© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen.

Von

Dr. C. Fisch,

Privatdocent der Botanik an der Universität Erlangen.

Mit Tafel I—IV.

Einleitung.

Nachdem durch die Arbeiten von Cienkowski[1], Stein[2], Bütschli[3] und Klebs[4] vor Allem das Studium der so interessanten und wichtigen Gruppe der Flagellaten sich nach vielen einzelnen Seiten vertieft und vervollkommnet hatte, ist in neuester Zeit durch das vortreffliche Werk von Bütschli[5] eine Gesammtübersicht derselben geliefert worden, die den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse auf das Vollkommenste repräsentirt. Es ist vor Allem bei Zoologen und Botanikern die Überzeugung durchgedrungen, dass es sich bei den Flagellaten um Wesen handelt, die zwischen ihren Gebieten stehen; der alte Streit, ob Thier oder Pflanze, ist gegenstandslos geworden durch die Erkenntnis, dass jene beiden Begriffe von uns gemachte Abstraktionen sind, denen sich durchaus nicht jeder Organismus zu fügen braucht, dass die Flagellatenkunde ein Gebiet darstellt, dessen von Zoologen und Botanikern gemeinsam unternommene Bearbeitung einzig und allein zu einem befriedigenden Ergebnis führen kann. Es ist besonders die Wahrscheinlichkeit, bei diesen Organismen Anknüpfungspunkte für die Ableitung höherer

[1] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. I und VI. — Bot. Zeitung 1865.

[2] Organismus der Infusionsthiere. III. Abth.

[3] Diese Zeitschr. Bd. XXX.

[4] Über die Organisation einiger Flagellatengruppen. Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen. I, 2.

[5] Protozoen in Bronn's Klassen u. Ordnungen des Thierreiches. 2. Aufl. Lfg. 22 bis 27. 1883—84. Im Folgenden nur als Protozoen citirt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Pflanzenformen einer-, höherer Thierformen andererseits zu finden, die eine gleichartige Untersuchung wünschenswerth macht. Wie schöne Ergebnisse da zu erwarten sind, hat vor Allem Klebs gezeigt, und auch Bütschli hat es unternommen auf solche Möglichkeiten hinzuweisen. Natürlich sind für einen derartigen Zweck die eingehendsten und vollständigsten Kenntnisse nöthig, und die liegen trotz der angeführten klassischen Arbeiten noch nicht vor. Im Einzelnen zeigt sich noch fast überall die größte Lückenhaftigkeit, und, entspricht auch vielleicht die systematische Anordnung, die Bütschli gegeben, unseren augenblicklichen Erfahrungen, so darf sie doch immer nur als eine vorläufige angesehen werden; es ließen sich auch in der That schon heute eine Anzahl Einwendungen aufführen.

Was die Organisationsverhältnisse der Formen betrifft, so liegen auch da immer nur für einzelne derselben genaue und zuverlässige Angaben vor, Dank namentlich den Arbeiten von Klebs, Clark, Carter, Kent und Bütschli. Über die meisten Flagellaten fehlen dieselben zur Zeit noch, zumal aus den Stein'schen Abbildungen und Erklärungen im Detail nicht allzuviel absolut Sicheres abzuleiten ist. — Von diesen zwei Gesichtspunkten aus sind die folgenden Untersuchungen unternommen. Von der Litteratur, die ich möglichst vollständig benutzt habe, habe ich hier nur immer das Nothwendigste citirt, um bei ihrer großen Ausbreitung nicht zu weitläufig zu werden. Es sei ein- für allemal auf die treffliche Zusammenstellung derselben bei Bütschli verwiesen. Einzelne wichtige Werke, wie das Infusorienwerk von Kent oder die Microzoaires von Fromentel habe ich mir leider nicht zu verschaffen vermocht. Ich bin in Bezug auf dieselben ebenfalls auf Bütschli's Zusammenfassung angewiesen. Ich habe meine Aufmerksamkeit besonders den bisher noch so wenig bekannten Kernverhältnissen der Flagellaten zugewandt, so wie auch der sogenannten Cystenbildung. Namentlich in Bezug auf diese Punkte glaube ich einige nicht uninteressante Resultate erzielt zu haben. Es sei gestattet die Ergebnisse zunächst allgemein zusammenzufassen und dann die speciellen Untersuchungen folgen zu lassen.

Allgemeiner Theil.

Das von mir vollständig durchuntersuchte Material bestand aus folgenden 11 Formen: Chromulina Woroniniana n. sp., Cyathomonas truncata, Chilomonas Paramaecium, Codosiga Botrytis, Peranema trichophorum, Bodo jaculans, Arhabdomonas vulgaris, Monas Guttula, Amoeba diffluens, Grassia Ranarum und Protochytrium Spirogyrae. Gelegentlich kam noch eine ganze Anzahl anderer Formen zur Beobachtung, so einige Salpingoeca-Arten, Rhabdomonas incurva, verschiedene Bodonen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Monaden etc. Wenn ich hier die Ergebnisse allgemein zusammenfasse, so wird das am besten an der Hand der Bütschli'schen und Klebs'schen Darstellungen geschehen. Über die Beobachtungsmethode bemerke ich nur noch kurz Folgendes. Die großen Kulturen wurden in der allbekannten Weise angestellt. Für die Objektträgerkulturen verfuhr ich theils nach der bei Gelegenheit meiner Chytridiaceenuntersuchungen[1] beschriebenen Methode, theils verwandte ich gewöhnliche kleine Kammern und beobachtete im hängenden Tropfen. Zur Tödtung der Flagellaten ohne weitere Behandlung diente mit den vorzüglichsten Erfolgen Überosmiumsäurelösung von 0,5 Procent. Sollte gefärbt werden, so wurde statt dessen einfach mit Alkohol oder mit sehr verdünnter Chromsäurelösung operirt, und die Färbung mit Hämatoxylinlösung oder Beale'schem (auch Grenacher'schem) Karmin bewirkt. Man vergleiche übrigens über diese Punkte die betreffenden Abschnitte in dem trefflichen »Botanischen Practicum 1884« von Strasburger. Gute Dienste leistete auch hin und wieder die Hämateinammoniakfärbung, die — es sei dies zur Ergänzung der Korschelt'schen[2] Angaben gesagt — auch unter dem Deckglas ausgeführt werden kann. Nicht genug zu empfehlen ist endlich die einfache Tödtung und Färbung mit gewöhnlicher Jodlösung, die für manche Zwecke geradezu unentbehrlich ist. Auf die Anfertigung von Dauerpräparaten wurde kein besonderer Werth gelegt, indessen halten sich einige Flagellaten ganz gut längere Zeit in Glycerin.

Was nun zunächst die allgemeinen Körperverhältnisse der von mir untersuchten Flagellaten[3] (die drei letzten der 11 genannten Formen sind im Folgenden, wenn nichts Besonderes bemerkt, nicht mit berücksichtigt) betrifft, die im Einzelnen sehr verschieden sind, so habe ich fast überall folgende Orientirung vorgenommen. Als Rückenseite bezeichne ich die der Insertion der Cilien und dem »Mund«, wenn ein solcher vorhanden, gegenüber liegende; danach ergiebt sich die Lage der linken, rechten und Bauchseite. Dass dies natürlich nur eine Bezeichnung zur Erleichterung der Darstellung ist, braucht nicht besonders betont zu werden; eben so wenig wesshalb ich der Stein'schen Terminologie in dieser Beziehung nicht gefolgt bin. An unseren Flagellaten lassen sich folgende Körperbestandtheile allgemein unterscheiden: Das Cytoplasma, die »Hautschicht«, der Kern, eine oder mehrere kontraktile Vacuolen, die Cilien und meistens noch »Nahrungsvacuolen«. Dazu

[1] Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen. 1884.

[2] Über eine neue Methode zur Konservirung von Infusorien und Amöben. Zool. Anz. Nr. 109.

[3] Die ganze folgende Darstellung bezieht sich nur auf die von mir untersuchten Formen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kommen bei den einzelnen noch komplicirte Einrichtungen zur Nahrungsaufnahme etc. Jene hoch differenzirte Körperanatomie, wie sie Künstler[1] in neuester Zeit für verschiedene Flagellaten beschrieb, besteht nirgends, wie dies weiter unten bei Chilomonas Paramaecium im Einzelnen ausgeführt werden soll.

Das Cytoplasma stellt im Allgemeinen eine völlig gleichartige, meist feinkörnige Masse dar, an der eine besondere Struktur nicht wahrzunehmen ist. Jener netzförmige Bau, der bei Pflanzenzellen so häufig ist, und den Klebs auch bei Euglenen fand, ist bei unseren Formen nicht zu beobachten. Der Grad der Intensität der Färbung bei Behandlung mit Tinktionsmitteln ist der gewöhnliche. Die Mikrosomen färben sich dabei stets dunkler als das Hyaloplasma. Seltener sind dem Cytoplasma einige, wenig zahlreiche größere Körnchen eingestreut, die sich ebenfalls dunkel färben und von denen nicht zu entscheiden ist, ob sie dem Plasma angehören oder als Nahrung aufgenommene Mikrokokken sind. Das Cytoplasma unserer Formen zeigt die gewöhnlichen Reaktionen, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Nur in abnormen Zuständen wird es blasig-schaumig, das heißt stark mit Vacuolen durchsetzt. Außer den als besondere Systeme aufzufassenden kontraktilen und Nahrungsvacuolen, so wie der eigenthümlichen bei Codosiga stets vorkommenden centralen Vacuole, habe ich an gesunden Individuen deren nie gesehen. Nach außen hin ist dies Körperplasma umgeben von einer mehr oder weniger dicken hyalinen Schicht, die ich im Folgenden als Hautschicht, wohl auch Cuticularschicht bezeichnen werde. Sie ist bei den meisten Formen wohl ziemlich fest, um nicht zu sagen starr, so bei Cyathomonas, Chilomonas etc. Eine ziemliche Elasticität kommt ihr bei Chilomonas zu; hier kann sie durch mechanische oder chemische Einflüsse in Gestalt großer bruchsackförmiger Blasen aufgetrieben werden, um bei Aufhören der ersteren wieder in die normale Lage zurückzukehren. Eine besondere Struktur habe ich in dieser Hautschicht, außer bei Peranema, nie gesehen. Sie umzieht stets völlig gleichartig und fast überall gleich dick den Körper; nur selten, so bei Chromulina, scheint sie an einer bestimmten Körperpartie nicht ausgebildet zu sein, und diese Stelle des Körpers zeigt dann andauernde und eigenthümliche Gestaltveränderungen. Klebs hat für Euglenen eine eigenthümliche chemische Konstitution dieser Membran oder Hautschicht nachgewiesen, auf die ich hier nicht näher eingehen kann. Die Reaktionen, die ich namentlich bei Cyathomonas und Chilomonas anstellte, schienen auf ähnliche Verhältnisse zu deuten. Vor Allem auffällig war die geringe Quellbarkeit

[1] Bull. soc. zool. de France. 1882. p. 1—112 und 230—236 und Comptes rend. 95. 1882. p. 347 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in Kalilauge und Schwefelsäure; nur selten trat ein Verquellen bis zur Unkenntlichkeit ein, immer konnte dasselbe durch Auswaschen und Einwirkung von Alkohol ziemlich rückgängig gemacht werden. Mit Jod färbt sich die Membran nur schwach, eben so mit anderen Farbstoffen. Intensivste Färbung erzielte ich mit Methylgrünessigsäure. In Jod und Schwefelsäure verquillt sie allmählich unter leichter Gelbfärbung. Sie besteht demnach wohl aus einer eigenthümlichen Plasmamodifikation, für die der Ausdruck »erstarrtes Plasma« ganz passend erscheint. Ich möchte sie in ihrem Verhalten den Sporenanhängseln in den Sordariaschläuchen vergleichen[1]. Ihr physikalisches Verhalten lässt sie, wie schon erwähnt, als eine ziemlich feste, nur in geringem Maße Körperumgestaltungen zulassende Membran erscheinen. Sie ist bis zu gewissem Grade elastisch, wie bei Chilomonas gezeigt wurde; nur selten, so bei Cyathomonas, sah ich sie so fest, dass beim Drücken auf das Deckglas Risse oder Brüche entstanden. In Bezug auf die Struktur der Peranemahautschicht habe ich den Angaben von Klebs nichts hinzuzufügen. Ich kann sie einfach in vollem Umfange bestätigen. Bei abgestorbenen Flagellaten sah ich die Hautschicht, wohl durch Einwirkung der zahlreich vorhandenen Bakterien, schnell verschwinden oder gelöst werden. Ich behalte den Ausdruck Hautschicht auf Grund der vorliegenden Daten bei. Vom Cytoplasma ist sie zwar immer ziemlich scharf abgesetzt, indessen nicht so, um nicht doch vielleicht einen Übergang zwischen beiden annehmen zu lassen. Trennung von Hautschicht und Cytoplasma habe ich nie erzielen können, gesehen habe ich sie nur bei Gelegenheit von Vacuolenbildungen. In meiner Auffassung bestärkt mich eine höchst merkwürdige Thatsache, die ich bei Cyathomonas gefunden habe. Hier geht nämlich von der Hautschicht in das Körperinnere hinein ein System von verzweigten und geschlängelten Streifen, ein »Balkengerüst«, wie ich es bezeichnet habe, über dessen Bedeutung ich völlig im Unklaren bin. Diese Balken sind direkte Fortsätze der Hautschicht, verhalten sich auch chemisch ganz wie sie und endigen entweder mit stumpfen Enden im Cytoplasma oder verlaufen ganz allmählich, bis sie schließlich vom letzteren nicht mehr zu unterscheiden sind. Es liegt in ihnen also sicher ein Übergang zwischen Hautschicht und Cytoplasma vor.

Strömung im Cytoplasma habe ich ziemlich verbreitet gefunden, und zwar, entgegen den Angaben von Klebs, auch in nicht metabolischen Formen. Sie ist nicht selten so energisch, dass sogar der Zellkern von seiner Stelle verrückt wird. Äußerlich sichtbar ist sie am leichtesten

[1] Vgl. Zopf, Zur Kenntnis der anatomischen Anpassung der Pilzfrüchte an die etc. Sporenentleerung. Zeitschr. f. Naturw. 1883. Separatabdr. p. 20 f.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch die Verschiebung der sogenannten Nahrungsvacuolen. Über die Erscheinung der Metabolie weiß ich neue Daten nicht vorzubringen.

In ihrer chemischen Konstitution mit der Hautschicht übereinstimmend verhalten sich die Cilien, mit dem Unterschied, dass sie sich mit Jod etwas intensiver färben. Überall habe ich konstatiren können, dass ihr Längsverlauf ein völlig gleichmäßiger und gleich dicker ist, dass sie sich also nicht, den meisten Abbildungen gemäß, nach der Spitze hin verjüngen. Sie sind die empfindlichsten Organe der Flagellaten und gehen bei Sauerstoffabschluss sofort zu Grunde. Sie erheben sich als Fortsätze der Hautschicht, scheinbar ohne besondere Differenzirung des Plasmas der Insertionsstelle. Ihre Struktur schien mir nur bei Chilomonas auf komplicirtere Verhältnisse hinzudeuten, wo ich an getödteten Exemplaren ein körniges oder fein knotiges Aussehen derselben nachweisen konnte, ungefähr wie es Künstler beschrieben hat. Bei meinen Formen war das cilientragende Körperende immer das vordere; die Bewegung schien nur durch die Cilien bewirkt zu werden, da nach Verschwinden derselben stets völlige Ruhelage eintrat oder eine Ortsveränderung nur durch metabolische Gestaltveränderungen hervorgerufen wurde. In Bezug auf das Verhalten der Cilien bei der Längstheilung habe ich beobachtet, dass sie fast stets (mit Ausnahme der Nebencilien bei den Monaden und der Cilie von Codosiga) erhalten bleiben, also nur eine einzige neugebildet wird. Die Neubildung habe ich namentlich bei Codosiga verfolgen können. Sie tritt hier zuerst in Gestalt eines feinen Höckers auf der Hautschicht auf, der sich nach und nach streckt und zur Cilie wird. Dabei scheint dies Längenwachsthum nur am basalen Ende zu erfolgen, es wäre also die Spitze der Cilie deren ältester Theil. — Der Verlust der Cilien kann in zweierlei Weise bewirkt werden, entweder durch einfaches Abwerfen, so bei Chromulina, oder durch Einziehen. Für den letzteren Process ist wieder Codosiga ein schönes Beispiel und hier ist er auch schon von Clark beschrieben worden. Die Cilie wird kürzer und kürzer, bis nur noch ein kleiner Zapfen vorhanden ist, der auch bald völlig ausgeglichen wird (s. unten).

Von sonstigen Inhaltsbestandtheilen des Flagellatenkörpers sei hier zunächst der Zellkern erwähnt. Ich habe ihn überall gefunden, auch bei Protochytrium Spirogyrae, das bisher für kernlos gehalten wurde. Er nimmt stets eine ganz bestimmte Lage im Körper ein, was namentlich deutlich bei den Verschiebungen, die sich in Theilungszuständen geltend machen, zum Vorschein kommt. Im Einzelnen sei auf die unten folgenden Specialbeschreibungen verwiesen. — Während die Kerne der Protozoen, namentlich durch die schönen Arbeiten von Bütschli[1],

[1] Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gruber[1], Hertwig[2] etc. Gegenstand eines besonderen Studiums in neuerer Zeit geworden sind, sind die über Flagellaten vorliegenden Daten noch recht kärglich, wie namentlich aus der Zusammenfassung bei Bütschli[3] hervorgeht. Im Allgemeinen wird angenommen, dass die Kerne der Flagellaten mehr oder weniger dem sogenannten bläschenförmigen Typus entsprechen, d. h. aus einer Kernmembran, dem sog. Zellsaft und einem Nucleolus bestehen. Seltener soll er ein einfaches dunkles Körperchen darstellen (so bei Trichomonas nach Blochmann[4], bei Trepomonas nach Bütschli l. c.). Ein Kerngerüst zwischen Nucleolus und Membran ist bei Euglenen von Klebs nachgewiesen, von demselben auch das Vorhandensein von vier bis fünf Nucleolen bei Euglena sanguinea; diesen Angaben wären noch einige nebensächliche beizufügen. Durch die neuesten Untersuchungen von Strasburger[5] sind nun aber die mit dem Kern in Beziehung stehenden Fragen vor vielen anderen wieder in den Vordergrund gerückt und eine eingehende Untersuchung aller Fälle dringend geboten. Ich habe desshalb meine besondere Aufmerksamkeit auf diese Verhältnisse gewandt, und gebe jetzt eine kurze Zusammenstellung der Resultate meiner Beobachtungen.

Die häufigste Form des Flagellatenkernes ist allerdings die bläschenförmige. Ich fand dieselbe bei den meisten der von mir untersuchten Formen, namentlich bei allen Monaden und Bodonen. Solche Zellkerne sind von außen umgrenzt durch eine dünne, sich mit Farbstoffen intensiv färbende Schicht, die Kernwandung, die Strasburger in seinem neuesten Buche für eine Hautschicht des umgebenden Plasmas hält. Mit der letzteren Annahme dürfte die Erscheinung nicht ganz stimmen, dass sich diese Kerne unverändert und mit Kernwandung glatt aus dem Körper herausdrücken lassen. Die Kernwandung ist erfüllt mit dem hellen, hyalinen Kernsaft und in diesem eingelagert ein Kernkörperchen. Der Kernsaft färbt sich nur sehr wenig, sehr intensiv dagegen das Kernkörperchen. In den einfachsten Fällen, so bei Arhabdomonas, Monas, Bodo, hin und wieder bei Cyathomonas (Fig. 37 *b*), lässt sich nichts

und die Konjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenb. naturforschenden Gesellschaft. 1876. Bd. X. p. 262 ff. etc.

[1] Über Kerntheilungsvorgänge bei Protozoen. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883. p. 372 ff. — Über Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Ebenda. Bd. XL. 1884. p. 121 ff. — Die Protozoen des Hafens von Genua. Halle 1884. etc. etc.

[2] Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. Morphol. Jahrb. Bd. II. 1876. p. 63 f. [3] Protozoen. p. 740—744.

[4] Bemerkungen über einige Flagellaten. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884. p. 42 f.

[5] Die Kontroversen der indirekten Kerntheilung. 1883. — Neue Beobachtungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen und Theorie der Zeugung. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

weiter wahrnehmen. Von Chromatinkörnchen oder einem Kerngerüst, resp. Kernfaden, ist sicher keine Spur vorhanden. Bei Cyathomonas treten in der Regel Chromatinkörnchen hinzu, in Gestalt kleiner, dunkel tingirter Körperchen, die unregelmäßig um den Nucleolus zerstreut sind (Fig. 37 *a*, 36). So ist es auch bei Chilomonas (Fig. 45); hier nimmt indessen schon hin und wieder die Kernwandung eine bedeutendere Dicke an. Eine fernere Komplikation bei Cyathomonas ist darin zu erkennen, dass der Nucleolus häufig in seinem Inneren drei bis vier dunklere Stellen zeigt, also aus mehreren größeren Körpern zusammengesetzt erscheint, wie es ja von Protozoen auch bekannt ist, so z. B. bei Actinophrys Sol. Ein Zusammenhang der sich färbenden Körnchen unter sich findet jedoch bei diesen Kernen sicher nicht statt, also ein Kerngerüst oder Kernfaden ist nicht vorhanden. Fädige Elemente habe ich dagegen aufgefunden im Zellkern von Codosiga (Fig. 65—66). Es ist hier auch ein einfacher Nucleolus und eine Kernwandung vorhanden, nur einmal glaube ich zwei Nucleolen beobachtet zu haben. Übrigens können die Nucleoli so groß werden, dass sie fast an die Kernwand anstoßen; so habe ich es bei Protochytrium gesehen (Fig. 127) und darauf werden auch die erwähnten Fälle von Trepomonas und Trichomonas beruhen. — Bei Amoeba diffluens sind nur Körnchen, keine größeren Nucleoli vorhanden (Fig. 87).

Die eigenthümlichste Struktur des Zellkernes zeigte Chromulina (Fig. 24). Hier fand sich der Kernwand anliegend eine ziemlich dicke Schicht von Chromatinsubstanz, d. h. dunkel gefärbter Masse, die wir mit Hertwig als Kernrindenschicht bezeichnen können. Der Kernsaft war völlig körnchenfrei, enthielt dagegen eingelagert mehrere (drei bis acht) größere Körperchen, die sich ebenfalls stark tingirten. Ein solcher Kernbau war bisher bekannt von Amoeba proteus, Actinophrys etc. — Diese Variationen in der Kernbildung werden sich wahrscheinlich bei weiteren Untersuchungen noch vermehren. Sehen wir nun zu, wie die verschiedenen Formen sich bei der Theilung verhalten.

Die Erfahrungen über diesen Vorgang bei Flagellaten sind bisher ebenfalls noch sehr dürftig. Stein und Bütschli beobachteten denselben als einfache Einschnürung des Nucleolus und des Kernkörpers; letzterer sah dann bei Entosiphon parallele Anordnung von Chromatinelementen, die durchschnitten wurde, bei Euglena »eine deutliche Spindel mit Kernplatte«, und ebenfalls deuten Blochmann's (l. c.) Beobachtungen an Oxyrrhis auf eine Kerntheilung mit längsstreifiger Differenzirung. Ich habe dieselbe bei verschiedenen Formen in allen Details zu studiren Gelegenheit gehabt. Für die einfachen bläschenförmigen Kerne besteht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sie in der That in einer einfachen Durchschnürung des Nucleolus und Kernkörpers, so bei Bodo jaculans zum Beispiel (Fig. 110). Bemerkenswerth ist dabei, dass die Theilung des Kernkörperchen meist schon völlig beendet ist, ehe an der Kernwand sich eine Einschnürung bemerklich macht. Bei Amoeba diffluens vertheilten sich die Chromatinkörnchen in zwei Partien, die in die Hälften des sich theilenden Kernes eingelagert waren. Komplicirter war der Vorgang bei Cyathomonas. Die im »fertigen« Kern unregelmäßig zerstreuten Chromatinkörner nehmen bei Beginn der Kerntheilung eine zum Kernkörperchen radiale Lagerung an, so dass dasselbe strahlenförmig von denselben umgeben ist (Fig. 37 *a*). Darauf beginnt eine Längsstreckung und Einschnürung des Kernkörperchens, wobei die Chromatinkörner den mittleren Theil desselben frei lassen. Der Vergleich mit den von den Polen eines Magnets ausstarrenden Eisenfeilspänen ist recht treffend (Fig. 38). Die Einschnürung wird tiefer, und, ungefähr wenn sie beendet ist, wird auch die Kernmembran eingeschnürt und die Kerntheilung in der gewöhnlichen Weise vollendet. Zunächst ist die Lagerung der Chromatinkörnchen noch jene eigenthümlich strahlenförmige, bald geht sie in die gewöhnliche unregelmäßige über. Bei Amoeba verrucosa scheint ein ähnlicher Modus obzuwalten.

