. 7. *Euglena viridis* β , 5 Tage im Dunkeln; r = Degenerationsprodukte des Chlorophylls.
 Fig. 8. *Euglena variabilis*.
 Fig. 9. Dauerzustand von *Euglena viridis* β , auf dem Objektträger erzogen.
 Fig. 10. Dauerzustand derselben Art, auf Torf erzogen (200).
 Fig. 11. *Euglena gracilis*.
 Fig. 12. *Euglena pisciformis*.
 Fig. 13. $a-b$ *Euglena spirogyra* in Theilung (200). a Theilung von Kern, Augenfleck und Hauptvakuole, fertig 5 Uhr Morgens 21/11. 82. b Einschnürung bis zur Mitte 5 U. 30 M. (die Theilung war beendet 5 U. 50 M.).
 Fig. 14. *Chlorogonium euchlorum*; die zahlreichen in dem peripherischen Cytoplasma vertheilten sehr kleinen pulsirenden Vakuolen sind nicht gezeichnet.
 Fig. 15. *Eutreptia viridis*.
 Fig. 16. *Chlorogonium euchlorum* β *hyalina*.
 Fig. 17. $a-f$ Kopulation der Mikrozoosporen von *Chlorogonium euchlorum*; a einzelne Mikrozoospore; 17 b um 11 U. 20 M. am 26/10. 81; 17 c 11 U. 28 M.; d 11 U. 30 M.; e 11 U. 45 M.; 17 f mit Zellhaut umgeben 27/10 81.
 Fig. 18. a, b Theilungsstadien von *Chlorogonium*.
 Fig. 19. *Euglena viridis* β mit Chytridien.
 Fig. 20. *Euglena sanguinea* (200).
 Fig. 21. *Euglena acus*.

Berichtigung.

Auf S. 271 al. 6 von unten ist statt positiv negativ zu lesen.

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Einleitung	233
B. Die Monographie der Euglenaceen	236—338
I. Die Geschichte der Familie	236
II. Die Organisation der chlorophyllhaltigen Euglenaceen	238—290
1) Allgemeines	238
2) Die Membran	239
3) Das System der pulsirenden Vakuolen	246
4) Das Cytoplasma	252
5) Der Kern	253
6) Die Cilie	255
7) Die Bewegungserscheinungen	256
8) Der Augenfleck	260
9) Die Chlorophyllträger	264
10) Das Paramylon	269
11) Sonstige Inhaltsbestandtheile	273
12) Die Hüllenbildungen	274
13) Die Theilung	279
14) Der Dauerzustand	282
15) Die Frage nach der Sexualität	284
16) Allgemeine Biologie	287
III. Die chlorophyllfreien Euglenaceen	290
IV. Die systematische Anordnung der Euglenaceen	295—323
Gattung 1 Euglena	297
- 2 Phacus	310
- 3 Eutreptia	315
- 4 Ascoglena	316
- 5 Trachelomonas	317
- 6 Colacium	321
- 7 Astasia	322
- 8 Rhabdomonas	323
- 9 Menoidium	323
V. Die Beziehungen der Euglenaceen zu den Peranemeen und den Infusorien	323
VI. Die Beziehungen der Euglenaceen zu den Algen	331
C. Über einige Flagellaten, die zu den niederen chlorophyllhaltigen Algen gehören, und das System der letzteren	338
D. Die Peridineen des süßen Wassers	346
E. Schlusswort	358