Der Vorgang der Kerntheilung bei Chromulina ist ein ziemlich einfacher. Er fängt damit an, dass die Nucleoli verschwinden und statt ihrer zahlreiche feine Chromatinkörner auftreten (Fig. 24). Die Kernrindenschicht streckt sich und schnürt sich dann biskuitförmig ein, die reihenweise parallel der Streckungsachse gelagerten Körner werden mit getheilt, und die jungen Kerne haben dann das Aussehen von Fig. 124 *d*. Allmählich verschwinden in ihnen wieder die Chromatinkörner und statt ihrer treten wieder mehrere größere, die Kernkörperchen auf.

Die hier parallel der Streckungsachse gelagerten Körnerreihen führen dann gewissermaßen über zu dem bei Codosiga stattfindenden Theilungsmodus (Fig. 65—66). Hier verschwindet ebenfalls zuerst das Kernkörperchen; statt dessen werden aber die im fertigen Zustande nur als Körnchen erscheinenden Chromatinelemente jetzt als Fadenstücke sichtbar; sie nehmen eine ziemlich beträchtliche Dicke an; trotzdem ließ sich nie entscheiden, ob sie einem einzigen Faden oder verschiedenen Theilstücken entsprächen. Die weiteren Stadien drängen indess dem Beobachter die Überzeugung auf, dass es wirklich nur kleine Fadenstücke sind. Bei beginnender Kernstreckung nehmen sie eine parallele Lagerung an und stellen dann ein Bündel von etwas geschlängelten dünnen Stäbchen dar. Die Anzahl derselben ist ziemlich beträchtlich. In der Mitte wird sodann das Bündel eingeschnürt, auch die Kernwand

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

thut dasselbe und bald sind zwei von einander getrennte Bündelhälften gebildet. Nach äußerer vollendeter Kerntheilung sind die Fadenstücke zunächst noch kurze Zeit parallel neben einander gelagert; dann erscheinen sie wieder wirr durch einander verschlungen, nehmen allmählich an Deutlichkeit ab und erscheinen bald wieder nur als Körnchen. Daneben ist dann auch allmählich das Kernkörperchen herangewachsen, und die sekundären Kerne sind fertig. Dass in diesem Falle die fädigen Chromatinelemente persistiren, ist mir nicht zweifelhaft, wenn sie auch im fertigen Zustande des Nucleus nicht als solche sichtbar sind.

Von besonderem Interesse wäre es mir gewesen, das Verschwinden und Wiederentstehen des Nucleolus genauer zu verfolgen. Es war das indessen nicht möglich. Es tritt nämlich an uns die Frage heran, ob bei den einfachsten Kernen, wo eine Durchschnürung desselben stattfindet und den Formen, wie sie z. B. Codosiga bietet, die Nucleoli als homologe Theile zu betrachten sind. Ich möchte das annehmen. Bekanntlich fasst jetzt Strasburger (l. c. p. 104 ff.) die sich färbenden Plasmatheilchen im Kern, die man also gewöhnlich als Chromatinsubstanz bezeichnet, als Ernährungsplasma auf, und lässt den Kernfaden bestehen aus dem Nucleohyaloplasma (nutritives und formatives, letzteres gleich »Idioplasma«), das sich nicht färbt, und den ihm eingelagerten, aus dem nutritiven Nucleohyaloplasma, so wie dem Ernährungsplasma gebildeten Mikrosomenscheiben, die sich allein färben. Es muss also in unseren Fällen neben den Chromatinkörnern, vielleicht mit ihnen zu bestimmten Molekülkomplexen verbunden, noch das formative Nucleohyaloplasma vorhanden sein, wenn wir auf sie die Strasburger'sche Anschauung übertragen wollen. Wenn das Wesen der Kerntheilung in der Übertragung einer gleichen Quantität und Qualität von Eigenschaften, einer gleichen Menge von Idioplasma auf die Tochterkerne beruht, so wird das bei den Flagellaten durch die geschilderten Vorgänge ebenfalls, wenn auch in weniger vollkommener Weise wie bei höheren Organismen erreicht. Dass dabei im einen Falle das Ernährungs-(Kernkörperchen-) Plasma nicht aufgelöst, d. h. zur Ernährung der formativen Hyaloplasmatheilchen nicht verbraucht wird, während das bei anderen eintritt, ist an und für sich nicht unerklärlich. Wir brauchen bloß anzunehmen, dass im ersteren weniger Hyaloplasma vorhanden ist und zu seiner Vorbereitung zur Theilung desshalb weniger Nährstoffe braucht, als in den letzteren, um sofort eine Vorstellung zu haben. Wie eine solche Annahme allerdings mit der gleich hohen morphologischen Differenzirung des ganzen Organismus in beiden Fällen harmoniren soll, ist nicht zu sagen. Ein weiteres Eingehen auf diese schwierige Frage würde indess zu weit abführen und mag auf eine andere Gelegenheit verspart

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werden. Ich wollte hier nur zeigen, wie sich das verschiedene Verhalten der Nucleoli mit ihrer homologen Bedeutung in Übereinstimmung bringen lässt. Im Übrigen verweise ich auf das Strasburger'sche Werk selbst. Nach Zopf[1] sollen die Kerne der Plasmodien der Pilzthiere aus einem einfachen, dunkeln amöboiden Körper bestehen, »der von einem schmalen, kreisrunden Hyaloplasmahof umgeben ist, der dadurch zu Stande kommt, dass die Körnchen des Plasmas sich stets in einiger Entfernung vom Kern lagern«. Ob hier nicht eine Verwechslung mit dem von der Kernmembran umgebenen Kernsaftraum vorliegt?

Das System der pulsirenden Vacuolen findet sich bei allen untersuchten Formen. Meist ist nur eine Vacuole vorhanden, bei Codosiga deren zwei. Wie der Kern hat auch sie im Körper eine ganz bestimmte Lage; nur in den Amöben und Plasmodien von Protochytrium wird sie durch den ganzen Körper unregelmäßig verschoben. Namentlich schön habe ich bei der Theilung von Monas Guttula (Fig. 115) beobachten können, wie die neugebildete Vacuole des einen Theilstückes von dem Ort ihrer Bildung aus durch das Cytoplasma hindurch gewissermaßen auf ihren Posten wanderte. Dass die kontraktilen Vacuolen stets wieder am selben Punkte nach der Kontraktion entstehen, ist schon so oft hervorgehoben (vgl. bei Klebs), dass ich hier nicht darauf eingehen will. Bei vielen Formen bildet sie sich immer nur als einfache Vacuole, bei Peranema und Codosiga dagegen fließt sie aus mehreren kleinen zusammen. Die Entleerung erfolgt nach außen oder nach der Gegend des Mundes oder Schlundes hin, dadurch, dass der Inhalt durch das umgebende Plasma getrieben wird. Bei Peranema ist dieser Vorgang genau beobachtet und weiter unten ausführlich beschrieben. Eine besondere Vacuolenwandung, habe ich, wie ich gestehen muss, nie mit der Deutlichkeit gesehen, wie es so oft beschrieben wird. Dass eine feine Hautschicht als solche ausgebildet sein wird, bezweifle ich indessen nicht im geringsten. Körnchen oder andere Inhaltsbestandtheile als Flüssigkeit, habe ich in den kontraktilen Vacuolen nie gesehen. Wo solches angegeben wird, liegt wohl immer eine Verwechslung mit Nahrungsvacuolen vor. Dass der Inhalt nicht reines Wasser ist, hat schon Klebs betont. Es geht auch wohl daraus hervor, dass die kontraktilen Vacuolen meist eine etwas verschiedene Lichtbrechung zu zeigen scheinen. Im Allgemeinen erscheinen sie heller als z. B. die Nahrungsvacuolen. Auch darin stimme ich mit Klebs überein, dass Salzlösungen (0,5% Chlornatriumlösung z. B.) keine Verkleinerung oder Verlangsamung der Pulsation bewirken. Bei abgetödteten Individuen verschwinden die Vacuolen

[1] Die Pilzthiere. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

meistens, indessen habe ich sie auch bei Cyathomonas (in Osmiumsäure) persistiren sehen. Wahrscheinlich wird durch die Reagentien nur eine plötzliche Kontraktion, keine Zerstörung derselben bewirkt. Die Angaben von Künstler über den Bau der kontraktilen Vacuole bei Chilomonas sollen im speciellen Theil berücksichtigt werden.

Nach den Angaben von Klebs und anderer Autoren soll bei der Theilung auch die kontraktile Vacuole sich theilen. Ich kann dem wenigstens einen Fall gegenüber halten, wo ich mit Bestimmtheit gesehen habe, dass die alte Vacuole verschwand und zwei neue, je eine für jedes Theilstück, gebildet wurden; dabei waren alle drei noch eine Zeit lang neben einander zu sehen. Es war dies bei Monas Guttula. Nach meinen Erfahrungen über Theilungsvorgänge bei anderen Flagellaten glaube ich annehmen zu könen, dass häufig neben der vorhandenen noch eine zweite gebildet wird, wie das auch mit der Cilie meist der Fall ist. Übrigens zeigen sich im Einzelnen viele Verschiedenheiten. — Über die physiologische Funktion dieses Organs vermag ich nichts Neues beizubringen; ich will auch durch keine Hypothese die Anzahl der schon vorhandenen vermehren, am meisten möchte ich mich derjenigen zuneigen, die die kontraktile Vacuole als Respirationsorgan auffasst.

Wie sich aus der Aufzählung der von mir untersuchten Formen ergiebt, ist nur eine von ihnen mit Chromatophoren versehen, nämlich Chromulina Woroniniana. Meine Erfahrungen über Chromatophoren gründen sich desshalb auch nur auf diese. Es ist hier das Chromatophor ausgebildet in Gestalt einer einzigen verschieden gestalteten ziemlich dicken Kugelschale, die von einer dünnen Cytoplasmaschicht überzogen der Hautschicht ziemlich dicht anliegt. Es ist gegen das Cytoplasma scharf abgesetzt, augenscheinlich aus dichterer Substanz gebildet als dieses; man erkennt es noch vollkommen deutlich in Gestalt und Lage an Individuen, die mit Alkohol entfärbt waren. Eine feinere Struktur habe ich bei der Kleinheit der Flagellate nicht wahrnehmen können und bedaure auch über die im Chromatophor eingelagerten kleinen Paramylumkörner aus demselben Grunde nichts angeben zu können. Paramylumkörner sind mir sonst nur noch bei Peranema unter den von mir beobachteten Flagellaten als größere Körper entgegen getreten, doch hier sind sie aus anderen Gründen zum eingehenden Studium nicht geeignet. Zu meinem Bedauern kann ich daher in die zwischen Klebs[1] und Schmitz[2] bestehende Kontroverse nicht eingreifen. Vielleicht sind

[1] Klebs, l. c. p. 39—43 und Bot. Zeitung 1884. Nr. 36.

[2] Schmitz, Beitrag zur Kenntnis der Chromatoph. in: Pringsheim's Jahrbüchern, Bd. XV, p. 1—177 und Bot. Zeitung 1884, Nr. 51 und 52.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dagegen folgende Beobachtungen geeignet, ein Streiflicht auf sie zu werfen.

Von Chilomonas ist schon lange bekannt (schon Schneider erkannte dies), dass im Cytoplasma eine große Menge großer Körner eingelagert sind, die aus Stärke bestehen. Einige andere Flagellaten zeigen Ähnliches. Von den letzteren ist Chlamydomonas hyalina (Polytoma Uvella) von Schmitz untersucht worden. Seine Angaben seien hier wörtlich angeführt, wegen des großen Interesses, das diese Frage bietet: »Als Resultat dieser Untersuchung aber muss ich zunächst für Chlamydomonas hyalina hervorheben, dass ich hier von einem geformten farblosen Chromatophor, das als Stärkebildner fungiren könnte, selbst mit allen Hilfsmitteln der modernen histologischen Forschung nicht die geringste Andeutung nachzuweisen vermochte. Ein Chromatophor fehlt meines Erachtens dieser Form gänzlich, ihre deutlich ausgebildeten (durch Jodlösung blau gefärbten) Stärkekörner werden frei im Protoplasma der Zelle angelegt und ausgebildet.« Ein gleiches Resultat ergab sich ihm für die Paramylumkörner der farblosen Peranemeen.

Die Stärkekörner von Chilomonas nun verhalten sich anders. Ihre Struktur, auf die ich hier nicht eingehen will (s. im speciellen Theil), entspricht der beliebiger anderer Stärkekörner. Sie entstehen aber nicht frei im Cytoplasma, sondern stets an besonderen Plasmagebilden, die in Form und Struktur vollkommen denen gleichen, die zuerst durch Schimper[1] als Stärkebildner bekannt geworden sind. An irgend einer der Stärkekornflächen, meistens der dem Inneren des Körpers zugewandten, sitzt regelmäßig ein kleines Anaplast (farbloses Chromatophor), das sich mit Jod intensiv färbt, gegen das Cytoplasma durch scharfe Grenzlinie abhebt und meistens als flaches nur wenig vorgewölbtes Körperchen gestaltet ist (Fig. 53—55). Dass diese farblosen Chromatophoren mit den ihnen ansitzenden Stärkekörnern nicht etwa als Nahrung aufgenommene Gebilde sind, lässt sich durch einen einfachen Versuch erweisen. Lässt man stärkehaltige Chilomonasindividuen aushungern, was auf verschiedene Weise geschehen kann, so verschwinden die Stärkekörner und die Chromatophoren liegen in einer peripherischen Schicht, die sich durch Jodfärbung leicht nachweisen lässt. An ihnen entstehen nun allmählich die Stärkekörner wieder, zunächst als kleine Höcker, die aber bald zur normalen Gestalt und Größe heranwachsen. — Was dieses Faktum um so interessanter macht, ist, dass die Chromatophoren in den gefärbten Chilomonasformen (bei Cryptomonas) große peripherische Platten darstellen, in denen Assimilationsprodukte

[1] Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner. Bot. Zeitung 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

entstehen. Man sieht also, dass bei nächst verwandten Formen die Protoplastenausgestaltung eine sehr verschiedene sein kann. Es ist außerdem durch diese Beobachtung wahrscheinlich gemacht, dass noch in anderen Fällen gleiche Verhältnisse herrschen; namentlich bedauere ich die Chlamydomonas hyalina noch nicht angetroffen zu haben, um mit der Chilomonaserfahrung ausgerüstet die Beobachtungen von Schmitz wiederholen zu können. Ich hoffe bei anderer Gelegenheit bald auf diesen Gegenstand zurückzukommen.

Die Nahrungsaufnahme bei unseren Flagellaten geht in der verschiedensten Weise vor sich. Während Chromulina Woroniniana sicher sich holophytisch ernährt, nimmt Chilomonas nur flüssige Nahrung auf. Die übrigen dürften alle durch Aufnahme fester Nahrungskörper sich ernähren. In der einfachsten Weise geschieht dies bei Protochytrium durch Umfließen derselben. Bei Monas, Arhabdomonas, Bodo und Codosiga durch sogenannte nahrungsaufnehmende Vacuolen, d. h. durch Ausstülpungen der Hautschicht, die sich öffnen und die Nahrungskörper in sich versenken, wie dies bei Monas Guttula zuerst von Cienkowski beobachtet ist. Welche Bedeutung bei Monas die Mundleiste hat ist zur Zeit noch unbekannt. Besondere Mundapparate kommen dann noch vor bei Peranema, Cyathomonas und Chilomonas. Die Details mögen weiter unten nachgesehen werden. — Die Ausscheidung der Exkremente wird ebenfalls auf sehr verschiedene Weise besorgt; auch hier würde eine detaillirte Ausführung an dieser Stelle zu weit führen, zumal dabei noch Differenzen je nach dem Entwicklungsstadium des betreffenden Individuums hinzukommen.

Augenflecke, so wie sonstige besondere Inhaltsbestandtheile kommen bei unseren Flagellaten nicht vor.

Etwas eingehendere Betrachtung verdient dagegen der Theilungsvorgang. Er findet sich nach unseren heutigen Erfahrungen bei allen Flagellaten und zwar wohl überall als Längstheilung. Über die Details haben uns zuerst die Untersuchungen von Clark [1] und Bütschli [2] Aufschluss verschafft. Im Einzelnen zeigen sich die weitgehendsten Unterschiede dabei. Wie schon Klebs hervorhebt, ist ein Verhältnis der Bedingung der Körpertheilung durch die Kerntheilung hier nicht zu erkennen; vielmehr erfolgen die Theilungen der verschiedenen Organe völlig unabhängig von einander, die Theilung des Cytoplasmas ist die letzte und abschließende Erscheinung. Dass wohl überall die Kerntheilung beendet ist, ehe die Einschnürung des Körpers beginnt, dürfte aus meinen nachfolgenden Darstellungen klar werden; auch in Bezug

[1] Ann. a. Magaz. of natur. hist. 4. Ser. I. 1868. p. 196 ff.

[2] Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf Chilomonas, wo Bütschli anderer Ansicht ist, muss ich diese Ansicht nach meinen Erfahrungen aufrecht erhalten. Sehr früh treten bei den Theilungsvorgängen auch die Cilien auf; theils, wie schon oben erwähnt wurde, persistirt die des sich theilenden Individuums und eine zweite tritt hinzu, theils wie bei Codosiga wird die vorhandene in die Hautschicht eingezogen, und es sprossen in einem gewissen Stadium dafür zwei neue hervor. Eine Theilung der Cilie findet sich nirgends. Anders verhält es sich mit der Mundleiste bei Monas und dem Mundring bei Cyathomonas, die durch Einschnürung in zwei Theile zerfallen. Wie sich in der Beziehung der »Schlund« von Chilomonas verhält, weiß ich nicht zu sagen. Aus der Darstellung bei Bütschli lässt sich darüber auch keine Vorstellung gewinnen. Ich vermuthe, dass er vor der Theilung verschwindet und in den jungen Individuen neu gebildet wird, ähnlich wie bei der Cystentheilung. Verschieden verhält sich auch die kontraktile Vacuole. Während Klebs bei Euglenaceen eine Theilung derselben konstatirte, beobachtete ich theils ein Auftreten von zwei neben der alten neu gebildeten, theils die Neubildung einer derselben neben der vorhandenen. Als Regel kann es gelten, dass vor der Theilung aus dem Körper alle Nahrungsreste entfernt werden; künstlich kann das letztere, wie Zopf zuerst angab, immer durch Sauerstoffabschluss leicht erreicht werden, was die Untersuchung oft sehr erleichtert. Die Hautschicht wird bei der Theilung nicht neu aus dem Cytoplasma gebildet, sondern entsteht als einfache Verbreiterung der Hautschicht des sich theilenden Organismus. Sie ist auch kurz nach dem Process physikalisch und chemisch von dieser nicht verschieden.

Die Theilungsebene durchschneidet die Flagellaten mitten zwischen Bauch- und Rückenseite, so dass also an dem einen Theilstück ein neuer Rückentheil, an dem anderen ein neuer Bauchtheil gebildet wird. Am schönsten ist das zu sehen bei Cyathomonas. Die Aufeinanderfolge der Theilungen der einzelnen Organe ist sehr verschieden. Abgesehen davon, dass der Kern wohl überall den Anfang macht, herrscht die größte Unregelmäßigkeit, wie aus den Einzeldarstellungen hervorgeht. Die Lebensthätigkeit der Flagellaten während der Theilung ist ebenfalls sehr verschieden; während die einen ihre Schwimmbewegungen unbeirrt fortsetzen, liegen andere völlig still da, kontrahiren sogar ihren Körper nach Art eines Ruhezustandes, so Chilomonas. Überall ist die Ausbildung der Theilstücke eine völlig gleichmäßige, so dass also nicht etwa symmetrische Individuen bei dieser Form der Vermehrung entstehen.

Die Ruhe- und Dauerzustände habe ich leider nicht bei allen untersuchten Formen finden können. In einem gewissen Ruhezustand gehen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

allerdings die meisten für kurze Zeit (15 Minuten — einige Stunden) über, indem sie ihre Cilien einziehen und still liegen. Bei manchen schien mir gewissermaßen diese Zeit zur Verdauung benutzt zu werden, so sicher bei Monas Guttula, die gleich nachher die Ingesta ausstößt und sich weiter bewegt oder in das Theilungsstadium übergeht. Einen eigenthümlichen Ruhezustand hat Chromulina, indem sie über die Wasseroberfläche tritt, sich mit Gallerte umhüllt und dabei Zweitheilungen erfährt. — Die sonstigen Ruhe- oder Dauerzustände werden gewöhnlich als Cysten bezeichnet, von Zopf (l. c.) als Sporocysten. Sie sind homolog den Theilen, die man bei Pilzen und Algen als Dauersporen bezeichnet. Ich habe hier den Ausdruck Cyste beibehalten, weil er dieselbe Berechtigung hat wie der Ausdruck »Spore«, indem die Flagellaten weder Pflanzen noch Thiere sind und also die herkömmliche Nomenklatur vorläufig ruhig beibehalten werden kann. Nach umfassenderen Forschungen wird man eine passendere einführen können. Die Cystenbildungen entstehen entweder durch einfaches Abrunden des Organismus und Ausscheiden einer derben Membran, oder durch nochmalige Kontraktion des Inhalts und abermalige Membranerzeugung (diese beiden Formen sind offenbar morphologisch gleichwerthig und dürfen nicht, wie bei Zopf, mit verschiedenen Namen bezeichnet werden), oder endlich durch endogene Bildung. Die letztere ist zuerst von Cienkowski bei Spumella und Chromulina aufgefunden, meines Wissens nach ihm nicht wieder beobachtet. Ich habe sie nicht nur bei einer der von ihm untersuchten Formen (Monas Guttula) bestätigen können, sondern sie auch noch bei zwei anderen konstatirt. De Bary[1] hat sie der Sporenbildung der Bakterien an die Seite gestellt.

Die Bedingungen für die Cystenbildung sind in ungünstigen Vegetationsbedingungen gegeben; die farblosen Flagellaten sinken als Cysten auf den Boden der Kulturen, sobald die Nährstoffe aufgezehrt sind, bei Chromulina habe ich solche Zustände künstlich durch Erniedrigung der Temperatur erzeugt. Flagellatencysten findet man im Winter im Schlamm von Sümpfen etc. massenhaft angehäuft. Allmähliche Abnahme von Sauerstoff scheint ebenfalls mitzuwirken; bei den grünen Flagellaten dasselbe, so wie Mangel an Licht. Die Keimung geht in frischem, sauerstoffhaltigen Wasser unter Vorhandensein der nöthigen Wärme und Beleuchtung meist leicht vor sich; sie besteht entweder im Austreten des ganzen protoplasmatischen Inhalts der Cyste und Ausgestaltung desselben zu einem einzigen Individuum, oder der Inhalt wird in wenige bis viele Portionen getheilt, die dann eben so viele junge Flagellaten-

[1] Morphol. und Biologie der Pilze etc. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

exemplare darstellen (Sporulation bei Kent). Über diese Verhältnisse, so wie allgemeine biologische Eigenschaften der Flagellaten, auf die ich hier nicht eingehen kann, vergleiche man die schöne Zusammenstellung bei Balbiani [1].

Irgend welche systematische Schlüsse wage ich aus meinen noch so unvollkommenen Untersuchungen nicht zu ziehen. Ich muss indessen betonen, dass die Anordnung der Flagellaten, wie sie Bütschli neuerdings gegeben hat, schon jetzt zu mehreren Ausstellungen Anlass giebt. So ist die Trennung der Monadinen von den Heteromastigoden nur zum Theil gerechtfertigt, in so fern die Bodoninen mit den Monadinen offenbar eine sehr enge Verwandtschaft haben, andererseits aber von den Anisoneminen sehr weit entfernt sein dürften. Auch unter den Isomastigoden stehen Flagellaten, die von Monadinen nur auf ganz künstliche Weise getrennt sind, so die Amphimonadina. Überhaupt dürfte die ganze Bütschli'sche Klassifikation etwas mehr den Bedürfnissen einer schnellen Orientirung, als dem Ausdruck natürlicher Verwandtschaft Rechnung tragen.

Einen festen Kern haben dagegen die Untersuchungen von Klebs geliefert, und ich glaube, dass von ihm aus allmählich eine klarere Auffassung sich Bahn brechen wird. Zur Zeit ist die Zahl der unvollkommen oder gar nicht bekannten, namentlich farblosen Flagellaten noch eine so große, dass von jeder wirklichen systematischen Zusammenfassung noch gänzlich abgesehen werden muss.

Als berechtigt, aber etwas verfrüht muss ich den Versuch von Zopf [2] bezeichnen, die sog. Gruppe der Monadinen mit den Schleimpilzen in Zusammenhang zu bringen. Dass da gemeinsame Beziehungen obwalten, ist ja nicht zu bezweifeln und auch von de Bary (l. c.) anerkannt worden; um sie aber durch Vereinigung beider Formenkreise in eine Gruppe (Mycetozoen) ausdrücken zu können, liegt doch noch zu wenig Material vor, zumal durch die neueren Untersuchungen unter den eigentlichen Schleimpilzen sich zwei bestimmt präcisirte verschiedene Entwicklungstypen herausgestellt haben. Viel näher liegen die Beziehungen zu den Bakterien, deren Lebenszustände und Sporenbildung bei Monaden etc. Analoga finden. Auch hierauf ist von de Bary und Bütschli hingewiesen worden.

Was von dem Zopf'schen Versuch gesagt wurde, gilt in noch viel höherem Grade von dem von Sorokin [3] gemachten, der dieselben Monadinen

[1] Les organismes unicellulaires. Les Flagellés. Journal de micrographie. 6. Année. 1882. 7. Année. 1883. [2] Zopf, Die Pilzthiere. Breslau 1884.

[3] Sorokin, Aperçu systematique des Chytridiacées etc. Extrait des Archives Botaniques du Nord de la France. Lille 1883.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ohne Weiteres mit den Chytridiaceen vereinigt. Dass die letzteren sehr niedrige Pilze sind, ist klar; ob sie aber direkt von den Flagellaten sich ableiten können, mindestens zweifelhaft. Ich halte vorläufig noch daran fest, die Abzweigung der Pilze und Pilzreihen bei niederen Algenformen zu suchen.

Dass die grünen Algen an die Flagellaten anschließen, ist wohl unzweifelhaft. Wo dies aber geschieht und mit welchen Formen völlig ungewiss; möglich, dass die Volvocineen, wie Bütschli meint, die Handhabe bieten könnten.

Indessen wäre es ein müßiges Vorgehen, schon jetzt über die Entscheidung von Fragen zu diskutiren, für deren Beantwortung noch ein völlig unzureichendes Material vorliegt. Nur gewissenhafte Einzeluntersuchungen machen es möglich, dazu einen Schritt vorwärts zu thun.

Specieller Theil.

Chromulina Woroniniana n. sp.

(Fig. 1—24.)

Die Formen der von Cienkowski gegründeten Gattung Chromulina sind wenig zahlreich und trotzdem in ihrer Entwicklungsgeschichte noch durchaus nicht vollständig bekannt. Und doch verdienen gerade sie wegen ihrer nahen Beziehung zu höheren Flagellaten einer- und niederen Algenformen andererseits die eingehendste Berücksichtigung. Cienkowski[1] beschrieb von seiner Chr. nebulosa das Aussehen der schwärmenden Individuen im Allgemeinen, so wie eine eigenthümliche Form der Cysten-(Sporen-)Bildung, die im Wesen derjenigen von Spumella vulgaris gleicht. Dass die von Ehrenberg[2] als Monas ochracea und flavicans beschriebenen Organismen mit größter Wahrscheinlichkeit dem Gattungsbegriff Chromulina unterzuordnen sind, ist ebenfalls lange bekannt. Stein[3] beschrieb und bildete sie ab als Chrysomonas, Bütschli[4] führt sie wieder als Chromulina auf. Durch Woronin[5] ist sodann unter dem Namen Chromophyton Rosanoffii ein höchst eigenthümlicher Organismus bekannt geworden, der gleichfalls hierher zu rechnen ist; seine Beobachtungen wurden zum Theil bestätigt von Wille[6], welcher letztere

[1] Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. VI. 1870. p. 435 f.

[2] Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. 1838. p. 11 u. 17. Taf. I, Fig. VII u. XXI.

[3] Der Organismus der Infusionsthiere. III. Taf. XIII u. XIV.

[4] Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878. p. 214 und: Protozoen. p. 820.

[5] Bot. Zeitung 1880. p. 625.

[6] Verh. des bot. Vereins der Prov. Brandenburg. Bd. XXIV. 1882. p. 49 f. und: Ofversigt af k. Vet. Ak. Förhandl. 1882. Nr. 6.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

allerdings eigenthümliche Verwandtschaftsverhältnisse in Anspruch nimmt, auf die unten zurückzukommen sein wird. — Bütschli (l. c.) charakterisirt die Gattung Chromulina, die er zu den Coelomonadinen unter den Euglenoidinen stellt, folgendermaßen: »Klein bis sehr klein (0,037—0,012 mm), nackt, oval bis länglich gestreckt und bis ziemlich unregelmäßig, ja wahrscheinlich zuweilen amöboid; Geißel ansehnlich. Ein bis zwei seitliche gelbbraune Chromatophorenplatten. An Geißelbasis gewöhnlich Augenflecke, nicht weit dahinter eine bis mehrere kontraktile Vacuolen. Nucleus etwa central. Aufnahme fester Nahrung bei einer Art sicher, bei anderen unwahrscheinlich. Vermehrung durch successive Zweitheilung in gallertumhüllten Ruhezuständen. Dauerzustand.« Am vollständigsten untersucht ist bisher das Chromophyton Rosanoffii, wenn gleich nicht so vollständig, um einen sicheren Überblick über den gesammten Entwicklungsverlauf zu ermöglichen. Bot so die Ausfüllung der vorhandenen Lücken schon an und für sich Interesse, so war dies um so mehr der Fall als Wille (l. c.) zu beweisen versucht hatte, dass ein genetischer Zusammenhang zwischen Chromulinaformen und den Flagellatengattungen Chrysopyxis und Dinobryon bestehe, eine Annahme, die, wie Bütschli richtig bemerkt, sehr unwahrscheinlich, dennoch aber der Prüfung werth ist. Die Form, an der ich meine Beobachtungen ausführte, unterscheidet sich in manchen Punkten nicht unwesentlich von den bisher bekannten, ich gebe ihr zu Ehren Woronin's den Namen Chromulina Woroniniana. Wie die übrigen Arten dieser Gattung erzeugt auch sie in eigenthümlichen Ruhezuständen auf der Oberfläche von stehenden Wasserflächen (das Aquarium des Gewächshauses im Erlanger botanischen Garten ist bei ruhigem Wasser dicht von ihr bedeckt) einen gelb- bis grünlichbräunlichen staubartigen Anflug, der bei Bewegung des Wassers sofort verschwindet, um sich nach kurzer Zeit wieder einzufinden. Sie gleicht hierin namentlich der von Woronin beschriebenen Form. Betrachtet man ohne Deckglas den Anflug mikroskopisch, so gewahrt man ruhende Zellen und Zellkolonien ganz wie Woronin (l. c.) sie in seinen Figuren 1—4 abbildet. Während die einzelnen Zellen runde, winzige und von einer dünnen Luftschicht umhüllte Kugeln darstellen (Fig. 12), nehmen die aus mehreren solcher zusammengeflossenen oder durch Theilung entstandenen Komplexe die allermannigfaltigsten Formen an, wie sie die Woronin'schen Abbildungen und unsere Figuren 13 und 14 andeuten mögen. Durch ganz vorsichtiges Bedecken mit einem Deckglase und sehr sanft ausgeübten Druck kann man sodann die die einzelnen Kolonien umgebende Luftschicht entfernen und erhält dann Bilder, wie eins in Fig. 15 dargestellt ist. Man sieht daran, dass jede einzelne Chromulinazelle von einer verhältnismäßig dicken, hyalinen

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zone umgeben ist; die den einzelnen Zellen angehörigen Zonen sind durch ganz feine Grenzlinien gegen einander abgesetzt. Die Chromulinazellen selbst sind durch den Druck des Deckglases meist etwas abgeplattet und lassen von einer dünnen Grenzschicht umgeben einen gelben, großen Farbstoffkörper, einen Kern und eine Vacuole erkennen. Die hyaline, schleimige Hüllmasse zerfließt in Wasser sehr leicht und schnell, durch Jod wird sie hellgelblich gefärbt. Über ihre Entstehung werde ich weiter unten Einiges anfügen.

Noch während des Verquellens der Hüllmasse beginnen die Chromulina-Individuen kreiselartige Bewegungen auszuführen und schwimmen in kurzer Zeit davon. Dabei sieht man oft ganz deutlich, wie gewissermaßen der umhüllende Schleim von ihnen durchbrochen wird, ein klaffender Riss ist nicht selten kurz nach dem Austritt bemerkbar (Fig. 15). Die schwimmenden Zellen bewegen sich mit ziemlicher Geschwindigkeit und in eigenthümlich zitternden Sprüngen im Wasser umher und sind in demselben oft in solcher Masse vertheilt, dass sie ihm eine gelblichgrüne Färbung mittheilen. Ihre Größe ist eine ziemlich unbedeutende, im Durchschnitt sind sie ungefähr 6 μ breit und gegen 8 μ lang; im Einzelnen zeigen sich die weitgehendsten Unterschiede, wie das die Figuren 1—9 andeuten mögen. Nur selten ist ihre Gestalt eine regelmäßig kugelige (Fig. 1, 7, 9), meistens zeigt sich eine unregelmäßige Ausbuchtung oder Verlängerung nach der einen oder der anderen Seite hin, der sich immer noch eigenthümliche Gestaltveränderungen des einen Körperendes beigesellen, wie gleich erwähnt werden soll. Nach dem Ansatzpunkt der Cilie und der Bewegungsrichtung lässt sich ein vorderer (cilientragender) und ein hinterer Pol unterscheiden. Die Cilie selbst ist sehr fein und schwer wahrzunehmen. An in Osmiumsäure getödteten Exemplaren ist sie meistens gerade gestreckt und zeigt nur an ihrem freien Ende leichte Biegungen und Wellungen. Übrigens stimmt sie mit den Cilien fast aller anderen Flagellaten darin überein, dass sie in ihrer ganzen Länge gleich dick ist, sich also gegen das Ende hin nicht verjüngt. Sie färbt sich mit Jod schwach gelb und wird bei absterbenden Individuen abgeworfen[1]. — Eine besondere Hülle (Membran) besitzt die Chromulinazelle nicht. Die letztere ist nach außen hin von einer äußerst dünnen Schicht (Hyaloplasma) überzogen, die einerseits fest genug ist, um eine beständige Formausgestaltung zu gewähren, andererseits aber doch weitgehende Veränderungen des Körperumrisses gestattet. Namentlich der hintere Körperpol ist durch solche ausgezeichnet. Schon Woronin[2] sagt von seiner Form: »Die farblose Plasma-

[1] Vgl. Klebs, l. c. p. 26. [2] l. c. p. 628.

substanz der hinteren Körperhälfte der Schwärmzelle besitzt ein viel stärkeres Lichtbrechungsvermögen und erhält dadurch mehr oder minder das Aussehen eines ölartigen Tropfens.« Es ist das in der That ein sehr guter Ausdruck für den Sachverhalt. Die hintere Körperhälfte, die meist etwas abgerundet-zugespitzt ausläuft, besteht aus einem ziemlich stark glänzenden feinkörnigen Plasma, das gegen das völlig homogene und hyaline Plasma der übrigen Zelle scharf abgesetzt ist, sich mit Jod nicht färbt und auch sonst keine Farbstoffe aufnimmt. In ihm ist nun der Sitz sehr eigenthümlicher Gestaltveränderungen, wie das in den Fig. 1—9 angedeutet ist; sie bestehen in abwechselnder Verbreiterung und Zuspitzung des hinteren Poles, ja es kann sich diese eigenthümliche Plasmamasse sogar etwas seitlich an der Chromulinazelle hinschieben (Fig. 5), oder auch kleine, stumpf-abgerundete, pseudopodienartige Fortsätze treiben (Fig. 11). Ob der übrige Zellkörper selbstthätig an diesen Vorgängen Antheil nimmt, weiß ich nicht zu sagen, glaube es jedoch. Allerdings ist es immer nur in geringem Grade der Fall. Besonders auffallend werden diese Gestaltveränderungen, wenn die Individuen in vorübergehende Ruhestadien (nicht zu verwechseln mit den gallertumhüllten Ruhezuständen) übergehen (Fig. 10 und 11), in denen die Cilie entweder eingezogen oder abgeworfen wird.

Der größere Theil der Chromulinazelle wird, wie schon gesagt, von einem völlig homogenen, hyalinen und nur wenige Körnchen enthaltenden Plasma gebildet, dem die verschiedenen Zellbestandtheile eingelagert sind. Zunächst zu erwähnen ist da das Chromatophor, das stets in Einzahl vorhanden ist und unter dem Ansatzpunkt der Cilie liegt. In seiner Größe ist es sehr verschieden, wie ein Blick auf die Figuren zeigt. Es stellt eine nicht sehr dicke Platte vor, die der Peripherie der Zelle eng anliegt. Dabei kann es sich auf eine kleine Kugelschale beschränken (Fig. 1) oder mehr oder weniger unregelmäßig sich entweder einseitig oder lappig oder gleichmäßig nach dem hinteren Körperende hinziehen, so dass in manchen Zellen das hyaline Plasma von ihm fast völlig umgeben ist. Hin und wieder kommt es vor, dass es peripherisch fast die ganze Zelle umzieht bis auf eine schmale Leiste, und hierdurch gewinnt es dann den Anschein, als seien zwei Chromatophoren vorhanden. Seine Substanz ist ein wenig dichter als das Körperplasma und durch und durch gelbbräunlich gefärbt, ungefähr in der bekannten Abtönung, wie sie die Diatomeen zeigen. Wie Woronin, konnte auch ich nachweisen, dass sich durch Alkohol ein gelblicher Farbstoff entfernen lässt und die Zellen dann beinahe ein chlorophyllgrünes Aussehen erhalten. Irgend welche weitere Differenzirungen in Farbstoffkörper habe ich nicht wahrnehmen können; nur waren nicht selten demselben kleine runde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Körperchen eingelagert (siehe die Figur), die durch Kalilauge sofort verschwanden, sich mit Jod nicht färbten und sich auch sonst wie die Paramylumkörner anderer Flagellaten und der Algen verhielten. Stärkekörner und sonstige Inhaltsbestandtheile, die als Assimilationsprodukte bezeichnet werden könnten, habe ich nie wahrgenommen. — Dem Chromatophor angelagert, seltener etwas von ihm entfernt, findet sich immer dicht unter der Oberfläche des Körpers eine kontraktile Vacuole, nur in wenigen Ausnahmefällen habe ich deren zwei gesehen. Sie ist stets ziemlich klein und die Zwischenräume zwischen Systole und Diastole so lang, dass ich zuerst überhaupt an dem Kontraktionsvermögen zweifelte, es vergehen oft bis 15 Minuten von einer Entleerung bis zur anderen. Die Stelle der Vacuole ist in der einzelnen Zelle eine durchaus konstante.

Der interessanteste Inhaltskörper des Chromulina-Individuums ist der Zellkern, der in dem hyalinen Plasma eingelagert ebenfalls etwas peripherisch in der Nähe des Chromatophors liegt. Seltener ist er an das hintere Polende gedrängt, meistens liegt er dem vorderen genähert. Er ist ziemlich klein, erscheint aber immer deutlich als ein rundes Körperchen von mattgrauem Aussehen. Bei starker Vergrößerung und nach Färbung mit Karmin (Grenacher'scher Boraxkarmin und Beale's Karmin) lässt sich sein Verhalten ziemlich gut studiren. Wie schon in der Einleitung bemerkt, verhält er sich völlig wie die von Gruber [1] abgebildeten Kerne von Amoeba proteus und wie manche Heliozoenkerne [2]. In gefärbtem Zustande ist er außen begrenzt von einer ziemlich dicken, dunkelrothen Chromatinschicht (Kernrindenschicht Hertwig), deren Innenraum von einem völlig homogenen, nur schwach rothen Kernsaft erfüllt ist. In ihm liegen wiederum einige größere, dunkelrothe Körperchen (Nucleolen oder Chromatinkörper), deren Zahl sehr wechseln kann (Fig. 24 *a*). Ob noch eine besondere Kernmembran vorhanden ist, wie in dem von Gruber bei Amoeba proteus beschriebenen Falle, oder ob im ungefärbten Zustande die Kernrindenschicht aus einer Lage einzelner Chromatinkörperchen besteht, ist mir bei der Kleinheit des Objektes nicht klar geworden. Die Vorgänge der Kerntheilung habe ich bei den sich theilenden, freischwimmenden Individuen beobachten können; bei ruhenden Kolonien ist die umgebende Luftschicht der Untersuchung hinderlich. Sie bestehen zunächst darin, dass statt der wenigen kernkörperartigen Gebilde eine große Menge von feinen, kleinen und sich

[1] Über Kerne und Kerntheilung bei den Protozoen. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884. p. 126 ff.

[2] F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. in: Archiv für mikr. Anat. Bd. IX und Hertwig in: Morphol. Jahrbuch. Bd. II. 1876. Taf. III, Fig. 5 und 6 etc.

dunkel tingirenden Körnchen auftritt, die das ganze Innere der Kernrindenschicht gleichmäßig erfüllen (Fig. 24 *b*). Sicher sind sie durch Zerfallen der größeren Körper entstanden, obgleich ich das nicht direkt gesehen habe; jedenfalls waren in dem früheren Stadium im Kernsaft keinerlei körnige Elemente außer den schon genannten zu sehen. Bald beginnt nun eine Längsstreckung des ganzen Kernes und kurz hernach eine leichte, biskuitförmige Einschnürung (Fig. 24 *c*), gleichzeitig ordnen sich die Chromatinkörnchen in Reihen, die sich parallel der Achse der Längsstreckung lagern und bei fortschreitender Einschnürung mit halbirt werden. In bekannter Weise wird die letztere vollendet, die jungen Kerne (Fig. 24 *d*) zeigen zunächst wieder die unregelmäßig geordneten Chromatinkörnchen, bis endlich wieder ein oder mehrere Kernkörperchen auftreten. Ich bemerke noch besonders, dass ich fädige Elemente nie wahrgenommen habe und auch keinen Augenblick anstehe das Entstehen der großen Chromatinkörper aus den kleinen anzunehmen. Dass die Halbirung der Chromatinelemente, sowohl der Kernrindenschicht als der centralen eine vollständige ist, dürfte nach der Schilderung einleuchten.

Kehren wir nun zu der Chromulinazelle zurück, so ist dem Gesagten über Struktur und Bau nichts Wesentliches anzufügen. Die Individuen schwimmen lange Zeit in der geschilderten Weise umher, gehen auch wohl durch Verlust oder Einziehen der Cilien in vorübergehende Ruhezustände ein, ohne sich sonst zu verändern. Auch die Zweitheilung, die in ausgiebigster Weise auftritt, bedingt nur vorübergehende Modifikationen. Sie beginnt mit der Theilung des Zellkernes, die völlig vollendet ist, ehe äußerlich Andeutungen der Spaltung auftreten. Letztere beginnt mit einer leichten Einschnürung, die sich vom vorderen Pol über die Seitenwände hinzieht; sie wird bald zu einer Spalte, die das Chromatophor zerfällt. An beiden Spaltstücken sieht man jetzt je eine Cilie, ich weiß nicht, ob beide neu gebildet sind oder nur zu der vorhandenen eine neue hinzugetreten ist. Gleichfalls sind in jeder Hälfte kontraktile Vacuolen vorhanden, über deren Entstehen ich aber auch nichts Genaueres anzugeben weiß. Die Theilung schreitet schnell bis auf den hinteren, glänzenden Plasmatheil fort, spaltet auch diesen und vollendet so den Process, der im Ganzen nicht länger als ungefähr 15 Minuten dauert. Zwei Theilungsstadien sind in den Fig. 16 und 17 dargestellt. Die Theilstücke haben sofort völlig die Gestalt des Individuums vor der Theilung, ihre geringere Größe ist in Kurzem ausgeglichen.

Nachdem die bisher beschriebene Form unserer Chromulina längere Zeit sich frei bewegt hat (nach Kulturen in feuchten Kammern kann dies mehrere Tage dauern), schickt sie sich an in den gallertumhüllten Ruhe-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zustand überzugehen. Sie nähert sich zu dem Zwecke der Wasseroberfläche und verliert ihre Cilie. Die Vorgänge, die sich jetzt dem Auge darbieten und am besten an der Seite eines kleinen aber hohen Wassertropfens studirt werden, sind von Woronin[1] schon auf das ausführlichste beschrieben worden. Um nicht meinerseits wiederholen zu müssen, will ich hier kurz seine Schilderung einfügen: »Die Schwärmzelle rückt bis unter die Wasseroberfläche, an welche sie sich unmittelbar anlegt, kommt hier zur Ruhe, rundet sich dabei ab, und fängt gleich darauf an durch die Wasseroberfläche, als ob diese eine feste Membran wäre, sich empor zu bohren. An der Berührungsstelle mit der Wasserfläche treibt sie einen kleinen, dunkel-, scharf konturirten stecknadelförmigen Fortsatz, der über die Wasserfläche in die Luft ragt. Indem nun dieser sich allmählich vergrößert, verringert sich gleichzeitig und in gleichem Maße der unter dem Wasser liegende Theil der Schwärmzelle, bis endlich diese letztere aus dem Wasser vollständig in die Luft hinüber gewandert ist. Beim Betrachten dieser eigenthümlichen Erscheinung treten unwillkürlich die Chytridien ins Gedächtnis, bei denen wie bekannt das Eindringen der Zoosporen in die Nährpflanze ganz in der nämlichen Form stattfindet. Unterwirft man nun die Sache einer etwas näheren und sorgfältigeren Untersuchung, so überzeugt man sich bald, dass die Schwärmzelle während ihrer eben beschriebenen Translokation aus dem Wasser in die Luft eine farblose schleimige Substanz ausscheidet und von ihr, wie von einer zarten Membran allerseits umhüllt wird. Nach unten zu geht diese zarte farblose Schleimhülle in ein kurzes feinröhriges, in das Wasser hinabragendes Stielchen über, mittels welches die zur Ruhe gekommene, kugelrunde, eingehüllte Schwärmspore auf der Wasserfläche sitzt. Dieses Stielchen hat gegen das Wasser hin eine runde Öffnung, durch welche der jetzt ruhenden und eingehüllten Schwärmzelle Wasser zugeführt wird.« Dieser anschaulichen und präcisen Darstellung habe ich nur wenig hinzuzufügen unter Hinweis auf die Fig. 21 und 22. Wenn man in der vorhin angegebenen Weise den Vorgang beobachtet, so ist man allerdings überrascht über die Ähnlichkeit mit dem Eindringen[2] der Chytridiumzoosporen in die Nährpflanze. Ob die schleimige Hüllmasse von der Zelle ausgeschieden wird oder nicht vielmehr durch Umänderung der äußersten Grenzschicht der Zelle hervorgeht, weiß ich nicht; ich möchte aber aus Analogiegründen das letztere annehmen. Eine Abweichung von der Woronin'schen Darstellung finde ich darin, dass bei der von mir untersuchten Form das erwähnte Stielchen oder Röhrchen, mit dem die Zelle in das Wasser

[1] l. c. p. 629.

[2] Vgl. z. B. Fisch, Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen. 1884. Fig. 16 etc.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

taucht, stets und sicher fehlte, einer der Gründe, die mich zur specifischen Trennung meiner Form veranlassten.

Vermittels ihrer schleimigen Hülle fließen die einzelnen Chromulinazellen leicht zu größeren Komplexen zusammen und diese haben dann die Eingangs unserer Darstellung geschilderten Eigenschaften. Daneben tritt, wenn auch, wie ich glaube, seltener, Theilung der einzelnen Zellen ein (Fig. 14), über welchen Vorgang ich allerdings keine ausführlicheren Beobachtungen habe. Ich kann nur angeben, dass er ganz so verläuft, wie etwa die Theilung einer Protococcuszelle oder einer verwandten Alge. Ein Fortschreiten dieser Theilung in der von Woronin für Chromophyton Rosanoffii beschriebenen und in seinen Figuren 8—11 abgebildeten Weise habe ich gleichfalls nie gesehen. Im Allgemeinen blieben auch bei meiner Chromulina die Zellkomplexe kleiner, und die Schleimhülle war weniger mächtig ausgebildet. Die beschriebenen Ruhezustände sinken von Zeit zu Zeit im Wasser unter und erzeugen in der früher beschriebenen Weise wieder schwärmende Individuen, was durch künstliches Bewegen des Wassers oder durch Besprengung desselben ebenfalls hervorgerufen wird.

In den bisher geschilderten Grenzen hält sich die Entwicklungsgeschichte unseres Organismus während günstiger Vegetationsperioden, im Gewächshause z. B. waren niemals andere Stadien zu bemerken. Ich suchte diese zu erhalten dadurch, dass ich chromulinahaltige Wassermassen in die Kälte stellte und in Erinnerung daran, dass Woronin die von ihm beschriebenen Dauer(Ruhe-)zustände in Moos-, hauptsächlich in Torfmoosblättern fand, denselben Sphagnumrasen zufügte. Der Erfolg war ein günstiger, in so fern als nach wenigen Tagen schon die hyalinen Zellen der Torfmoosblätter die gewünschten Cysten aufwiesen (Fig. 23). Aber auch die Bildung dieser Cysten oder Dauersporen konnte ich verfolgen, wenn gleich nur durch Nebeneinanderhalten verschiedener Objekte, nicht durch kontinuirliche Beobachtung einer Zelle. Ich war so glücklich, nicht nur die Cienkowski'schen[1] Angaben über Chromulina nebulosa für meinen Fall bestätigen, sondern dadurch auch die Zugehörigkeit meiner Form zu dem von Cienkowski als Chromulina bezeichneten Formenkreise darthun zu können. Unter den angedeuteten Bedingungen verschwanden die Chromulinazellen sehr schnell von der Wasseroberfläche, schwärmten im Wasser umher und drangen dann durch die Löcher der hyalinen Zellen der Sphagnumblätter in diese ein, ganz nach der bekannten Art und Weise gewöhnlicher Schwärmsporen. In den grünen Zellen habe ich sie nicht angetroffen, wie auch nicht in den Zellen anderer, zufällig beigemischter Moose. Die Bewegung wurde

[1] l. c. p. 435.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in den Mooszellen eine trägere und hörte bald ganz auf, wahrscheinlich durch Verlust der Cilie, was ich nicht genau sehen konnte. Cienkowski beschreibt die Dauersporenbildung folgendermaßen: »Der Anfang der Entwicklung des Ruhezustandes wird dadurch eingeleitet, dass die Pigmentplatte abwärts verschoben wird (d. h. an den vorderen Pol hin!), worauf an der Basis der Zoospore ein die Platte einschließendes Kügelchen in die Erscheinung tritt, an ihrem Scheitel den Rest der Zoospore tragend. Der letztere stellt jetzt ein strahlförmiges Anhängsel dar, das sich an der Stelle des künftigen Cystenhalses einschnürt und noch eine Zeit lang die Pulsationen der Vacuolen wahrnehmen lässt. Schließlich verschwindet dieser protoplasmatische Überrest der Spore gänzlich und die Cyste bekommt scharfe Umrisse und den Hals etc.« Bei meiner Chromulina begann die Cysten- oder Sporenbildung damit, dass an dem vorderen Ende der Zelle das Chromatophor gewissermaßen kugelförmig zusammenschloss, d. h. das hyaline Plasma mit dem Zellkern (die kontraktile Vacuole habe ich bei diesem Vorgang nicht weiter berücksichtigt) in sich aufnahm. Eine leichte Einschnürung hinter dem basalwärts gelegenen Ende des Chromatophors trennte sodann die eigenthümlich glänzende, körnige Masse von dem vorderen Körper; offenbar muss hierbei in dem letzteren eine Wasserabgabe stattgefunden haben. Um den letzteren machte sich sodann bald eine dünne Membran bemerkbar, die ihn ganz umhüllte und so den vorderen Theil der Zelle von dem hinteren abtrennte. Die Membran wurde dicker und dicker, bis sie endlich deutlich einen doppelten Kontur zeigte, ja vielleicht sogar aus zwei Schichten bestand (Fig. 18 und 19). In dem abgeschnittenen Theil der Zelle traten Vacuolen auf, er wurde blasser und verschwand zuletzt völlig, so dass dann die Cyste völlig frei in der Sphagnumzelle eingeschlossen lag. Ihre ganze Peripherie fast war von dem Chromatophor bedeckt, nur hin und wieder blieb eine kleinere Partie derselben von ihm frei. Der Zellkern schimmerte immer deutlich durch. Die Cysten glichen so vollständig den von Woronin und Wille abgebildeten, dass ich auch ihre Weiterentwicklung (Keimung) als mit der von diesen Forschern für ihre Formen beschriebenen übereinstimmend annehmen möchte. Ich selbst habe dieselbe noch nicht beobachten können und muss diese Lücke im Entwicklungsgang von Chromulina Woroniniana noch offen lassen.

Was die Nahrungsaufnahme derselben betrifft, so habe ich nie auch nur die leiseste Hindeutung dafür gesehen, anzunehmen, dass feste Körper als Nahrung dienen könnten, wie das für Chromulina flavicans beobachtet und auch für Chromulina ochracea schon, wenn ich nicht irre, angegeben ist. Ich glaube mit Sicherheit behaupten zu dürfen, dass

Chromulina Woroniniana sich holophytisch ernährt, wie sicher auch die Chromulina (Chromophyton) Rosanoffii.

Die Verschiedenheit der beschriebenen Form von den bisher bekannten dürfte im Verlauf der Darstellung genug hervorgetreten sein. Von Chromulina Rosanoffii trennt sie namentlich die Gestaltung der gallertumhüllten Ruhezustände, die Theilung derselben so wie auch die eigenthümliche Form der Metabolie. Chromulina ochracea und flavicans weichen neben vielen anderen Punkten in dem Besitz eines Augenpunktes und der Zahl der Chromatophoren ab und auch von Chromulina nebulans scheinen mir sie nach Cienkowski's Beschreibung ziemliche Differenzen zu entfernen. Sie mag also bis auf Weiteres unter dem gegebenen Namen gehen.

In wie fern haben sich nun etwa Anhaltspunkte ergeben für die von Wille aufgestellte Behauptung von der Zusammengehörigkeit von Chromulinaformen mit den Gattungen Epipyxis (Dinobryon) und Chrysopyxis? Abgesehen von der eventuellen, allerdings minimalen Wahrscheinlichkeit, dass aus den Dauercysten Individuen hervorgehen könnten, die jene Behauptung rechtfertigten, liegt nirgends die geringste Andeutung für dieselbe vor. Weder Dinobryon noch Chrysopyxis wurden auch nur in einem einzigen Exemplare im Aquarium aufgefunden, obgleich sowohl Fadenalgen, die dasselbe enthielt, als auch Blattstiele etc. von Wasserpflanzen darauf hin abgesucht wurden. Sollte also hier Epipyxis immer nur freibeweglich aufgetreten sein, ohne Andeutung seiner charakteristischen Schalenbildung und anderen Eigenthümlichkeiten? Und dann worin könnten die Bedingungen für ein solches Verhalten gegeben sein? Man wird zugeben, dass eine objektive Beurtheilung der Sachlage sich gegen Wille entscheiden muss. Freilich wird es »Schwärmsporen« geben, die zu Epipyxis gehören und Chromulinaformen gleichen, wie es Zoosporen von Algen giebt, die typischen Flagellaten sehr ähnlich sind. Vor Allem aber widerspricht der so eben beschriebene Bau der betreffenden Chromulinazelle der Wille'schen Angabe, die folgendermaßen lautet: »Nach einigem Umherschwimmen befestigen sie (die eiförmigen Zoosporen) sich an einer fadenförmigen Alge mit dem vorderen cilientragenden Ende und umgeben sich mit einer Membran; nach hinten wird diese durch farbloses Plasma gehoben und zuletzt bildet sich ein Loch, ähnlicherweise wie bei den Oogonien von Vaucheria und Oedogonium. Innerhalb des Loches treten eine oder zwei Cilien hervor und, wie man an kräftigeren Individuen beobachten konnte, ein rother Augenpunkt[1]«. Es müsste in der Chromulinazelle eine völlige Umkehrung

[1] Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. Bd. XXIV. 1882. p. 50 u. Vetensk. Akad. Förhandl. l. c.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aller Zellelemente stattfinden, um einen solchen Bildungsgang zu ermöglichen.

Cyathomonas truncata (Fresenius).

(Fig. 25—38.)

Die einzige Form der Gattung Cyathomonas wurde zuerst von Perty[1] entdeckt, abgebildet und beschrieben. Es ist wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass seine Monas urceolaris hierher gehört. Mit Sicherheit zu erkennen ist sie dann bei Fresenius[2], der ihr den Namen Monas truncata gab und schon manche Einzelheiten richtig erkannte. Genauer studirt wurde sie sodann von Bütschli[3] unter dem Namen Spumella (?) truncata, gleichzeitig von Stein[4] als Goniomonas truncata, der zuerst Theilungszustände beobachtete. Der Name Cyathomonas stammt von Fromentel[5] und wurde auch neuerdings von Bütschli[6], nicht von Kent[7] beibehalten. Der interessante Organismus ist indessen nichts weniger als vollständig bekannt und es mögen desshalb die folgenden Beiträge dazu helfen, die Erkenntnis seiner Organisation zu fördern.

Die seitliche Körperansicht von Cyathomonas ist durch Bütschli's und Stein's Abbildungen bekannt. Sie ist im Allgemeinen oval und am Vorderende schief abgestutzt. Am höheren Rande des vorderen Körperendes sitzen zwei gleich lange Geißeln, die meist über die abgestutzte Fläche hinüber neigen. Diese Ansicht dem Beobachter zukehrend schwimmt diese kleine Flagellate nicht sehr schnell und ohne Mühe verfolgbar umher, gleichmäßig und häufig in fortgesetzten Kreisbewegungen zum Ausgangspunkt zurückkehrend. Sie ist in faulenden Algenkulturen, namentlich im Anfang der Fäulnis ziemlich häufig und fand sich auch in Menge im Bassin des Gewächshausaquariums. Die seitliche Körperansicht wird durch Abrundung und kurze Zuspitzung des Hinterendes oft etwas verändert, wie aus den Abbildungen der genannten Autoren so wie aus unseren Fig. 25 und 26 zu ersehen ist. Schon Fresenius bemerkte, dass die Vorder- oder Rückenansicht im Verhältnis zur Seitenansicht eine sehr schmale, dass also der Körper von Cyathomonas seitlich stark abgeplattet sei. In der That zeigt das um 90° gedrehte

[1] Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. 1852. p. 173. Taf. XV, Fig. 9.
[2] Abhandl. der Senckenb. Gesellschaft. Bd. II. p. 227. Taf. X, Fig. 42.
[3] Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878. p. 213 f.
[4] Infusionsthiere. III. Taf. II, II (1—6).
[5] Études sur les microzoaires etc. 1874.
[6] Protozoen. p. 844.
[7] A manual of the Infusoria. 1880—82.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Individuum Ansichten, wie sie in Fig. 29 und 30 dargestellt sind. Der Dickendurchmesser übertrifft den Breitendurchmesser um das Zwei- bis Dreifache. Dabei zeigt sich dann auch eine höchst eigenthümliche Ausgestaltung der oberen abgestutzten Kante. Sie verläuft nicht wie die übrigen Flächen des Körpers gleichmäßig, sondern zeigt eine tiefe Aushöhlung, die, an der Rückenseite (der genähert die Cilien inserirt sind) beginnend, sich nach der Bauchseite zieht. Die obere Kante dieser Auskehlung setzt in der Höhe der Rückenseite an und bildet in der seitlichen Ansicht den oberen Rand; die Wölbung der Auskehlung dagegen vertieft sich nach der Bauchseite zu beständig, so dass der Innenraum der Auskehlung von der letzteren aus bis zur Rückenfläche sanft ansteigt, ob bis zu deren oberstem Rande oder etwas unter demselben ansetzend konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden. An dem der Rückenseite nächsten Theil der Seiten der Auskehlung entspringen die Cilien dicht bei einander, etwas unter der oberen Kante. Dabei scheint keine Beständigkeit in Bezug auf die linke oder rechte Seite zu herrschen, wie dies auch in unseren beiden Figuren ausgedrückt ist. Die ganze Gestalt des oberen Körperendes erinnert demnach etwas an Chilomonas, und man kann hier ebenfalls von einer rechten und linken Lippe reden; allerdings sind beide Lippen symmetrisch gebaut. Bei der Kleinheit des Objekts konnte ich genauere Messungen über die Tiefe des Einschnittes nicht anstellen. Der Längendurchmesser der Cyathomonasindividuen betrug nach meinen Messungen ungefähr 16—20 μ, doch kommen hin und wieder auch größere Exemplare vor.

Nach dieser Orientirung über die äußere Ausgestaltung gehen wir zur Betrachtung des feineren Baues über. Das Körperplasma ist im Allgemeinen ein feinkörnig-homogenes, einzeln sind einige größere Körnchen eingestreut, von denen man nicht unterscheiden kann, ob sie Mikrosomen oder aufgenommene Mikrokokken sind. Nach außen wird der gesammte Körper von einer ziemlich breiten hyalinen Hautschicht umgeben, die nur am vorderen Ende häufig dünner wird. Sie zeigt keinerlei Struktur, ist gegen Kalilauge und gegen Schwefelsäure ziemlich resistent. Die beiden letzteren Reagentien bewirken bei längerer Einwirkung allmähliche Quellung und Auflösung. Durch Jod und Karmin wird diese äußere Hautschicht nur sehr wenig gefärbt, etwas intensiver durch Essigsäure-Methylgrünlösung. Sie ist starr und gestattet keinerlei Gestaltveränderung. Selten sah ich an ihrer äußeren Fläche körnige Vorsprünge, möchte diese aber auf anhaftende Fremdkörperchen zurückführen. Von dieser Hautschicht aus dringt nun ein eigenthümliches Balkensystem in das Innere des Körpers hinein, das an lebenden oder in Osmiumsäure getödteten Individuen nur wenig oder gar nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hervortritt, dagegen sofort deutlich wird bei Jodfärbung. Nur selten sah ich Exemplare, in denen auch die letztere dasselbe nur wenig hervortreten ließ. Es durchzieht den Organismus in durchaus unregelmäßiger Weise, bald in Gestalt von einfachen Quer- und Längsleisten, bald als hin- und hergeschlungene Bänder, die mit einander anastomosiren, sich verästeln etc. Ihr Durchmesser ist ungefähr gleich dem der äußeren Hautschicht; sie sind ebenfalls völlig homogen und zeigen das gleiche Verhalten gegen Reagentien. In ihrem Verlauf zeigen die einzelnen Theile dieses Systems oft knotenförmige Auftreibungen und Höcker, seltener sind sie ganz glatt (Fig. 34). Ein sehr häufiger Fall ist es, dass sie den Zellkern ringförmig umrahmen, wie das in Fig. 25 und 26 angedeutet ist. Dabei breitet sich dieses System größtentheils in der unteren Körperhälfte aus, seltener werden Äste in die obere entsandt, noch seltener entspringen solche in derselben. Über die Bedeutung dieser eigenthümlichen, offenbar aus verdichtetem Hyaloplasma bestehenden Stränge weiß ich nichts zu sagen. Sie als ein Aussteifungssystem zu betrachten dürfte bei der Winzigkeit des ganzen Objektes doch wohl zu gewagt sein, zumal bei viel größeren, ebenfalls nackten Flagellaten nichts Ähnliches bekannt ist. Die ersten Male, als ich diese Gebilde beobachtete, glaubte ich es mit Artefacten zu thun zu haben, die durch die Reagentien erzeugt sein konnten. Da sie indessen bei sehr vielen Beobachtungen in der gleichen Weise auftraten und stets auftraten, wurde diese Annahme unmöglich. Da sie vollkommen solid und starr sind, können sie auch nicht als Leitungsorgane irgend welcher Art aufgefasst werden; kurz es sind bis jetzt völlig räthselhafte Dinge, so weit es ihre biologische Bedeutung angeht.

Ein anderer solider Körperbestandtheil der Cyathomonas ist die sogenannte Mundleiste, die ebenfalls seit Fresenius bekannt ist, der sie als ein schwach grünlich gefärbtes Querbändchen beschreibt. Auch alle folgenden Beobachter bezeichnen sie als eine einfache Leiste, die »dem abgestutzten Vorderrand parallel laufend von der kürzeren Seite bis etwa bis zur Basis der Geißel hinzieht«. Die ausführlichsten Angaben über sie macht Bütschli. Sie erscheine als ein aus einer stark lichtbrechenden Substanz bestehender Querstrich, der bei genauerem Zusehen immer unregelmäßig körnelig sei und zuweilen deutlich erkennen lasse, dass er aus einer Anzahl stark lichtbrechender neben einander gereihter Körner bestehe. Alles dies ist, wenn man sich an die Seitenansicht hält, richtig. Die genannte Leiste verläuft alsdann als oft beträchtlich dicker Streifen etwas unterhalb der abgestutzten Kante, so weit unterhalb derselben ungefähr, als die rinnenförmige Auskehlung an Höhe betragen mag. Sie ist dabei länger oder kürzer, oft von der Länge der Zellendicke, bald

wieder kaum halb so lang. Es lässt sich leicht erkennen, dass dieser Streifen gegliedert ist, nicht selten rücken diese Glieder auf beträchtlichere Entfernung aus einander (Fig. 26 und 27). Sie sind entweder kugelig oder kurz cylindrisch mit abgerundeten Enden. Stellt die »Mundleiste« einen einheitlichen Stab dar, so macht sich wenigstens durch Einkerbungen die Grenze der einzelnen Glieder bemerklich (Fig. 25, 28 etc.). Durch Reagentien wird die Mundleiste nur wenig angegriffen, am meisten durch Kalilauge, in der sie ziemlich schnell verquillt. Essigsäure, Schwefelsäure etc. bleiben fast ohne Einwirkung, Farbstoffe werden nicht eingelagert. Durch die Unlöslichkeit in Schwefelsäure unterscheiden sich die Körner dieses Streifens von Paramylum, übrigens konnte ich auch von einer Schichtung nie etwas bemerken, obgleich sie groß genug waren um dies Strukturelement eventuell deutlich hervortreten zu lassen. Sie waren immer völlig homogen, gleich lichtbrechend und ungefärbt. Dasselbe gilt übrigens von den Mundleisten der Monasformen.

In allen Abbildungen hat es den Anschein, als ob diese Mundleiste nicht median im Körper gelegen sei, sondern seitlich, entweder mehr der linken oder rechten Seitenfläche genähert[1]. Bei der Ansicht von oben klärt sich diese Wahrnehmung auf (Fig. 31 und 32). Es zeigt sich da nämlich, dass nicht bloß eine einzige solche Mundleiste vorhanden ist, sondern deren stets zwei, die mit ihren Enden an einander stoßend gegen einander gekrümmt sind, so dass sie stets einen spaltenförmigen Raum zwischen sich einschließen. Die Bauchansicht bestätigt dies, in so fern als am Grunde der Auskehlung sich stets die Querschnitte zweier Mundleisten bemerklich machen, wie es Fig. 29 und 30 zeigen. Wir haben uns demnach die Mundleiste als ein ringförmiges Organ vorzustellen, das sich unter dem Boden der Auskehlung hinzieht oder vielmehr die untersten Seitenränder derselben umschließt. Diese komplicirte Mundeinrichtung, die an die Verhältnisse bei manchen Infusorien erinnert, wird nun begleitet von einer besonderen Differenzirung des direkt unter ihr liegenden Körperplasmas. Wie oben erwähnt, ist das letztere im Allgemeinen ein gleichmäßig feinkörniges. Unter dem Mundring aber macht sich in ihm eine Partie bemerklich, die, abgesehen davon, dass sie fast gar keine Körner enthält, sich auch durch schwächere Lichtbrechung auszeichnet und unregelmäßig kegelförmig sich unter dem Mundring ausbreitet. Man kann sie gewissermaßen als einen

[1] Die Orientirung von Cyathomonas ist offenbar die, dass man als Rückenseite diejenige schmale Seite bezeichnet, der zunächst die Cilien inserirt sind, danach richten sich die anderen Bezeichnungen. Warum Stein die Seitenflächen Bauch- und Rückenseite nennt, ist mir nicht klar geworden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

breiten unregelmäßig endigenden Blindsack auffassen. Sie ist oft so weich und durchsichtig, dass man glauben könnte eine Schlundhöhlung vor sich zu haben (Fig. 25, 26, 30 und 35). Gegen das Körperplasma ist sie ziemlich scharf abgesetzt, jedoch nicht so, dass nicht ein Übergang zwischen beiden stattfände. Durch dieses weiche Plasma wird die Nahrung aufgenommen und zwar mit Hilfe der Cilienbewegung. Die Cilien sitzen, wie schon oben bemerkt, rechts oder links am rückwärts gelegenen Walle der Auskehlung. Sie sind sehr dick und desshalb auch schon lange wahrgenommen. Schon Perty glaubte sie erkannt zu haben. Über ihre Struktur ist wenig zu sagen. Sie sind durchaus gleich dick, höchstens an der Insertionsstelle etwas angeschwollen, und schlagen stets mit ziemlicher Energie von oben über die abgestutzte Endfläche hin. Dadurch werden kleine Nahrungskörper, Kokken, Bacillen, ja sogar kleine grüne Algenzellen, wie schon Stein beobachtete, in die Auskehlung geschleudert und direkt in das weiche Mundplasma hinein. Dass sie dabei wohl sicher durch den Mundring hindurch dringen, dürfte anzunehmen sein. In dem Mundplasma werden sie hin und her geschoben, bis sie endlich, in kleine Vacuolen eingeschlossen, in den hinteren Körpertheil transportirt werden. Der letztere ist häufig mit solchen Nahrungsvacuolen dicht durchsetzt, durch die kleinen Vacuolen in meinen Zeichnungen habe ich diese angedeutet. Wie die unverdauten Reste, die Ingesta, ausgestoßen werden, habe ich nicht beobachtet, glaube jedoch, dass dies ebenfalls durch den Mundring hindurch geschieht, die äußere Cuticularschicht scheint mir zu widerstandsfähig für diesen Process zu sein. Die Nahrungsvacuolen werden im Körper von einer Stelle zur anderen gedrängt und verändern so fortwährend ihre Lage. Dass sie dabei wieder in den oberen Körpertheil gelangen, ist sehr wahrscheinlich.

Außer den Nahrungsvacuolen weist Cyathomonas stets noch eine große kontraktile Vacuole auf, die in der oberen Körperhälfte der Bauchseite genähert liegt. Häufig liegt sie dicht unter dem Mundring. Ihre Kontraktionen folgen sehr schnell auf einander und findet dabei die Entleerung stets in das weiche Mundplasma hinein statt, nicht nach der äußeren Wandung hin. Ich zählte in einer Minute häufig drei bis vier Kontraktionen. — Eine eigenthümliche Beobachtung muss ich hier noch anfügen, die ich bei Cyathomonas häufig, gelegentlich auch bei Peranema trichophorum machte. Es wird nämlich von Zeit zu Zeit der ganze Mundring ausgestoßen, ohne dass eine Spur von ihm zurückbleibt. Allerdings geschah dies immer nur unter dem Deckglas und könnte sehr leicht eine Folge der abnormen Bedingungen sein, denen die Organismen hier ausgesetzt sind. Indessen sah ich auch häufig Individuen, die ganz

frisch herausgeschöpft waren, völlig ohne Mundring und wieder andere, bei denen er sehr dünn und unscheinbar war, gleichsam als wäre er noch in der Bildung begriffen. Weitere Beobachtungen werden diese Erscheinung aufzuklären haben.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung des letzten geformten Inhaltsbestandtheils von Cyathomonas über, zum Zellkern. Wie bekannt liegt derselbe an der Lang-(Rücken-)seite ungefähr in der Mitte der Körperhöhe. Er ist sehr groß und erscheint am lebenden Individuum als eine helle runde Zone mit dunklerer Mitte. Getödtet und gefärbt zeigt er folgenden Bau (Fig. 36 und 37). Zu äußerst ist sehr deutlich wahrnehmbar eine Kernmembran, die sich ziemlich stark tingirt und einen homogenen nur schwach röthlich gefärbten Kernsaft umschließt. Nur selten erscheint der letztere völlig homogen und gleichartig (Fig. 37 *b*), meistens enthält er neben einem großen Binnenkörper punktförmige Chromatinelemente. Der Binnenkörper (Nucleolus?) ist ziemlich groß, rund und lässt meistens keinerlei feinere Struktur erkennen. Hin und wieder, wie in Fig. 37 *b*, scheint er aus mehreren größeren Körnchen zusammengesetzt zu sein. Um ihn herum sind nun, ihn gleichsam als Attraktionscentrum benutzend, die Chromatinkörperchen angelagert, immer nur punktförmig erscheinend und keinerlei fädige oder netzige Ausbildung erkennen lassend. Die strahlige Anordnung dieser Körnchen, wie sie Gruber (l. c.) für Amoeba verrucosa angiebt, fehlt hier sicher am fertigen Kerne. Sie tritt dagegen sofort auf, wenn die Vorbereitungen zur Theilung eintreten. Die letzteren beginnen mit einer leichten Streckung des Binnenkörpers, der bald eine Einschnürung senkrecht zur Achse der Streckung folgt (Fig. 38 *a*, *b*). Die Chromatinkörnchen ordnen sich dabei an den beiden Polen an und zwar jetzt in kurzen Reihen, die vom Binnenkörper abstehen, wie ungefähr Eisenfeilspäne von den Polen eines Magnets. Mit zunehmender Einschnürung rücken sie ganz um die sekundären Binnenkörper herum (Fig. 38 *c*). Ungefähr parallel mit diesem Vorgang läuft auch die Längsstreckung der Kernmembran und des Kernsaftes, der dann die Einschnürung folgt, die in gewöhnlicher Weise zur Bildung der zwei Tochterkerne führt (Fig. 38). In den Theilkernen verliert sich die radiale Anordnung der körnigen Chromatinelemente bald wieder, die Kerne haben schnell wieder das gewöhnliche Aussehen. — Es ist mir wahrscheinlich, dass dieser Bau des Kernes, wie es ja schon lange von vielen Rhizopoden, Heliozoen etc. bekannt ist, auch den meisten Flagellaten zukommt, und auch die Vorgänge der Kerntheilung werden sich ähnlich verhalten. Ich fand ganz gleiche Verhältnisse bei Chilomonas Paramaecium, verschiedenen Monasformen, bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Cryptomonas und anderen. Eine komplicirtere Struktur werden wir bei Codosiga kennen lernen.

Wie bei vielen anderen Flagellaten findet die Kerntheilung auch hier vor der Theilung des ganzen Organismus statt. In Fig. 35 ist ein Theilungsstadium dargestellt, wie es am häufigsten angetroffen wird, und das auch ungefähr den Abbildungen von Stein entspricht. Man sieht, dass die Kerntheilung schon ziemlich weit vorgeschritten ist (die Zeichnung ist nach dem lebenden Individuum gemacht und desshalb Chromatinkörperchen und Balkengerüst nicht sichtbar). Der Körper hat sich bedeutend in die Dicke gezogen und eine ungefähr symmetrische Form angenommen. Diesem Dickenwachsthum ist der Mundring gefolgt, weniger das Mundplasma; die kontraktile Vacuole ist noch nicht verdoppelt, eben so auch noch keine Einschnürung bemerklich. Dagegen hat sich auf dem neugebildeten Rückenvorsprung (rechts) ein zweites Cilienpaar entwickelt, das sich dem ersten entgegengekrümmt und gleich ihm in lebhafter Bewegung ist. Nahrungsvacuolen sind noch vorhanden. Beim weiteren Verlauf der Theilung werden indessen die Ingesta ausgestoßen, so dass im jungen Exemplar davon nichts zu bemerken ist. Fig. 33 stellt den oberen Theil einer Cyathomonas dar nach der oben erwähnten Ausstoßung des Mundringes.

Chilomonas Paramaecium Ehrbg.

(Fig. 39—57.)

Chilomonas ist eine der häufigsten und längst bekannten Flagellatenformen. Schon Ehrenberg[1] und Perty[2] gaben recht gute Schilderungen und Abbildungen derselben und Schneider[3] drang sogar schon in ziemlich feine Details ein. Unsere Kenntnisse wurden sodann namentlich durch Bütschli[4] vervollständigt, dem sich Kent[5] und Künstler[6] anschlossen. Indessen auch hier sind noch manche Lücken auszufüllen, wie die nachfolgenden Zeilen zeigen mögen. Zumal sind es die eigenthümlichen Vorstellungen und Behauptungen, die Künstler über verschiedene Punkte des Körperbaues von Chilomonas und Cryptomonas veröffentlicht hat, die einer eingehenden Prüfung bedürftig sind.

Was zunächst die äußere Körpergestaltung betrifft, so verweise ich auf die vielfachen Beschreibungen und Abbildungen bei den eben

[1] l. c. p. 30. Taf II, Fig. 5.
[2] l. c. p. 162. Taf. XI, Fig. 1.
[3] Archiv f. Anat. und Physiol. 1854. p. 199 f.
[4] Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878. p. 242.
[5] A manual of the infusoria.
[6] Bull. soc. zool. de France 1882. Compt. rend. p. 91 und 93.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

genannten Autoren. Zur Orientirung mögen auch die Figuren 39—43 dienen. Ich bemerke nur noch, dass ich im Folgenden immer nur die farblose Chilomonasform im Auge habe; die gelegentlichen Beobachtungen, die ich an gefärbten Exemplaren (Cryptomonas) machen konnte, werde ich besonders hervorheben. Die beiden Cilien, deren Insertion Bütschli[1] richtig angiebt (vgl. Fig. 43), sind die einzigen Organe von Chilomonas, über deren Bau ich einigermaßen in Übereinstimmung mit Künstler (Bull. etc. p. 20 f.) kommen konnte. Sie sind ziemlich derb und lang, übrigens ebenfalls in ihrer ganzen Länge gleich dick. In der Ruhelage, welche übrigens unsere Flagellate ziemlich häufig und oft auf längere Zeit einnimmt, sind sie sehr verschieden gerichtet; zwar sah auch ich häufig die von Bütschli gezeichnete Stellung, indessen eben so oft beliebig variirende. Meine Zeichnungen stellen einige solcher Fälle dar. Von einer »enveloppe«, wie sie Künstler beschreibt, so wie von einem »bourrelet charnu«, dem sie aufsitzen sollen, vermochte ich selbst bei den stärksten Vergrößerungen nichts wahrzunehmen. Dagegen trat mir einige Male die in Fig. 57 dargestellte Struktur entgegen. Immer waren das in Osmiumsäure getödtete Exemplare. Man sah hier ganz deutlich ein Abwechseln sehr kurzer hyaliner mit eben solchen dunkel erscheinenden Stäbchen oder Körnchen, oder auch, wenn man will, ein fein- und dichtknotiges Gefüge. Ob diese Struktur der Ausdruck des natürlichen Zustandes ist, oder nicht vielmehr als durch die Präparation hervorgebracht aufgefasst werden muss, lasse ich dahingestellt, möchte mich aber für das Letztere entscheiden. Jedenfalls dürfte diese Beobachtung dazu dienen können, zur Beurtheilung des Künstler'schen Vergleiches mit einer quergestreiften Muskelfaser beizutragen.

Die Umkleidung des Chilomonaskörpers besteht aus einer mäßig dicken hyalinen Schicht, die sich mit Jod wenig färbt und auch sonst wenig für Farbstoffe einlagerungsfähig ist. Sie umzieht vollkommen gleichförmig den ganzen Körper und dürfte nur an den gebogenen Rändern der Lippen etwas dünner werden. In Kalilauge und Schwefelsäure verquillt sie allmählich. Übrigens ist sie bedeutend konsistenter und auch elastischer, als Bütschli anzunehmen scheint. Behandelt man Chilomonasindividuen längere Zeit mit starker Osmiumsäurelösung (1%), so sieht man wie diese Schicht ausgebaucht wird, oft zu einer Blase, die dem Körpervolum an Ausdehnung ungefähr gleich kommt. Bei vorsichtigem Ausspülen wird sie dann wieder eingezogen und kehrt ungefähr in die normalen Verhältnisse zurück. Bei absterbenden Individuen verquillt sie schnell und dürfte darauf Bütschli's Auffassung sich

[1] Protozoen. Taf. XLV, Fig. 96.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gründen. Von irgend welcher Schichtung oder sonstiger Struktur, die mit Künstler's Angaben sich decken könnte, habe ich nie etwas gemerkt, obwohl ich hierauf meine besondere Aufmerksamkeit richtete. Bei den wenigen gefärbten Individuen, die ich beobachtete, ließen eventuell die Chromatophoren eine Schichtung vermuthen. An der äußeren Schicht selbst war aber auch hier nichts darauf Hindeutendes wahrzunehmen. An diese Cuticularschicht stößt vielmehr direkt das Leibesplasma, das als eine feinkörnige, wenige gröbere Körnchen enthaltende Masse erscheint. Bei den meisten Individuen ist demselben eine große Menge großer Körner eingelagert, deren Stärkenatur schon Schneider erkannte. Oft scheinen dieselben völlig unregelmäßig zerstreut zu sein, oft liegen sie so dicht bei einander, dass sie den ganzen Körper undurchsichtig machen (Fig. 39—41). Meistens jedoch sind sie in einer peripherischen Schicht angeordnet, nicht selten sind die gegenüber liegenden Wände durch Querreihen verbunden (Fig. 44). Bei der neuerlichen Kontroverse über die Entstehung und den Ort der Entstehung der Paramylumkörner anderer Flagellaten und Algen, die namentlich zwischen Klebs und Schmitz besteht, war es für mich von besonderem Interesse über die Entstehung dieser Chilomonasstärkekörner ins Klare zu kommen, denn dass sie nicht gut als Nahrung aufgenommen werden konnten, war anzunehmen. Mit sehr starken Vergrößerungen und an solchen Individuen, die weniger dicht mit Stärke erfüllt waren, bin ich denn auch zum Ziel gekommen und habe mich überzeugt, dass der Modus ihrer Bildung völlig mit dem bei höheren Pflanzen übereinstimmt. — Färbt man schwach mit Jod, so bemerkt man unter den angegebenen Bedingungen, dass an jedem Stärkekörnchen ein dunkler gelb gefärbtes kleines Körperchen ansitzt, Körperchen, die man ohne Weiteres als Stärkebildner bezeichnen kann. Die Stärkekörner selbst sind meistens etwa rektangulär-prismatisch mit stark abgerundeten Kanten und Ecken. Deutliche Schichtung ist an ihnen leicht zu beobachten [1]. Sie sitzen an den abgeflachten Stärkebildnern meist mit einer Breitseite an. Die Stärkebildner (Amyloplasten) gleichen völlig denen, die von Schimper, Meyer etc. in neuerer Zeit beschrieben sind; von dem Körperplasma zeichnen sie sich durch größere Dichtigkeit und stärkere Tinktionsfähigkeit deutlich ab, körnige Elemente scheinen sie nicht zu enthalten (Fig. 54 und 56). Dass aber an diesen Stärkebildnern die Stärkekörner auch wirklich entstehen, kann man an Individuen leicht nachweisen, die man hat aushungern lassen (durch Vertheilen einer kleinen Infusionsmenge zum Beispiel in einer größeren Quantität reinen Wassers oder

[1] Theilungen, wie sie Künstler abbildet, habe ich nicht gesehen. Auch sind die Körner nicht abgeplattet, wie er angiebt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf andere Weise). In ihnen sind die Stärkekörner verschwunden und an deren Stelle findet sich eine peripherische Schicht von Stärkebildnern vor (Fig. 52). Häufig sind an den letzteren schon wieder ganz kleine Amylumkörnchen sichtbar, die dann in kurzer Zeit zur normalen Größe heranwachsen (Fig. 55). Theilung der Stärkebildner habe ich nicht beobachtet, jedoch deuten die Vorgänge bei der Cystenkeimung darauf hin, dass sie wie anderswo so auch hier stets stattfindet.

Die soeben gekennzeichneten Verhältnisse sind von weittragender Bedeutung. Außer den Chromatophoren und den Paramylumgebilden mit Zubehör waren bisher besondere Protoplasten bei den Flagellaten nicht bekannt, wenn nicht noch die sogenannten Augenflecke als besondere Form betrachtet werden sollen. Dass jetzt diese Amyloplasten nachgewiesen sind, ist nicht nur für sich interessant, sondern namentlich mit Hinblick auf verwandtschaftliche Beziehungen zu höheren Organismen. Jedoch darauf hier näher einzugehen würde zu weit führen.

Der Zellkern der Chilomonaszelle entspricht, wie schon oben gelegentlich erwähnt, dem sogenannten bläschenförmigen Typus. Er liegt in der unteren Körperhälfte und ist von ziemlich beträchtlicher Größe, desshalb auch schon seit lange gesehen. Seine Kernmembran ist ziemlich dick, und da sie sich mit Karmin tief roth färbt, dürfte ihr vielleicht eine dünne Kernrindenschicht angelagert sein. Im Kernsaft um das große Binnenkörperchen herum finden sich gleichfalls kleine körnige Chromatinelemente unregelmäßig zerstreut. Theilungsstadien habe ich in ausgedehnterem Maße nicht zu Gesicht bekommen können. Was ich indessen gesehen, deutet darauf hin, dass sich diese Processe hier ganz abspielen in der bei Cyathomonas beschriebenen Art und Weise. In Fig. 45 ist ein Individuum dargestellt, in dem die Theilung schon vollendet war, ohne dass sonst Andeutungen einer Theilung am Körper zu bemerken waren. Ich bemerke dies besonders mit Bezug auf die Steinschen Zeichnungen[1], nach denen beide Vorgänge neben einander parallel herzugehen scheinen. Bütschli's Darstellung stimmt mit meinen Beobachtungen gut überein.

Wenden wir uns jetzt der Betrachtung des sogenannten Schlundes zu. Auch hier kann ich im Wesentlichen nur bestätigen, was namentlich Bütschli in seinen verschiedenen Publikationen angegeben hat. Zwischen der rechten und linken Lippe, etwas mehr der letzteren genähert, öffnet sich die weite Mundöffnung. Stein giebt ein sogenanntes Peristom an, das sich an dieser Seite am Körper rinnenförmig herunterziehen und erst an seinem basalen Ende die eigentliche Mundöffnung

[1] Infusionsthiere. III. Taf. XIX, Fig. 16 und 17.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tragen soll. Er ist offenbar durch die etwas laterale Lage des ganzen Schlundapparates getäuscht worden. An die Mundöffnung schließt sich sodann der Schlund an, der bei verschiedenen Individuen verschieden lang sein kann, im günstigsten Falle bis in die Mitte des Körpers hinabreicht. Er stellt im Ganzen genommen ein cylindrisches Rohr vor, ist ziemlich überall gleich weit und endigt blind im Körperplasma. Er besteht, was ich nirgends deutlich hervorgehoben finde, aus zwei Abschnitten. Beide sind ungefähr gleich lang, häufig sogar der obere etwas länger als der untere. Dieser obere Theil läuft meist in etwas gegen die Rückenseite schiefer Richtung, so dass er mit dem unteren einen kleinen Winkel bildet (Fig. 44 und 45). Er erscheint einfach als ein heller Streifen ohne irgend scharfe Begrenzung der Seitenwände. Der untere, etwas sackförmig erweiterte Theil dagegen hat dunkel und etwas verdickt aussehende Seitenwände, die sich mit Jod und Karmin sehr intensiv färben. Bei ganz genauer Einstellung sieht man, dass denselben eine große Menge kleiner Körnchen eingelagert sind, die ich allerdings nie so regelmäßig geordnet antraf, wie Bütschli dies abbildet. Sie liegen in mehreren Schichten unregelmäßig über einander und bedingen eben dadurch die dunkle Färbung. Auch sind sie es, die den Farbstoff so stark aufnehmen. Stäbchen, wie sie Strasburger[1] in der Schlundwandung von Cryptomonas curvata gesehen hat, kommen hier sicher nicht vor. Querstreifungen und sonstige reguläre Struktur habe ich nicht gesehen. Eben so wenig konnte ich aber die Künstler'schen[2] Angaben über den Bau des Schlundes bestätigen. Nach ihm soll in der Wandung desselben eine Menge kleiner, sich mit Farbstoff stark färbender Vacuolen eingelagert finden, in deren jeder ein Stärkekörnchen zur Ausbildung komme. Schon Bütschli hat gegen diese letztere Behauptung mit Recht eingewendet, dass man mit Jod nie eine Blaufärbung der Schlundwandung wahrnehme. Aber auch die übrigen Angaben lassen sich weder durch Beobachtungen an lebenden, noch an in Osmiumsäure getödteten und gefärbten Individuen nachweisen. Die Körnchen sind direkt dem etwas dichteren Wandplasma eingelagert und sie allein sind es, die durch ihre unregelmäßige Lagerung die dunklere Farbe desselben bedingen. Übrigens verschwindet der ganze Schlundapparat beim natürlichen Absterben des Organismus, wodurch eben angedeutet wird, dass er nur aus einer besonderen Plasmamodifikation gebildet ist.

Künstler (l. c.) will bei Chilomonas, allerdings nur bei der gefärbten Form, einen After rückenwärts am hinteren Körperende gelegen

[1] Nach Bütschli, Protozoen. p. 705. [2] l. c. p. 35.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

beobachtet haben, und nicht nur das, sondern auch einen Darm, der sich vom hinteren Ende des Schlundes (seines »Magens«) durch den Körper nach dem After hinziehen soll. Bütschli hat schon versucht, diese Angabe darauf zurückzuführen, dass Künstler »sich verleiten ließ, den hellen ungefärbten schmalen Zwischenraum, welcher zwischen den beiden Endochromplatten hervortritt, für einen Darm zu halten«. Nach den wenigen Erfahrungen, die ich über die gefärbte Chilomonasform habe, kann ich diese Erklärung nur als zutreffend bezeichnen. Was den After anbetrifft, so habe ich weder überhaupt etwas Derartiges entdecken können, noch besonders an der Stelle, die Künstler in seinen Zeichnungen als solchen bezeichnet. Ich muss auch diese Angabe entschieden zurückweisen.

Was nun die Nahrungsaufnahme von Chilomonas betrifft, so habe ich direkte Beobachtungen nie machen können. Ich glaube mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen, dass unsere Form keine feste Nahrung aufnimmt, trotz der gegentheiligen Angaben Künstler's. Weder habe ich im Körper jemals Nahrungsvacuolen angetroffen, noch sonst Körper, die auf dergleichen deuteten. Die Ernährung durch Aufnahme flüssiger Nahrung wird noch dadurch bestätigt, dass in solchen Flüssigkeiten, die wenig gelöste organische Substanz enthalten, die Individuen ihre Stärkekörner verlieren, also aufzehren, um sie erst unter günstigeren Bedingungen gewissermaßen als Reservestoffe wieder zu bilden, wie das schon oben beschrieben wurde. Im Schlund habe ich nie fremde Körper wahrgenommen, viel weniger jemals eine Ausscheidung fester Massen gesehen; ich bemerke noch dazu, dass ich häufig einzelne Individuen im hängenden Tropfen tagelang verfolgte, in welcher Zeit sie also sicher hätten »fressen« müssen, wenn dies der normale Vorgang der Nahrungsaufnahme gewesen wäre.

Die kontraktile Vacuole liegt, wie dies schon lange bekannt ist, im vorderen Körperabschnitte, meist in dem dorsalen Vorsprung desselben (Fig. 44, 45, 52). Sie ist ziemlich schwer wahrzunehmen, wozu noch kommt, dass sie häufig durch Stärkekörner verdeckt ist. Auch ihre Kontraktionen sind schwer zu beobachten, weil sie in sehr großen Zwischenräumen und sehr langsam geschehen. Ihre Entleerung geschieht in die obere Schlundpartie hinein, nicht nach außen hin. Auch hier hat Künstler[1] wieder eigenthümliche Strukturen sehen wollen, eine ziemlich dicke Vacuolenwand, die wie die Schlundwand mit winzig kleinen Vacuolen durchsetzt sein sollte etc. Von der kontraktilen Vacuole aus sollten feine, zum Theil sich verzweigende Kanäle ausstrahlen, wie

[1] l. c. p. 40 f.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dies neuerdings bei einigen Infusorien in der That konstatirt ist. Bei Chilomonas ist indessen weder von dem einen noch dem anderen etwas aufzufinden, die kontraktile Vacuole hat durchaus keine selbständige Wand und außer der Entleerung nach dem Schlund hin habe ich keine Erweiterung oder Verzweigung wahrgenommen.

Unter bestimmten Bedingungen, die ich aber nicht genauer formuliren kann, geht Chilomonas in den Cystenzustand über. Zwar hat schon Bütschli[1] die Cyste abgebildet, indessen dürften genauere Angaben über die Bildung derselben und über ihre Keimung nicht unerwünscht sein. Zur Bildung der Cyste verliert das Chilomonasindividuum zunächst die Cilien. Ob dieselben abgeworfen oder eingezogen wurden, war nicht sicher zu entscheiden. Auch der Schlund verschwindet und der ganze Körper beginnt sich etwas zusammenzuziehen. Die Unregelmäßigkeit der Lippenbildung nimmt ab und die Gestalt wird eine ungefähr abgeplattet-eiförmige (Fig. 46). Dabei scheint die hyaline Cuticulaschicht etwas dicker und ihre äußerste Lamelle etwas dichter zu werden. Die Stärkekörner sind unregelmäßig durch die ganze Masse zerstreut und bewirken ein dunkleres Aussehen derselben. Im nächsten Stadium (Fig. 47) zeigt sich der Körper zu einer Kugel abgerundet, jene äußerste Lamelle der Cuticularschicht hebt sich durch etwas bräunliche Färbung und stärkere Lichtbrechung deutlich ab. Bald beginnt eine Kontraktion der gesammten centralen Masse mit Ausnahme dieser Lamelle, die sich von ihr ablöst und als lose Hülle dieselbe umschließt. Diese Hülle fällt im weiteren Verlauf der Cystenbildung etwas zusammen und macht den Eindruck einer starren, faltigen Membran. Mit Reagentien habe ich sie nicht behandelt. Die centrale Masse umgiebt sich indessen mit einer derben braunen Membran, ihr Inhalt, in dem die Stärkekörner bei Weitem an Masse vorwiegen, färbt sich ebenfalls bräunlich, die Cyste ist damit völlig ausgebildet und kann nun wahrscheinlich längere Zeit ruhen. Die äußere faltige Membran oder Hülle wird bald zerstört, seltener scheint sie erhalten zu bleiben. Man findet diese Cysten nicht selten am Grunde alter Infusionen, namentlich solcher, die längere Zeit dunkel gehalten wurden oder doch nur schwach beleuchtet waren. Ihre Zugehörigkeit zu Chilomonas erweist sich stets durch die Menge von Stärkekörnern, die sie enthalten. Der Kern lässt sich in ihnen nicht erkennen. Nach Analogie der von Strasburger untersuchten Cryptomonasform[2] nehme ich an, dass die Cystenmembran aus Cellulose besteht (Fig. 48 und 49). Irgend welche Schichtung in derselben oder Umhüllung durch Gallertscheiden findet sich nicht. Ob die Cystenmembran

[1] Protozoen. Taf. XLV, Fig. 9 *c*.

[2] Vgl. Bütschli, l. c. p. 796.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

durch Umwandlung der Cuticularschicht oder durch Ausscheidung zu Stande kommt, dürfte sich schwer feststellen lassen. Für die erstere Annahme würde der Umstand vielleicht sprechen, dass hin und wieder einzelne peripherisch gelegene Stärkekörner kleine Einbuchtungen oder dünnere Stellen in der Membran hervorbringen, die bei einer Ausscheidung sich wahrscheinlich nicht gebildet hätten. Der Raum zwischen der Cyste (Spore) und der faltigen äußeren Membran ist mit Wasser erfüllt, nicht wie hin und wieder angegeben wird mit Luft.

Die Keimung der Cysten kann man durch Übertragung in frisches Wasser leicht hervorrufen. Die ersten Andeutungen derselben zeigen sich durch Hellerwerden der Inhaltsmasse und darin, dass die Stärkekörner an die Peripherie geschoben werden, um hier eine einschichtige Lage zu bilden. Dabei wird dann der Zellkern wieder deutlich. Bald sieht man auch, wie unter der Cystenhaut eine Cuticularschicht sich deutlich absondert, statt des einen Zellkerns werden zwei wahrgenommen, und eine feine Furche, die über die Fläche der Cyste in einem größten Kreise hinzieht, deutet an, dass eine Theilung des Inhaltes stattfindet. Die Furche nimmt an Tiefe zu, bis endlich die Einschnürung vollständig geworden ist (Fig. 50). Durch Wasseraufnahme erfolgt sodann die Sprengung der Cystenhaut und die beiden Theilkörper werden frei um sofort als kleine Chilomonasindividuen davonzuschwimmen. Ihre äußere Gestalt passt sich schnell der gewöhnlichen Körperform an (Fig. 51), meist bleiben sie noch eine Zeit lang breiter als die normalen Exemplare. Die Mundöffnung ist zunächst nur durch einen hyalinen Plasmafleck angedeutet, vertieft sich aber schnell zum Schlund mit seiner oben beschriebenen Struktur. Leider konnte ich die Details dieses Vorganges, wegen Mangel an günstigem Material nicht genauer verfolgen.

Am Schluss der Darstellung möge eine kurze Zusammenfassung gestattet sein. Der Bau von Chilomonas schließt sich unmittelbar an den von anderen Flagellaten bekannten an. Es ist eine Form, die von flüssiger Nahrung lebt, deren sogenannter Schlund zwar komplicirt gebaut ist, aber feste Körper jedenfalls nicht aufnimmt. Auffällig ist, dass die Keimung des Cystenzustandes so sehr von den Verhältnissen abweicht, die Cienkowski[1] von verwandten Organismen (Cryptomonas ovata) beschrieben hat, von jener eigenthümlichen Theilungsform, deren palmellenähnliches Verhalten nicht zu bestreiten ist. Im Grunde genommen ist aber das auch eine Ursache mehr die hohe Bedeutung der Flagellaten für Aufdeckung verwandtschaftlicher Verhältnisse allgemeinerer

[1] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VI. p. 424 f.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Natur in vollem Maße anzuerkennen. Was die vielfach berührten Angaben von Künstler betrifft, die so eigenthümliche Bauverhältnisse herauszustellen schienen, so ist für sie im Ganzen mit nicht zu großen Schwierigkeiten die völlige Unhaltbarkeit nachgewiesen. Höchstens könnten im Cilienaufbau Anklänge an weitergehende Differenzirung gefunden werden.

Codosiga Botrytis Ehrbg.

(Fig. 58—78.)

Die Choanoflagellaten (Discostomata Kent), zu denen die in der Überschrift genannte Form gehört, sind durch die von Clark und Kent angeregte Hypothese eines Zusammenhanges mit den Spongien heut zu Tage in den Vordergrund des Interesses gerückt worden. Es liegt mir hier völlig fern auf diese Frage irgend wie einzugehen; auch ist es mir unmöglich gewesen, mir das dazu nöthige litterarische Material, namentlich die neueren Arbeiten von Kent in der gewünschten Vollständigkeit zu verschaffen. Dennoch dürften eingehendere und genauere Notizen über die Organisation wenn auch nur einer Form dieser Gruppe zur Aufhellung der Frage beitragen können. Codosiga Botrytis darf wohl als die verbreitetste Kragenmonade bezeichnet werden. Ich fand sie in Infusionen und im Wasser des Gewächshausaquariums stets in großer Menge. Wie schon Bütschli bemerkte, hält sie es in den Infusionen bis zu einem ziemlichen Grad der Fäulnis aus. Es darf wohl als sicher angenommen werden, dass die Ehrenberg'sche[1] Epistylis Botrytis mit unserer Form identisch ist. Unter dem Bory de Vincent'schen Namen Anthophysis solitaria beschrieb sie deutlich identificirbar Fresenius[2]. Ihre eingehendere Kenntnis verdanken wir sodann dem trefflichen James Clark[3], vervollständigt wurde dieselbe durch Bütschli[4], Stein und Kent[5]. Mit Hinweis auf diese Autoren kann hier auf eingehendere Besprechung der gröberen morphologischen Verhältnisse verzichtet werden, auch möge dort die weitere Litteratur nachgesehen werden. Wie aus derselben ersichtlich ist, bestehen noch immer Kontroversen über wichtige Punkte der Gesammtorganisation. Die Verhältnisse der Kerntheilung sind noch gar nicht studirt, auch die Theilung des Körpers bietet noch manche dunkle Stelle. Eben so verdienten die Art und

[1] l. c. p. 284. Taf. XXVII, Fig. 4.

[2] l. c. p. 233. Taf. X, Fig. 29 und 30.

[3] Ann. and Magaz. of nat. hist. 4 Ser. Vol. I. 1868. p. 191—199. Taf. V.

[4] Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878. p. 222 f. Taf. XI.

[5] The monthly microscop. journ. VI. p. 261 f., Ann. and Mag. of nat. hist. 5. Ser. Vol. I. p. 4 ff., auch in: Manual of the infusoria.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Weise der Nahrungsaufnahme, die Bildung der kontraktilen Vacuolen etc. eine erneute Prüfung.

Die Hautschicht, mit welcher der Körper von Codosiga umkleidet ist, ist äußerst dünn und sehr weich[1]. Bacillen und andere fremde Gegenstände haften ihr mit Leichtigkeit an. Dennoch ist sie fest genug, um jede Metabolie des Körpers zu verhindern. Sie geht nach unten hin über in den Stiel, der bei den einzelnen Individuen sehr verschieden lang sein kann. Meistens ist er an den isolirt sitzenden Flagellaten nur kurz, an seinem Befestigungspunkt in eine kleine Scheibe verbreitert (Fig. 58 etc.). Bei mehrzähligen Kolonien wird er ziemlich lang. Immer erscheint er völlig hyalin und durchsichtig, mit Jod färbt er sich nur wenig. Bütschli beschreibt ihn als röhrenartig, dunklere Wände und eine helle homogene Centralmasse aufweisend. Ich habe diese Struktur nicht wahrnehmen können, ohne ihr Vorhandensein bezweifeln zu wollen. In Bütschli's Abbildungen tritt ferner ein auffälliger Gegensatz hervor bezüglich der Hauptstiele einer Kolonie und der Stiele der Einzelindividuen, in so fern als die letzteren von den ersteren scharf abgesetzt erscheinen und von ihnen an Dicke mehrfach übertroffen werden. Ich habe stets einen allmählichen Übergang beider in einander gesehen, was sich auch durch die Art und Weise der Längstheilung der Individuen als wahrscheinlich ergiebt, und mit dieser Beobachtung stimmen die Abbildungen Stein's und Anderer überein. Wie das Längenwachsthum vor sich geht, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, indessen scheint, wie in anderen Fällen (Anthophysa etc.), dasselbe gewissermaßen in einer andauernden Ausscheidung vom Hinterende des Körpers aus zu bestehen. Sicher ist jedenfalls, dass die Hautschicht des letzteren direkt in den Stiel übergeht, und dass man hin und wieder deutlich das granulirte Leibesplasma etwas in den Stiel eintreten sieht (Fig. 63). Daraus dürfte sich gleichzeitig ergeben, dass das Innere des Stieles nicht hohl ist.

Nach oben hin leitet die Hautschicht in den bekannten, sogenannten Membrantrichter über, der in seiner Formenmannigfaltigkeit schon so oft beschrieben ist. Ich muss gestehen, dass ich ihn als geschlossenen Trichter nur selten zu Gesicht bekommen habe; ich habe desshalb, wie Bütschli, in meinen Zeichnungen immer nur die seitlichen Grenzlinien angedeutet. Wie Clark konnte auch ich mit Leichtigkeit den Gestaltwechsel desselben an ein und demselben Individuum konstatiren. Nicht nur veränderte sich seine obere Weite sehr schnell, sondern auch in der

[1] Wie auch Bütschli (Protozoen in der Figurenerklärung) angiebt, sind die Individuen außerdem häufig noch mit einer dünnen Gallertschicht umkleidet, die ich in meinen Zeichnungen nicht angedeutet habe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Höhe traten kurz nach einander wesentliche Differenzen ein, die bis zu einem völligen Schwinden führen konnten. Wie diese Verkleinerung vor sich geht, ist nicht ganz klar, da doch zu erwarten wäre, dass bei einem Einziehen mindestens eine geringe wulstförmige Erhebung sich rings um den Körper bilden müsste. Aber nichts dergleichen war zu sehen, wie keine Verschiebung oder Strömung. Die Substanz, aus der der Kragen besteht, deckt sich völlig mit der Hautschicht des Körpers; Farbstoffe werden nur in geringem Grade aufgenommen. Es schien mir übrigens, als ob bei ruhigen Individuen die Größe des Kragens geringer wäre, als bei lebhafter sich bewegenden. Kent will in demselben eine eigenthümliche Strömung wahrgenommen haben. Er beschreibt das (l. c.) folgendermaßen: »In this structure (of the collar) a circulating stream was constantly in motion, ascending on the outside and descending on the inside, and identical in allways with those circulating sarcode-streams characteristic of the extended pseudopodia of certain Radiolaria«. Trotzdem ich nach seiner Anweisung feine Karminpartikelchen im Wasser vertheilte, konnte ich von jenen Bewegungen nichts wahrnehmen. Vielmehr blieben die Karminkörnchen am Membrantrichter haften, ohne ihren Platz zu verändern. Auf das Verhalten des Trichters bei der Theilung werde ich weiter unten zurückkommen.

Das Körperplasma, das häufig von zahlreichen Vacuolen durchsetzt ist, ist eigenthümlich glänzend-feinkörnig, und konnte ich in ihm lebhafte Ortsveränderungen der Körnchen, also Strömung, nachweisen. Neben gewöhnlichen Vacuolen finden sich oft viele größere und kleinere Nahrungsvacuolen, nur selten sieht man Nahrungskörper direkt dem Plasma eingebettet. Von allen Vacuolen ausgezeichnet ist eine durch ihre Größe leicht zu erkennende, die im hinteren Körpertheil über der Ansatzstelle des Stieles liegt. Wie schon Bütschli erwähnt, ist sie es offenbar, die von Clark für ein Fortpflanzungsorgan gehalten wurde. Über ihre Bedeutung für den Organismus lässt sich gar nichts aussagen; zu den kontraktilen Vacuolen steht sie jedenfalls in keiner Beziehung, und da sie sich in ihrer Größe und Aussehen nicht verändert, kann sie auch mit den Nahrungsvacuolen nichts gemein haben.

Die kontraktilen Vacuolen sind in der Zweizahl vorhanden, im hinteren Körperende rechts und links neben der eben erwähnten großen Vacuole gelegen. Sie kontrahiren sich in regelmäßiger Alternation mit einander, eine jede derselben in der Minute zwei- bis dreimal. Die Eigenthümlichkeit der Neubildung nach der Systole hat schon Clark bemerkt: »During the interval between the end of the diastole and the beginning of the systole the vesicles have a rather irregular, indefinite, spheroidal outline; but just at the moment of systole they assume a

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sharply defined and perfectly globular shape, and raise the surface of the body into a quite perceptible bulge« (l. c. p. 199). Bütschli beschreibt den Vorgang so: »Es bildet sich zunächst unter der Körperoberfläche an der Stelle der verschwundenen Vacuole ein langgestreckter, schmaler Flüssigkeitsraum, der wahrscheinlich aus dem Zusammenfluss mehrerer kleiner Vacuolen hervorgegangen ist. Erst kurz vor der Systole rundet sich dieser Flüssigkeitsraum zu einer Vacuole ab.« Diese Auffassung habe ich völlig bestätigen können. In Fig. 58 bis 60 ist die Entstehung der Vacuole nach der Systole dargestellt. Kurz nach der letzteren sieht man eine Reihe (oder Schicht?) von peripherisch gelegenen, äußerst kleinen Bläschen sich bilden. Ihre Zahl ist verschieden, dürfte jedoch kaum sechs übersteigen. Diese fließen sodann zu einem langen, spaltförmigen Raum zusammen, der sich allmählich zur runden Vacuole umbildet. — Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass auch in vielen anderen Fällen sich ein ähnliches Verhalten bei Neubildung der Vacuole wird nachweisen lassen; bei einer Salpingoeca, die ich flüchtig untersuchte, die ich aber nicht bestimmen konnte, traf dies völlig ein. Auch Klebs hat in neuerer Zeit auf analoge Fälle aufmerksam gemacht. — Dass die Entleerung der Vacuole direkt nach außen stattfindet, ist leicht nachzuweisen. Es kann also die mittlere erst erwähnte Vacuole nicht als Reservoir aufgefasst werden.

Über die Nahrungsaufnahme von Codosiga bestehen zwei gänzlich verschiedene Ansichten. Clark und nach ihm Kent lassen dieselbe auf der von dem Kragen umschlossenen oberen Körperspitze vor sich gehen. Die letztere soll nach Stein sich als besondere Bildung, deckelartig, von dem übrigen Körper abzeichnen. Ich habe im oberen Körpertheile nie eine solche Struktur gesehen. Kent schildert im Anschluss an die oben citirte Strömung in der Substanz des Kragens die Nahrungsaufnahme folgendermaßen: »The rapid rotatory action of the flagellum impelling swift currents of water to flow from behind in a forward direction, caused all floating particles carried with it to impinge upon some point of the surface of the expanded collar. Adhering here, these particles were now carried on by the motion of the substance of the collar, and after ascending the outer surface, surmounting the rim, and descending upon the interior surface of the structure, became ingulfed in the soft sarcode of the animalcules body embraced by the collar's base.« Ich habe nun, wie oben bemerkt, weder die Strömung noch die Nahrungsaufnahme in dieser Weise beobachten können, muss vielmehr völlig mit der Bütschli'schen Schilderung mich einverstanden erklären. Unterhalb der Basis des Membrantrichters, jedoch immer etwas von derselben entfernt, sieht man von Zeit zu Zeit große vacuolenartige Ausstülpungen, schein-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bar nur aus der Hautschicht, sich bilden, die bedeutend über die Körperfläche hervorragen. Kommen diese mit irgend einem Nahrungskörper in Berührung, mit Bacillen, Kokken etc., so wird er sofort von ihnen umschlossen, die Vacuole verschwindet, und der Nahrungskörper findet sich jetzt in einer kleinen Vacuole mitten im Körperplasma, wo er bald an das basale Ende geschoben wird (Fig. 58, 73). Dass dabei die Cilie, die als langer, gleichmäßig dicker und ziemlich derber Faden mitten aus dem Kragen hervorragt, mitwirkt, lässt sich leicht nachweisen. Die Gegenstände, welche in den Bereich der oberen beweglichen Theile der Geißel (bekanntlich zeigen sich nur an diesem Bewegungen) gelangen, werden hin und her geschleudert und treffen sehr häufig dabei auf die Stellen des Körpers, an denen jene nahrungsaufnehmenden Vacuolen sich bilden. Bütschli meinte, dass die letztere, stets angeblich in Einzahl vorhanden, um den Körper gewissermaßen herumwandere und so nach einiger Zeit auf der entgegengesetzten Seite sichtbar werde. Dies ist nicht der Fall, und es scheint, dass jeder Theil des Körperumfanges etwas unterhalb des Kragenansatzes zur Bildung solcher Vacuolen befähigt ist. Wenigstens sieht man nicht selten, während noch die eine derselben mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt ist, sich an einem entfernten Körpertheil schon eine neue bilden (Fig. 58), eine Regelmäßigkeit in dieser Folge ist indessen nicht zu konstatiren. Auch der anderen Angabe von Bütschli kann ich nicht beipflichten, wenn ich sie auch nicht widerlegen kann, dass nämlich die am Kragen haftenden Partikelchen an demselben hinabrücken »und so mit der an der Basis des Kragens befindlichen Vacuole in Kontakt gelangen«. Erstens zeigte sich mir diese Vacuole nie direkt an der Basis des Kragens, sondern immer ziemlich weit unterhalb desselben, und dann konnte ich auch, wie schon gesagt, eine Bewegung der am Kragen haftenden Körnchen nie wahrnehmen. Das Eindringen des Nahrungskörpers in die bezügliche Vacuole ist ein ganz eigenthümlicher Vorgang. Nachdem er sich der Spitze desselben fest angelegt hat, sinkt er mit einem plötzlichen Rucke tief in sie ein, ganz wie es unten noch von Monas und Bodo beschrieben werden soll. Es scheint fast als ob vom Körperinneren ein Zug oder ein Saugen stattfände. Auch die Vacuole selbst verschwindet nach der Nahrungsaufnahme ziemlich schnell, viel schneller als sie sich gebildet hatte. Häufig sieht man an der Spitze derselben, da wo der Körper eingedrungen ist, eine Art Riss oder Öffnung in der äußeren Begrenzung, die aber immer von einer darunter liegenden sehr dünnen Lamelle verschlossen zu sein scheint, so dass es den Anschein gewinnt, als ob die nahrungsaufnehmende Vacuole nicht mit einer Flüssigkeit, sondern mit einer weichen hyalinen Substanz erfüllt sei. Ich bemerke wohl, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ich dies keineswegs glaube, indessen wäre ein genaues Studium dieser interessanten Verhältnisse sehr wünschenswerth. Einige Bemerkungen mögen weiter unten Platz finden.

Die Ausscheidung der Ingesta findet nach meinen Beobachtungen nicht nur an dem oberen kragenumhüllten Körpertheile statt, sondern überall wo eine Nahrungsvacuole sich der Peripherie des Körpers nähert. Mit einem plötzlichen Stoß werden die unverdauten Körnchen nach außen befördert. Da in den Kragen häufig kleine Körnchen zufällig hinein gelangen und durch die Bewegung der Cilie selbst in hüpfende Motion versetzt werden, so ist dadurch ein Irrthum leicht möglich.

Der Kern der Codosigazelle liegt im oberen Körpertheile central, dicht unter der Insertionsstelle der Cilie. Er ist sehr groß und erscheint im lebenden Individuum als heller runder Fleck mit dunklerem Binnenkörperchen. Im fertigen Zustande gleicht er völlig den oben beschriebenen Zellkernen von Cyathomonas und Chilomonas (vgl. die Figuren). Zu seiner Färbung dienen mit Vortheil Essigsäure-Methylgrünlösung, so wie die verschiedenen Karminpräparate. Die Kernmembran erscheint dann ziemlich derb, nach Bütschli soll sie auch etwas körnelig erscheinen können. Im Kernsaft liegt ein großes Binnenkörperchen und eine große Menge feiner, gleichmäßig vertheilter Chromatinkörnchen (Fig. 65 *a*). Der Binnenkörper ist völlig homogen, lässt also nicht, wie in anderen Fällen, eine Zusammensetzung aus kleineren Elementen vermuthen. Der Theilungsprocess ist bei Codosiga sehr schön zu studiren. Er beginnt damit, dass das Binnenkörperchen verschwindet (Fig. 63) und die Chromatinkörperchen in bedeutend größerer Zahl und stärkeren Dimensionen auftreten. Sehr bald lässt sich sodann ein feines Fadengewirre unterscheiden (Fig. 65 *b*), ganz wie es die Untersuchungen von Strasburger für die Mehrzahl der Pflanzenzellen herausgestellt haben. Gleichzeitig fängt auch eine Längsstreckung des ganzen Kernes an sich bemerklich zu machen, der dann eine parallele Anordnung der Kernfadenelemente folgt (Fig. 65 *c*). Ob diese Fadenelemente zusammen einen einheitlichen Faden darstellen, ob ferner in ihnen Theilungen oder Spaltungen vor sich gehen, ließ sich nicht feststellen. Indessen deutet nichts auf einen solchen Vorgang hin. Die Fadenstücke scheinen stets in derselben Zahl vorhanden zu sein. Im Verlauf der Theilung zeigt sich sodann eine mittlere Einschnürung des Fadenbündels (Fig. 65 *d*), die unter gleichzeitiger biskuitförmiger Einschnürung des ganzen Kernes (Fig. 65 *e* und *f*) zu einem Zerfällen des Bündels in zwei Hälften führt. Jede Hälfte besteht zunächst noch aus parallel gelagerten Fadenstücken, bald aber tritt dafür wieder ein unregelmäßiges, wirres Geflecht auf, das auch noch kurze Zeit nach Theilung des ganzen Kernes (Fig. 65 *g*)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sichtbar bleibt. Mit dem Undeutlicherwerden desselben macht sich in jedem Theilkern ein Binnenkörperchen bemerklich, das immer größer wird, bis die Kerne ihre »fertige« Struktur angenommen haben. Ich habe mir große Mühe gegeben zu entscheiden, ob dieses Binnenkörperchen sich aufbaut auf Kosten der Kernfadenelemente; Sicheres konnte ich jedoch nicht ermitteln. Da aber mit dem Wachsthum desselben die fädigen Theile immer kleiner und scheinbar weniger zahlreich zu werden scheinen, so dürfte eine solche Annahme nicht ganz ungerechtfertigt sein. Indessen im Hinblick auf die analogen Verhältnisse bei höheren Thieren und Pflanzen[1] will ich mir keinen entscheidenden Ausspruch erlauben. Nur das behaupte ich mit Bestimmtheit, dass Bildung von Kernplatten oder Zellplatten nicht stattfindet. Im Ganzen genommen ist der beschriebene Vorgang ungefähr derselbe, wie ihn Bütschli[2] von Paramaecium Bursaria abbildet, natürlich mutatis mutandis. Im Übrigen verweise ich auf das im allgemeinen Theil Gesagte.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der Theilung der Codosiga-individuen, die, so viel ich weiß, bisher nur von Clark und Kent beobachtet und beschrieben ist; auch von Stein sind einzelne Theilungsstadien abgebildet, zum Theil allerdings wohl nach Zeichnungen von Clark. Nach diesen sollen die in Theilung begriffenen Individuen sich zunächst etwas kugelig abrunden, die Geißel in eigenthümlicher Weise in das Protoplasma zurückgezogen werden und dann die eigentliche Einschnürung in der Gegend der Geißelbasis beginnen. Die letztere schreitet von hier allmählich nach hinten fort, und schließlich soll auch der Kragen nach einigen Umgestaltungen in die Theilung hereingezogen und von der Basis bis zur Spitze durchgeschnürt werden. Wie Kent diese Einzelheiten schildert, kann ich nicht angeben, da ich mir sein »Manual« nicht verschaffen konnte. Meine Beobachtungen lassen den Theilungsakt folgendermaßen erscheinen. Wie überall, beginnt er auch hier mit der oben beschriebenen Kerntheilung (Fig. 64), die bis zur Sonderung der jungen Kerne fortschreitet, bevor am Körper sonst Theilungserscheinungen bemerkt werden. Die letzteren treffen zunächst die Geißel, die in eigenthümlicher Weise eingezogen wird. Man sieht unter gleichzeitiger Verkürzung die Spitze derselben unregelmäßig anschwellen (Fig. 67), in einer Weise, die Clark treffend vergleicht dem Abbrennen eines Baumwollenfadens in der Flamme. Es sieht aus, als ob das Plasma der Cilie an der Spitze flüssig würde und an dem noch festen unteren Theil herabfließe. Die Verkürzung schreitet schnell vor und bald ist

[1] Flemming, Zellsubstanz, Kern und Kerntheilung. 1882 und: Strasburger, Die Kontroversen der indirekten Kerntheilung. 1882.

[2] Abhandl. der Senckenb. naturf. Gesellsch. 1876. Bd. X. Taf. IX, Fig. 6.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nur noch ein kleiner, stumpfer Zapfen am Körperscheitel bemerklich (Fig. 68), der aber auch schnell verschwindet, so dass dann innerhalb des Kragens eine völlig glatte Fläche sich findet. Nebenher läuft wohl auch eine Abrundung des Körpers, die aber jedenfalls nicht sehr in die Augen fällt. Eben so übertreffen die Gestaltveränderungen des Membrantrichters durchaus nicht diejenigen, die die Individuen im gewöhnlichen Zustande fortwährend zeigen. Die Theilkerne fangen in diesem Stadium schon wieder an die Binnenkörperchen zu zeigen. Kontraktile Vacuolen, so wie die centrale große Vacuole sind nicht verändert. In den folgenden Theilungsstadien wird succesive der Membrantrichter niedriger und niedriger, bis er schließlich nur als kleiner ringförmiger Vorsprung erscheint, in einem gewissen Moment schwindet er ganz. Die Theilung des Körpers geht in einer Ebene vor sich, die durch die Lage der kontraktilen Vacuolen bedingt ist, in so fern als je eine von ihnen dem Theilstück zugewiesen wird. Zunächst zeigt sich nur eine schwache Einkerbung quer über den oberen Discus hin, die an den Seiten als feine Furche etwas hinabreicht. Leider habe ich den Membrantrichter gerade in diesem Stadium nie plastisch als Trichter gesehen, so dass ich nichts darüber angeben kann, ob jene Kerbung auch ihn in Mitleidenschaft ziehe. Ich glaube indessen, dass gerade dies der Moment ist, in dem er völlig eingezogen wird. Noch bevor die Einkerbung irgend wie tiefer eingedrungen ist, sieht man nämlich schon vier feine Linien, die den Trichtern der Theilindividuen angehören (Fig. 69). An Stelle der seitlichen Furche tritt bald eine Spalte, die schnell bis zur Mitte des Körpers vordringt. Die Kerne haben jetzt ihr gewöhnliches Aussehen angenommen, die kontraktilen Vacuolen pulsiren ungehindert weiter. Dagegen ist die centrale Vacuole gänzlich geschwunden, nachdem sie allmählich kleiner geworden ist (Fig. 70). Das nächste Stadium ist in Fig. 71 dargestellt. Die Theilung hat das untere Drittel des Körpers erreicht, in jedem Theilstück hat sich korrespondirend mit der schon vorhandenen eine zweite kontraktile Vacuole gebildet, centrale Vacuolen sind dagegen noch nicht gesehen. Der Kragen ist an jedem Theilstück immer noch erst in Gestalt eines wenig vorspringenden Ringes angedeutet, in der von ihm abgegrenzten Fläche aber tritt zunächst in Gestalt eines langen, schmalen Kegels je eine Cilie auf, die sich bald verlängert und ihr gewöhnliches Aussehen, so wie die für unsere Form eigenthümliche schiefe Richtung annimmt. Dies zeigt Fig. 72, in der vom rechten Tochterindividuum nur die Basis angedeutet ist. Die Spaltung ist zwar noch nicht weiter vorgeschritten, indessen macht sich eine Veränderung bemerklich in dem Auftreten der centralen Vacuole (die linke kontraktile Vacuole hatte sich in dem Moment, wo

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Zeichnung skizzirt wurde, gerade entleert). Dabei ist ein Wachsen des ganzen Organismus nicht zu verkennen, auch der Halskragen hat sich in die Länge gestreckt. Fig. 73 stellt sodann den Schluss der Beobachtungsreihe dar. Wie man sieht, sind die Körper der zwei Individuen völlig normal ausgebildet, nur eine Abflachung auf der Theilungsfläche ist noch kenntlich, die übrigens Clark auch an gewöhnlichen Individuen immer beobachtet haben will. An dem rechten Tochterindividuum beginnt sogar schon wieder die Bildung von nahrungsaufnehmenden Vacuolen. Von besonderem Interesse ist es, dass ich hier mit völliger Bestimmtheit die Theilung bis in den oberen Theil des gemeinsamen Stieles verfolgen konnte. Im Übrigen zieht sich diese gespaltene Strecke zugleich mit dem Hinterende des Körpers etwas in die Länge und bildet so die sekundären Stiele. Der ganze Process der Theilung, den ich mehrere Mal Nachts verfolgte, nimmt ungefähr $1^1/_2$ Stunden in Anspruch, von Beginn der Kerntheilung bis zur Bildung der letzterwähnten sekundären Stiele.

Von besonderem Interesse war es mir, diejenigen eigenthümlichen Zustände in ihrem Wesen aufzuklären, die Stein[1] als wahrscheinliche Kopulationszustände eines festsitzenden mit einem frei umherschwimmenden Individuum bezeichnet. Da auch Bütschli[2] sie noch unter diesem Namen anführt, vermuthe ich, dass auch Kent ihr eigentliches Wesen nicht weiter erforscht hat. Man findet dieselben nicht selten, indessen habe ich sie auch immer schon in dem Zustande ungefähr gesehen, den Stein zeichnet. Fig. 74 stellt solch ein Bild dar. Es sind zwei Codosigakörper, die an ihren Vorderenden völlig normal ausgebildet sind, kontraktile und centrale Vacuolen enthalten, und von denen meist das eine mit seinem Hinterende der Seitenfläche des anderen ansitzt. Beobachtet man ein solches Gebilde länger in der feuchten Kammer, so stellt sich sehr bald heraus, dass die Insertionsfläche immer kleiner und schmäler wird, bis schließlich sich der eine Körper völlig vom anderen abspaltet (Fig. 75). Es liegt dabei in der Natur der Sache, dass die Stielverhältnisse in diesem Falle wesentlich von dem normalen Verhalten abweichen müssen; das dem zweiten aufsitzende Individuum wird langgestielt, während dieses zweite mit seinem kurzen Stiele in der ursprünglichen Stellung bleibt. Weit abgesehen davon, es hier mit Kopulationszuständen zu thun zu haben, finden wir so nur einen etwas ungewöhnlichen Theilungsvorgang, den ich mich nicht scheue als einen anormal afficirten, irgend wie im Anfang gestörten, zu bezeichnen. Welcher Art diese Störung ist, weiß ich zwar nicht zu sagen; vielleicht

[1] l. c. III. Taf. VIII, Fig. 10.

[2] Protozoen in der Erklärung zu Taf. XLVIII, Fig. 16 *m*.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind es ungünstige Ernährungsverhältnisse, die erst während der Theilung ausgeglichen werden.

Freischwimmende Codosiga-Individuen habe ich nur selten gesehen, obgleich ich nicht zweifle, dass aus größeren Kolonien sich einzelne loslösen können, um die Bildung eines selbständigen Stockes einzuleiten. Man vergleiche über diese Verhältnisse die Abbildungen von Stein und die Angaben von Clark. Kolonien, die mehr als vier Individuen besitzen, kommen verhältnismäßig selten vor, am häufigsten sind die zweizähligen, wie eine solche in Fig. 62 skizzirt ist. Welche Verhältnisse das Stielwachsthum bedingen und ob dasselbe immer stattfindet, ist ungewiss, vielleicht liegen hier auch Variationsunterschiede vor. Die Form mit pseudopodienähnlichen Ausstülpungen (Kent's Cod. echinata) habe ich auch gesehen, aber immer nur in einzelnen Individuen an sonst normalen Stöcken.

Die Cystenbildung von Codosiga ist meines Wissens zuerst von Kent[1] beobachtet. Mit der Bütschli'schen Kopie (l. c.) und der beigegebenen Erklärung lassen sich die von mir gefundenen Thatsachen recht wohl vereinigen. Die Cystenbildung beginnt unter nicht näher anzugebenden Bedingungen mit dem Einziehen der Cilie und des Membrantrichters und gleichzeitiger Kontraktion und Abrundung des ganzen Körpers. Das letztere scheint nach Kent unterbleiben zu können. Das Protoplasma wird in Folge dessen dichter und dunkler, alle Vacuolen verschwinden und eine feste ungefärbte Membran wird abgeschieden. Sie zeigt deutlich doppelte Konturen und giebt mit Jod und Schwefelsäure Cellulosereaktion. In dem dichten Inhalt lässt sich der Zellkern nur schwierig oder gar nicht wahrnehmen; häufig werden ein oder mehrere große Öltropfen angesammelt, die dann als glänzende Kugeln central oder der Peripherie genähert liegen. Fig. 61 stellt einen sehr instruktiven Fall dar, in dem von einer zweizähligen Kolonie das eine Individuum in eine Cyste sich umgewandelt hat, während das andere noch im gewöhnlichen Zustand sich befindet. Es wird dadurch wohl angedeutet, dass die Cystenbildung nicht sowohl von äußeren Einflüssen abhängt, als vielmehr durch den Organismus selbst bedingt ist. Die Cysten können austrocknen (nach Objektträgerkulturen zu urtheilen), ohne die Fähigkeit zu weiterer Entwicklung zu verlieren. Über die längste Dauer der Ruheperiode weiß ich nichts. Jedenfalls kann die Keimung sehr bald nach der Cystenbildung eintreten, wie ich in einem Falle gesehen habe. Beobachtet habe ich die Keimung übrigens nur zweimal. Der eine dieser Fälle ist in Fig. 76 und 77 dargestellt. An

[1] Ann. a. mag. of natur. hist. 5 Ser. Vol. I. 1878. p. 5 und im Manual.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dem völligen Homogenwerden des Inhaltes und der Vertheilung der Öltropfen in demselben erkennt man den Anfang der Weiterentwicklung. Es folgt dann der Zerfall des Inhaltes in eine Menge kleiner Portionen (Sporulation, Sporen Kent's), die bald anfangen sich hin und her zu schieben. Kerntheilung hierbei konnte ich wegen des dunkeln Inhaltes nicht verfolgen, nur einmal habe ich ein Theilungsstadium gesehen. Endlich zerreißt die Sporenmembran in einem keilförmigen Riss und die kleinen Schwärmer treten heraus. Es sind kleine eiförmig zugespitzte Zellen, am vorderen Ende mit einer Cilie versehen, am hinteren meist in einen längeren Schwanz ausgezogen. Bei ihrer lebhaften Bewegung konnte ich den Kern in ihnen nicht wahrnehmen, wohl aber sofort, wenn sie kurz darauf sich mit dem hinteren Ende festsetzten. Er liegt dann ganz wie im erwachsenen Organismus am vorderen Ende unter der Cilie (Fig. 78). Der Kragen tritt dann gleichfalls bald hervor, zunächst als feine, etwas erhabene ringförmige Linie, später als deutliche Vorstülpung (Fig. 78, 2). In der Folge zeigen sich die kontraktilen Vacuolen (Fig. 78, 3) und die junge Codosigazelle ist mit allen wesentlichen Theilen versehen. Wie lange sie zur Erreichung der normalen Körperausdehnung gebraucht, habe ich nicht verfolgen können, da die zarten Zellen in meiner Kultur sehr schnell zu Grunde gingen.

Peranema trichophorum (Ehrbg.) Stein.

Einige Punkte in der Organisation dieses häufigen und großen Flagellaten sind trotz vielfacher Untersuchung noch nicht vollständig aufgeklärt; im Besonderen bestehen zwischen den Angaben von Klebs[1] und Bütschli[2] noch Meinungsverschiedenheiten, die endgültig zu schlichten ich mich bemüht habe. Was zunächst die Mundöffnung und den Schlund betrifft, so habe ich mich überzeugt, dass die Beobachtungen von Klebs der Wirklichkeit entsprechen. Die als eine gekrümmte halbkreisförmige Linie erscheinende Mundöffnung ist im Ruhezustande schwer wahrzunehmen. Sie liegt seitlich unter der Cilienbasis, ich bezeichne diese Seite als Bauchseite. Bei der Nahrungsaufnahme erweitert sich die Mundöffnung zu einem trichterförmigen Organ, wie es Bütschli ganz richtig abbildet. Ein Schlund schließt sich aber an dieselbe sicher nicht an; nur scheint das Plasma unter ihr etwas weicher und heller zu sein als das gewöhnliche Cytoplasma, ungefähr wie ich das oben von Cyathomonas beschrieben habe. Was von Stein, Bütschli, Carter und Anderen als Schlund bezeichnet wird, ist in der That ein eigenthümlicher Apparat, dessen Funktion Klebs richtig beschrieben hat. Übrigens ist

[1] Über die Organisation einiger Flagellatengruppen. 1883. p. 95.

[2] Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 248 f. Protozoen: an verschiedenen Stellen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

von allen mir bekannt gewordenen Abbildungen diejenige, welche Carter[1] gegeben hat, die richtigste. Er besteht aus zwei parallel verlaufenden, dünnen Stäben, die direkt unter der spiralig gestreiften Hautschicht liegen. Sie sind aus einem stark lichtbrechenden Stoffe (Hyaloplasma) gebaut, sind ziemlich dicht, nehmen keine Farbstoffe auf, wenigstens kein Jod und verquellen in Essigsäure nicht. Dass hier kein festes Rohr vorliegt, wie Carter es beschreibt, lässt sich sowohl durch verschiedene Einstellung, als auch durch den Längsverlauf dieser Linien nachweisen. Am oberen, cilienwärts gelegenen Ende vereinigen sie sich mit einander, entweder indem sie spitz auf einander zulaufen oder auch in Abrundung in einander übergehen. Carter zeichnet dies als einen kleinen Kreis, der der oberen Öffnung des Schlundes entsprechen soll. In den Stein'schen[2] Figuren ist dies Verhältnis richtig angedeutet, allerdings durch jene oben erwähnte Auffassung beeinträchtigt. Im unteren, hinteren Theile verschmelzen die beiden Stäbe auf längere Strecke mit einander, wobei sie sich allmählich feiner ausziehen, sich in das Innere des Körpers hinein umbiegen und gegen die kontraktile Vacuole hinziehen. Hier werden sie dann so fein, dass ich sie nicht weiter habe verfolgen können. Bei Bütschli (l. c. Taf. XIV, Fig. 19 *a*) ist dies ganz richtig zum Ausdruck gekommen, nur hätte die Umbiegung des unteren Endes etwas weiter geführt werden sollen. Diese Form des Stäbchenapparates habe ich sowohl an lebenden, als an durch Osmiumsäure getödteten und kontrahirten Exemplaren immer gesehen; namentlich deutlich tritt sie hervor, wenn man das Wasser unter dem Deckglas allmählich verdunsten lässt, wobei dann der Peranemakörper, oft ohne sich zu kontrahiren, breit gequetscht wird und die dunklen Streifen deutlich sich abzeichnen lässt.

Dass diese Beschreibung richtig ist, zeigt sich in der Art und Weise der Nahrungsaufnahme. Dieselbe steht mit den Bewegungen der Cilie, die ich hier, wie auch den Bau der Cilie, als bekannt voraussetze, in keiner Beziehung, wie bei anderen Flagellaten. Bei der Verschiebung des Körpers gelangt ganz mechanisch die Mundöffnung in die Nähe von Nahrungskörpern. Sind die letzteren klein (Bakterien, Chromulinazellen und Anderes), so wölbt sich einfach die Mundöffnung vor und umfasst in Gestalt eines Cephalopodenhaftorgans dieselben. Sie werden förmlich überflossen, und es zeigt sich jetzt klar, dass kein Schlund vorhanden ist, indem die Körperchen sofort nach dem Untertauchen in die Mundöffnung in alle beliebige Körpertheile geschoben werden können. Man sieht sie bald direkt neben dem Cilienansatz, bald neben der kontrak-

[1] Ann. a. Mag. of nat. hist. 2. Ser. XVIII. Taf. VI, Fig. 45—46.
[2] Infus. III. Taf. XXIII.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tilen Vacuole und so fort, während, wenn sie einen Schlund passiren müssten, sie doch sicher gleich in tiefere Portionen des Cytoplasmas locirt werden würden. Der Stabapparat macht bei dieser Form der Nahrungsaufnahme eigenthümliche Bewegungen, die in einem Aufwärts- und Abwärtsschieben bestehen (siehe weiter unten), so dass er oft weit über den Nahrungskörper hervorragt. — Greift das Peranema-Individuum größere Organismen an (ich sah namentlich Cladophoraschwärmzellen oder Keimlinge, Chlamydomonaszellen etc. zur Nahrung dienen), so werden dieselben zunächst in die innigste Berührung mit seinem Körper gebracht. Klebs sagt auch: »Sie (die Peranema) legt sich mit ihrer einen Fläche dicht an dieselbe (Euglenazelle) 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 ein Hin- und Herfahren die inneren Theile der Euglene aus einander gerissen 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.« Im Wesentlichen habe ich den Vorgang eben so gesehen. Während die Cilie der Peranema ruhig sich weiter bewegte, stülpte sich die ganze Mundgegend hervor und drang in die Cladophoraschwärmzelle ein. Bei den Chlamydomonaszellen wird dabei natürlich deren Membran ebenfalls durchbohrt, und nun treten jene eben schon erwähnten Sägebewegungen des Stäbchenapparates ein, die wahrscheinlich auch die ihnen von Klebs zugesprochene Bedeutung haben. Ich möchte ihnen noch eine andere beilegen, nämlich dass sie mitwirken die Theile der Nährzelle in den Peranemakörper hineinzuschieben. Die Richtung dieser Bewegungen ist nämlich im Allgemeinen etwas gegen die Mundfläche geneigt, und wenn man sich erinnert, dass die Mundöffnung selbst auf der etwas abgeschrägten Bauchseite liegt, so könnte man sich vorstellen, dass auf die angedeutete Weise Nahrungstheilchen in die Spalte hineingezogen oder hineingequetscht werden. Dass dabei die starren, beim Hervortreten nur von einer dünnen Plasmaschicht umhüllten Stäbe auch den Nährkörper desorganisiren helfen, wird damit durchaus nicht in Abrede gestellt; nur scheint diese Bedeutung nicht die einzige zu sein, die sie haben; die Bewegung bei der Aufnahme kleinerer Nahrungskörper, die sich ganz gleich darstellt, dürfte auch darauf hindeuten. — Dass kein besonderer Kanal vom Munde in den Körper führt, wurde schon betont; Klebs ließ dies unentschieden, scheint es aber auch nicht für wahrscheinlich zu halten.

Die kontraktile Vacuole von Peranema liegt im oberen Körperende,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

seitlich neben dem Stäbchenapparat, also wenn wir die Seite des letzteren die Bauchseite nennen, an der linken Körperseite. Sie findet sich meist ungefähr in der Höhe der Basis des Stäbchenapparates, selten noch mehr nach vorn gerückt. Ihre Kontraktionen gehen nach meinen Beobachtungen nur langsam vor sich, lassen desshalb alle Einzelheiten sicher erkennen. Über die Art ihrer Entstehung und Entleerung sind viele divergirende Angaben gemacht worden. Bütschli sah sie sich aus mehreren kleinen Vacuolen bilden und bei der Kontraktion einen gestreckten, schmalen Flüssigkeitsraum auftreten, »vom Ort der früheren Vacuole bis gegen die Mundöffnung«. Stein gab an, dass der kontraktile Behälter direkt mit dem Mund in Verbindung trete. Klebs sah »seitlich nach dem Rand zu eine Hauptvacuole mit pulsirender Nebenvacuole: sehr deutlich ist hier das Zusammenziehen der ersteren nach der Verschmelzung mit letzterer«. Übrigens wurde die kontraktile Vacuole zuerst von Carter[1] abgebildet. — Eine Haupt- und Nebenvacuole habe ich nun niemals gesehen, sondern bei der Bildung der Vacuole immer eine kleine Anzahl (zwei bis vier) von winzig kleinen Vacuolen, die bald zu der eigentlich kontraktilen zusammenflossen, ganz wie dies Bütschli schon 1878 beschrieben hat. Diese kleinen Vacuolen waren aber sicher immer völlig gleichwerthig, und bildeten, wie ich es weiter oben von Codosiga beschrieb, durch Verschmelzung die neue. Die Entleerung konnte ich nun in der Weise verfolgen, dass sich vom Ort der Vacuole aus ein Flüssigkeitsstreifen bis zur Gegend der Mundspalte hinzog, unter fortwährendem Kleinerwerden der Vacuole selbst. Es machte völlig den Eindruck, als ob die letztere ihren Inhalt strahlförmig durch das Cytoplasma herauspresste. Auch konnte dieser Flüssigkeitsstreifen nur einen Moment lang gesehen werden; mit dem Verschwinden der Vacuole war auch er fast zugleich verschwunden. Ihn als das Homologon des sogenannten Behälters der Eugleninen anzusprechen liegt gar kein Grund vor, da er ja kein gewöhnlich vorhandener Theil der Zelle ist, sondern nur im und für den Moment der Kontraktion der Vacuole auftritt. Es dürfte dies nur ein Fall sein, wo man in Folge des langsamen Eintretens der Systole den Vorgang bequem verfolgen kann. Wahrscheinlich finden sich ähnliche Flüssigkeitsstreifen in allen ähnlichen Fällen. Mit Künstler übrigens für solche Fälle das Vorhandensein von immer persistirenden Kanälen anzunehmen, dürfte zu weit gegangen sein. Im vorliegenden ist jedenfalls von einem solchen nichts zu sehen.

Die Ausscheidung unverdauter Nahrungsreste und anderer Exkremente findet bei Peranema am hinteren Körpertheile statt, indem die

[1] l. c.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit den Ingesta erfüllten kleinen Vacuolen an die Oberfläche des Körpers gebracht werden, hier sich öffnen und ihren Inhalt ausstoßen. Die im Peranemakörper vorhandenen Paramylumkörner müssen in demselben gebildet werden, da ich dieselben in einer Beobachtungsreihe in einer Größe antraf, wie sie in den einzig und allein als Nahrung zu verwerthenden Chromulinaformen nicht vorkamen. Übrigens ist Peranema kein gutes Objekt, um an ihm über Bildung und feinere Struktur dieser Gebilde genauere Untersuchungen machen zu können. — Über den Kern weiß ich nur zu sagen, dass er dem sogenannten bläschenförmigen Typus entspricht. Er enthält im Kernsaft neben einem großen Kernkörperchen einen leicht nachzuweisenden Kernfaden. Theilungen habe ich nicht gesehen. — Ich habe von den besprochenen Verhältnissen keine Bilder gegeben, da sich in Figuren wenig darstellen ließ, und die zahlreichen vorhandenen zur Orientirung völlig ausreichen.

Bodo jaculans (Perty).

(Fig. 106—114.)

Die Bodonen und Monaden sind diejenigen beiden Flagellatengruppen, welche trotz ihrer Verbreitung und trotzdem sie schon seit langer Zeit Gegenstand vielseitigen Studiums gewesen sind, am meisten noch der Aufklärung und der systematischen Sonderung bedürfen. Die folgenden kurzen Mittheilungen über eine Bodoform und einige Monaden mögen desshalb auch nur als Entwicklungsbilder solcher Wesen aufgefasst werden. Ihre systematische Bestimmung und Würdigung behalte ich mir für eine spätere ausführlichere Bearbeitung der genannten Gruppen vor. In Bezug auf die Litteratur verweise ich einfach auf Bütschli's[1] Zusammenstellung, namentlich auf die dort genannten zahlreichen Arbeiten von Dallinger und Drysdale.

Ich nenne die mir vorliegende Form Bodo jaculans, weil sie mir sicher mit der von Perty[2] unter dem Namen Pleuromonas jaculans abgebildeten und beschriebenen identisch zu sein scheint. Der Ehrenbergsche Bodo saltans (cf. Stein, l. c., Taf. II, Abth. VI) kommt ihr sonst wohl am nächsten, dürfte sich aber doch mit Bestimmtheit von ihr abgrenzen lassen. Ich fand den Bodo jaculans massenhaft in einer faulenden Algenkultur, wo sie an der die Oberfläche bedeckenden Zoogloeenschicht in ungezählten Exemplaren festgeheftet war. Die Körpergestalt lässt sich im Allgemeinen als bohnenförmig bezeichnen (Fig. 106), zeigt jedoch im Einzelnen kleine Verschiedenheiten, die bis zur Bildung eines kugelförmigen Umfanges gehen können. Daneben treten von Zeit zu Zeit

[1] Protozoen. p. 827. [2] l. c. p. 171. Taf. XIV, Fig. 18.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

amöboide Gestaltveränderungen ein, die in dem Ausstülpen kurzer, stumpfer Pseudopodien bestehen, wie das Fig. 106 ebenfalls andeutet. Die Körperlänge schwankt zwischen 6 und 10 μ, die größte Breite beträgt im Allgemeinen 5 μ, doch können hin und wieder die Individuen auch bedeutend größer werden. Eine deutliche, den Körper umziehende Hautschicht ist nicht zu unterscheiden; das Körperplasma selbst ist glänzend-feinkörnig und zeigt lebhafte Strömungen. Durch Jodzusatz gelingt es eine äußere dünne körnchenfreie Lage sichtbar zu machen, die wohl als Haut-(Cuticular-)schicht gedeutet werden muss. Dabei treten dann auch häufig auf der Bauch-(konkaven)seite größere diese Schicht ausbuchtende Vacuolen auf, die ich ebenfalls im lebenden Zustande zuweilen gesehen habe, ohne dass mir ihre Bedeutung klar geworden wäre. Den kleinen im Plasma vorhandenen Körnern gesellen sich fast regelmäßig einzelne größere bei, die wahrscheinlich aufgenommene Mikrokokken darstellen.

An dem Körper inserirt finden sich zwei Cilien, deren Länge den Körperdurchmesser um das Zwei- bis Dreifache übertrifft. Die eine derselben sitzt an dem oberen, vorderen Körperpol und ist am lebenden Organismus wegen ihrer unaufhörlichen und schnellen Bewegungen schwer zu sehen. Nur selten liegt sie kurze Zeit ruhig und nimmt dann die in den Zeichnungen angedeutete Richtung an; eben so an mit Osmiumsäure getödteten Individuen. Sie ist dann in ihrem unteren Theile immer mehr oder weniger schwanenhalsförmig gekrümmt, so dass das gerade Ende nach der konkaven Körperseite umbiegt. Ihre heftigen und ruckweisen Bewegungen an der lebenden Zelle bewirken ein eigenthümliches Hin- und Herschnellen des Körpers, das Perty ganz richtig beschreibt. Diese Schleuderbewegungen sind oft so energisch, dass das betreffende Individuum ganz aus dem Gesichtsfelde verschwindet. Nach jeder derselben tritt kurze Zeit Ruhe ein, bis eine besonders heftige Cilienbewegung das Spiel erneuert. Eine besondere Struktur der Cilie habe ich nicht gesehen, sie ist in ihrer ganzen Länge gleich dick. Die zweite Cilie ist in der Mitte der Bauchseite inserirt, mitten in deren Einbuchtung. Seltener rückt sie noch mehr an das Hinterende, so dass sich dann die beiden Ansatzstellen diametral gegenüberstehen. Durch diese zweite Cilie heftet sich unser Bodo an irgend einer Unterlage an, an Bakterienfäden und anderen Gegenständen. Es scheint, dass sich dabei die Spitze etwas abplattet. Die Befestigung ist eine ziemlich widerstandsfähige, denn oft sah ich eine ganze Reihe von energischen Schleuderbewegungen nicht ausreichen, um ein Losreißen zu bewirken. Losgerissene Individuen schwimmen seltener kurze Zeit frei umher; meistens setzen sie sich sofort an einem Substrat fest, so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass sie die nächste Schnellbewegung schon wieder angeheftet überrascht. Die Länge dieser zweiten Cilie ist sehr verschieden, meist übertrifft sie die der vorderen; mitunter sind indessen Individuen auch sehr kurz angeheftet. Sie ist ziemlich dick und oft in mehrere elegante Kurven gebogen, wodurch dann die eigenthümliche und auffallende Stellung des Bodokörpers bedingt ist. Hinzugefügt sei noch, dass es hauptsächlich die längere Zeit frei schwimmenden Exemplare waren, die die oben erwähnten amöboiden Umgestaltungen zeigten.

Dem oberen Körperpol genähert liegt die kontraktile Vacuole, die sich in der Minute zwei- bis dreimal kontrahirt. Ob sie an der rechten oder linken Körperseite liege, konnte ich nicht sehen, da die Bodo-Individuen sehr selten en face anzutreffen waren. Der Zellkern repräsentirt den gewöhnlichen bläschenförmigen Typus; die Kernmembran ist scharf gegen das Körperplasma abgezeichnet, das Kernkörperchen ziemlich groß. Theilungszustände des Kerns habe ich nur einmal beobachtet (Fig. 110). In diesem Falle zeigte sich derselbe in die Länge gestreckt ohne deutliche Einschnürung, aber im Inneren mit zwei Kernkörperchen.

Die Nahrungsaufnahme unseres Bodo erfolgt durch Bildung einer nahrungsaufnehmenden Vacuole. Von einer Mundöffnung, wie sie Stein von verschiedenen Bodoformen zeichnet, viel weniger von einer Nahrungsaufnahme durch eine solche, ist hier keine Rede. Es macht sich hier also ein wesentlicher Unterschied unserer Form von allen (?) bisher genauer bekannten Bodonen bemerklich. Auch im Ort der Entstehung der nahrungsaufnehmenden Vacuole zeigt sich ein Abweichen von den gewöhnlichen Verhältnissen. Bütschli bezeichnet als diesen Ort die Stelle neben der Geißelbasis, wie es ja auch bei manchen Monaden in der That konstant zu sein scheint. Bei unserem Bodo entsteht dagegen jene Vacuole regelmäßig mitten auf der gewölbten Rückenfläche, vom vorderen und hinteren Pol gleich weit entfernt. Sie ist im Verhältnis zu anderen Fällen sehr groß, ihr Durchmesser beträgt oft den vierten bis dritten Theil der ganzen Körperlänge (Fig. 108, 109, 111). Sie tritt hervor in Gestalt einer cylindrischen, am oberen Ende gewölbten Erhebung, deren Inhalt sich deutlich von einer feinen Hautschicht abgrenzt. Woraus der Inhalt besteht, weiß ich nicht zu sagen, indessen schien er mir auch hier nicht ganz dünnflüssig zu sein. Die Nahrungskörper, auf deren durch ihre Berührung mit der Rückenfläche ausgeübten Reiz hin die Vacuole sich bildet, sind meistens Bakterien, seltener kleine Algen. Mit einem plötzlichen Ruck werden sie in das Innere der Vacuole aufgenommen; die Hautschicht der letzteren hat sich zu dem Zweck geöffnet und klafft hin und wieder noch kurze Zeit aus einander;

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dass dabei die Vacuole nicht kollabirt, erscheint mir für eine, wenn auch geringe Konsistenz des Inhaltes zu sprechen. — Nach der Aufnahme der Nahrungskörper sinkt die Vacuole, ohne ihren Ort zu verlassen, allmählich ein, bis schließlich die Rückenfläche des Körpers wieder die gewöhnliche Abrundung angenommen hat. Merkwürdigerweise bleiben jetzt aber die Nahrungskörper nicht in Vacuolen eingeschlossen, sondern liegen frei im Cytoplasma, durch dessen Strömungen sie hin und her geschoben werden. Über die Ausstoßung der Ingesta bin ich nicht ins Klare gekommen. Vielleicht besorgen dies die Vacuolen, die sich von Zeit zu Zeit an der Bauchseite bilden, wie oben erwähnt wurde.

Die Theilung der Bodo-Individuen habe ich mehrere Male von Anfang bis zu Ende verfolgen können, und da sie immer wesentlich in derselben Weise verlief, werden die dabei auftretenden Besonderheiten normale sein. Es geht nämlich der Theilungsprocess eigentlich nicht als eine Spaltung vor sich, sondern mehr wie eine Abschnürung. Er wird dadurch eingeleitet, dass statt eines zwei Zellkerne auftreten (Fig. 112 a_1), von denen der eine in einer kleinen Vorwölbung des Körpers liegt. Diese Vorwölbung oder Ausstülpung nimmt an Größe zu (Fig. 112 a_2) und zieht sich in ihrem vorderen Theile parallel dem Hauptkörper in die Länge, so dass sie mit ihm nur durch eine Plasmabrücke verbunden zu sein scheint. In dem Hauptkörper sind alle Verhältnisse sonst unverändert geblieben, die Vacuole pulsirt und die Cilien machen ihre gewöhnlichen Bewegungen. Durch Streckung und Auswölbung nimmt die Ausstülpung allmählich die Gestalt eines Bodokörpers an, der sich zum Hauptkörper verhält wie ein Bild zu seinem Spiegelbild (Fig. 112 *b*). An seinem oberen Ende bildet sich die bewegliche Cilie, während aus der bauchständigen Konkavität die Befestigungscilie hervorsprosst. Auch eine kontraktile Vacuole bildet sich, und so zeigt nur noch die schmale Plasmabrücke den Theilungsvorgang an. Es kann sogar jetzt schon eine Anheftung des neuen Bodoexemplares mit der Bauchcilie stattfinden. Endlich wird auch die Plasmabrücke durchgeschnürt, und die beiden Individuen stehen mit ihren Rückenflächen gegen einander gekehrt selbständig da (Fig. 112 *c*). — Es erinnert dieser Theilungsmodus in etwas an die bei Codosiga beschriebenen anormalen Vorkommnisse; indessen ist er bei Bodo jaculans die Norm, und es liegt ja auch kein Grund vor, dies Verhältnis als etwas dem Wesen der Flagellaten Fremdes anzusehen. Ich möchte sogar annehmen, dass sich dasselbe noch bei vielen anderen, namentlich niederen Formen wird mit der Zeit nachweisen lassen [1]. — Dass sich die Theilstücke, so

[1] Vgl. Cienkowski in Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VI. p. 434.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lange sie noch zusammenhängen, in jeder Beziehung antagonistisch verhalten, ist eine Thatsache, die in Beziehung auf neueste Aussprüche von Weismann noch unten bei Grassia erwähnt werden soll.

Außer dieser Vermehrung durch Theilung habe ich noch die Vermehrung durch Cystenbildung beobachtet. In einer alten Kultur, die aus lauter sehr großen und kräftigen Individuen bestand, wurde dieselbe eingeleitet durch das Abwerfen der vorderen Cilie. Die Exemplare wurden in Folge dessen bewegungslos und rundeten sich auf der Tragcilie zu einer Kugel ab. Das nächste Stadium habe ich nicht gesehen. Ich traf dann aber wieder solche, bei denen sich die kugelförmigen Körper mit einer dünnen Cellulosemembran umgeben hatten, und diese habe ich kontinuirlich verfolgt. Wie in ähnlichen Fällen erfolgte auch hier eine Kontraktion, durch die das Plasma von der Membran zurücktrat. Enthielt der Bodo noch Nahrungsreste, so wurden dieselben jetzt ausgeschieden und in dem entstandenen Zwischenraum abgelagert. Die Plasmakugel umgab sich mit einer zweiten, diesmal ziemlich derben Membran, die bräunlich gefärbt war und ebenfalls aus Cellulose bestand (Fig. 113 *a*). Einmal habe ich gesehen, wie vorher noch eine Quertheilung eintrat und sich dann jede Hälfte mit einer besonderen Membran umgab (Fig. 113 *c*), ein Fall, der auf Beziehungen zu »Schleimpilzen« hinweist[1]. In der Cyste war wegen des dunklen Inhalts der Kern nicht deutlich wahrzunehmen. Die äußere Membran blieb als faltige Hülle erhalten. Im Freien geht sie wahrscheinlich bald zu Grunde.

Dass diese Cysten wirklich zu unserem Bodo gehörten, woran ja bei dem Mangel kontinuirlicher Beobachtungen gezweifelt werden könnte, wurde durch die Keimung derselben bestätigt, die in reinem Wasser leicht vor sich ging. Der Inhalt der Cyste wurde etwas heller und zerfiel in eine geringe Anzahl von Portionen, vier bis acht ungefähr, von denen jede deutlich ihren Zellkern aufwies (Fig. 113 *d*). Durch Sprengung der Cystenhaut, die wahrscheinlich durch Wasseraufnahme erfolgte, wurden die sich lebhaft bewegenden Theilstücke entleert und schnellten dann sofort im Wasser hin und her. Durch Omiumsäure getödtet zeigten sie den typischen Bodobau (Fig. 114). Besonders ausgezeichnet waren sie durch die unaufhörliche Gestaltveränderung, die, wie oben vom erwachsenen Individuum beschrieben, in amöboiden Bewegungen des Cytoplasma bestand. Eine Vacuole konnte ich noch nicht unterscheiden; eben so habe ich diese jungen Exemplare nicht bis zur Anheftung verfolgt. Ich schließe aus den bekannten Verhältnissen anderer Arten (Bodo caudatus etc.), dass sie noch eine Zeit lang unter

[1] cf. Zopf, Die Pilzthiere. 1884.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den angegebenen Erscheinungen frei umherschwimmen, um sich mit Erreichung der durchschnittlichen Körpergröße erst festzuheften. Die hintere Cilie war immer geschlängelt und schien, zugleich mit der vorderen, die Bewegungen hervorzurufen.

Wie aus der Darstellung hervorgeht, unterscheidet sich Bodo jaculans in wesentlichen Punkten von anderen Formen dieser Gattung. Es würde sich nun fragen, in wie fern diese Differenzen für die Entscheidung über verwandtschaftliche Verhältnisse heranzuziehen wären. Ich behalte eine eingehendere Erörterung dieser Frage mir für eine andere Gelegenheit vor. Ich will hier nur ganz kurz bemerken, dass ich eine darauf hin begründete Spaltung nicht für angebracht halte. Gerade bei diesen morphologisch oft so wenig ausgeprägten Organismen erweisen sich die gewöhnlichen Anschauungen über Gattung, Art etc. (ich meine natürlich nur im beschreibend-systematischen Sinn) als völlig unzulänglich. In wie fern rein biologische Verhältnisse zu dem gedachten Zweck Verwerthung finden können, muss eine eingehende Untersuchung größerer Formengruppen herausstellen. Wahrscheinlich wird sich da zeigen, dass sie nicht zu hoch in ihrer Bedeutung angeschlagen werden dürfen. Die Aufgabe einer Monographie ist es, die angeregten Punkte zu entscheiden.

Arhabdomonas vulgaris.

(Fig. 91—105.)

Was bei Bodo jaculans über den Zustand unserer systematischen Kenntnisse der niederen Flagellaten gesagt ist, gilt in noch viel höherem Grade von den eigentlichen Monaden. Zwar hat neuerdings Bütschli in seiner vortrefflichen Bearbeitung eine Sichtung versucht und auch entschieden den richtigen Weg betreten. Indessen zeigt sich bei genauer Prüfung im Einzelnen noch so viel des Zweifelhaften und Unklaren, dass ein Abschluss noch in weite Ferne gerückt erscheint. Bei einer monographischen Bearbeitung dieser Formen werde ich dies zu beweisen suchen. Hier sei nur eine Form beschrieben, die ich genau studiren konnte, ohne Rücksicht auf ihre verwandtschaftlichen Verhältnisse. Wenn ich ihr einen neuen Namen gebe, so will ich damit nur andeuten, dass sie sich in keinen der bisher abgegrenzten Formenkreise einreihen lässt, ohne darüber abzusprechen, ob sie nicht nach einer umgestalteten Anschauung sich doch als zu ihnen gehörig ausweisen wird.

Meine Arhabdomonas (vom Fehlen der sog. Mundleiste) zeigt in vieler Hinsicht innige Anlehnung an die Cienkowski'sche[1] Spumella

[1] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VI. p. 433 f.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vulgaris, die ja auch von Bütschli[1] studirt ist. Namentlich das Fehlen der Mundleiste aber, so wie auch Verschiedenheit des Cystenzustandes trennen sie von ihr. Auf das Vorhandensein der Mundleiste, eines morphologisch fassbaren und definirbaren Organs, ist meiner Ansicht nach überhaupt ein großes Gewicht zu legen.

Unsere Form ist im fertigen Zustand fast genau kugelförmig; ihre Größe ist sehr verschieden und bewegt sich in denselben Grenzen wie es Bütschli von der Oikomonas Termo angegeben hat. Die Monade schwimmt mit zitternder Bewegung frei umher, festsitzende Exemplare habe ich nie gesehen. Sie kommt in Algeninfusionen mit Spumella vulgaris und anderen Monaden häufig vor. Ihr Körper ist aus feinkörnigem, blassem Cytoplasma aufgebaut und besitzt die Fähigkeit der Metabolie in nur geringem Grade. Die einzigen Formveränderungen bestehen eigentlich in langsamem Wechsel zwischen kugeligem und breit eiförmigem Umriss. An einer Stelle der Peripherie ist die Hauptcilie inserirt, die nicht lang ist, den Durchmesser des Körpers nur wenig an Länge übertrifft. Sie ist meist gerade ausgestreckt, oft auch etwas hin- und hergeschlängelt (Fig. 91). Ihr Insertionspunkt zeichnet sich in keiner Weise vor jeder beliebigen Stelle der Körperoberfläche aus. Neben ihr findet sich immer noch eine kleine Nebencilie, ungefähr von der halben Länge und etwas dünner. Ihre Stellung ist stets so, dass sie in Bezug auf den Kern, und die kontraktile Vacuole bestimmt orientirt ist. Bezeichnet man die Seite, an der der Kern liegt, als die linke, so ist die Nebencilie immer rechts neben der Hauptcilie inserirt. Beide Cilien sind immer leicht zu erkennen.

Die kontraktile Vacuole liegt auf der rechten Körperseite in der oberen Hälfte und meist der Oberfläche genähert. Sie ist im Verhältnis zur Körpergröße klein, ihre Kontraktionen folgen sehr schnell auf einander. Ihr gegenüber liegt der Zellkern von gewöhnlichem bläschenförmigen Bau. Kerntheilungsstadien habe ich nicht gesehen. In Fig. 97 ist eine Monade dargestellt mit zwei Kernen; wahrscheinlich war das die Einleitung einer Theilung. — Von einer Mundleiste zeigt unsere Form nichts. Die Nahrungsaufnahme wird durch eine Vacuole bewerkstelligt und verläuft in den meisten Fällen ganz, wie es oben für Bodo jaculans geschildert worden ist. Der Ort, wo die nahrungsaufnehmende Vacuole entsteht scheint kein ganz bestimmter zu sein; indessen bildet sie sich am häufigsten etwas unterhalb der Nebencilie (Fig. 92). Eine eigenthümliche Erscheinung ist es, dass sie sich zu großen blasenförmigen Anhängen erweitern kann, Anhänge, die oft den Körper selbst

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 212.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

an Volumen übertreffen (Fig. 93—97) und beliebig an dessen Peripherie herumwandern können. Es sieht aus, als ob von innen her der Körper aufgebläht werde und der feste Theil nun an der Blase sich fortwährend verschiebe. Woher so plötzlich die großen Flüssigkeitsmengen genommen werden, die zur Füllung dieses großen Anhangsorganes nöthig sind, ist nicht klar. Offenbar wird dies durch ein Saugen, eine osmotische Strömung bewirkt werden müssen; das Cytoplasma bleibt in Volumen und Aussehen dabei völlig unverändert und wird nur häufig abgeflacht oder sonst in seiner Form umgestaltet, es kann also an der Wasserabgabe nicht betheiligt sein. Der Cienkowski'schen Darstellung über die Art und Weise wie große Bacillenfäden und sogar längere Diatomeen durch die Vacuolen bei Spumella vulgaris aufgenommen werden, habe ich nichts hinzuzufügen; auch scheint bei derselben Form Bütschli schon dieselbe kolossale Größenzunahme des letzteren gesehen zu haben. Unsere Figuren stellen eine Reihe solcher Fälle dar. Zu bemerken ist nur noch, dass der ganze Vorgang auch eintritt, ohne dass Nahrung aufgenommen wird, er also nicht auf einen durch die letztere hervorgerufenen Reiz zurückzuführen ist, sondern als eine selbständige und selbstthätige Lebensäußerung betrachtet werden muss. Das Einsinken der Nahrungskörper selbst in die Vacuole geht in der bei Bodo und Codosiga beschriebenen Weise vor sich. Die an der betreffenden Stelle sehr dünne äußerste Grenzschicht der Vacuole öffnet sich und der Nahrungskörper gleitet hinein. Die Öffnung schließt sich hier sofort wieder, ist also nur aus dem ganzen Vorgang zu supponiren. Allmählich gleicht sich die bruchsackförmige Vorwölbung wieder aus und die Nahrung gelangt ins Cytoplasma, dem sie, ohne in Vacuolen eingeschlossen zu sein, eingelagert ist. Sind längere Bakterienfäden oder sonst langgestreckte Körper aufgenommen, so zieht sich das Plasma um diese herum und passt sich ihrer Gestalt an.

Die Ausscheidung der Ingesta wird dadurch bewerkstelligt, dass sich um dieselben eine Vacuole bildet, mit ihnen an irgend einen Punkt der Körperoberfläche rückt, sich hier öffnet und sie nach außen ausstößt. — Während der Nahrungsaufnahme und der Verdauung liegen die Monaden ziemlich ruhig, nur die Cilien sind in langsam pendelnder Bewegung. Nach der Abscheidung der Ingesta tritt dann wieder lebhafteres Umherschwärmen ein, bis wieder die Vacuolen sich bilden. Auf diese Weise erreichen die Exemplare oft eine bedeutende Größe, ehe der Process der Zweitheilung eintritt.

Der letztere wird bei unserer Form eingeleitet durch den Verlust der Nebencilie, die eingezogen wird. Es steht das mit den Angaben von Bütschli (l. c. 213) in so fern in Widerspruch, als derselbe bei seiner

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Spumella vulgaris an dem sich zur Theilung anschickenden Individuum die vollständigen Geißelsysteme der Tochtersprösslinge sich anlegen sah, also »je eine Hauptgeißel mit einer Nebengeißel«. Neben der persistirenden Hauptcilie entsteht nun bei Arhabdomonas eine zweite und zwar nach der rechten Seite hin (nach der früher bezeichneten Orientirung). Zwei Kerne sind schon vorhanden, doch konnte deren Bildung nicht beobachtet werden. Es streckt sich der ganze Körper in die Breite, wobei die beiden Cilien aus einander rücken, bis sie schließlich an den entgegengesetzten Polen desselben stehen. Schon jetzt sind zwei kontraktile Vacuolen vorhanden, doch habe ich ihr Auftreten hier nicht in Bezug auf die primäre Vacuole prüfen können. Es tritt nun eine mittlere Einschnürung des Plasmas auf, die in ganz kurzer Zeit zu einem langen dünnen Faden ausgezogen wird, der endlich zerreißt und so die zwei Tochterindividuen trennt. Dieser Vorgang ist ja bekannt und schon seit lange beschrieben. Die jungen Monaden nehmen schnell wieder ihre kugelige Gestalt an, und man sieht erst jetzt neben der Hauptcilie die Nebencilie hervorsprossen. Die Nahrungsaufnahme beginnt sofort und das Wachsthum geht so schnell vor sich, dass man oft schon nach 20 Minuten sich dieselben wiederum zur Theilung anschicken sieht (Fig. 98). — Bei genügender Ernährung geht so die Vermehrung ins Unendliche fort und die Zoogloeenhäute, an denen sich die Monaden besonders aufhalten, sind über und über mit ihnen besät. In alten abgestandenen Infusionen beginnt sodann die Cystenbildung, und zwar in der von Cienkowski für Spumella vulgaris beschriebenen Weise.

Man sieht in den sich langsam bewegenden Monaden um den Zellkern herum sich eine kugelförmige Hülle von dichtem und dunkel erscheinendem Plasma ansammeln (Fig. 99), die allmählich größer wird und den halben Durchmesser der Monade ungefähr erreicht. Dabei wird das Cytoplasma der letzteren lichter und zeigt sich häufig von einer großen Zahl von Vacuolen durchsetzt (Fig. 100 und 101). Die Bewegung wird nicht unterbrochen, indessen wird sie fortwährend weniger energisch. Um die dichtere Plasmakugel wird sodann eine dünne Membran ausgeschieden, die später noch etwas in die Dicke wächst, aber nie besonders mächtig wird. Endlich werden die Cilien abgeworfen, und der übriggebliebene Theil des Monadenkörpers schrumpft zusammen und zersetzt sich bald im Wasser vollständig, so dass keine Spur von ihm übrig bleibt (Fig. 102—103). Die Cysten stellen dann kleine runde Zellen dar, an denen übrigens ein halsförmiger Fortsatz, wie ihn Cienkowski beschreibt nicht vorhanden ist. Ihr Inhalt ist ziemlich dunkel und grobkörnig, lässt aber den Zellkern deutlich hindurchscheinen. Ein einziges Mal habe ich eine sehr interessante Bildung beobachtet, die in Fig. 105 dargestellt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist. Es hatte sich hier im Inneren des Monaskörpers nicht bloß eine einzige Cyste gebildet, sondern es waren deren drei angelegt, die schon mit einer Membran umgeben waren, also vollkommen ausgebildet schienen. In jeder von ihnen war ein Zellkern wahrzunehmen, es musste demnach eine Kerntheilung stattgefunden haben. Allerdings war das betreffende Exemplar ein ausnehmend großes und bot Masse genug für jene drei Fortpflanzungszellen dar. Leider konnte ich die weitere Entwicklung nicht abwarten.

Die Keimung der Cysten habe ich zufällig nur einmal beobachtet. Es trat in diesem Falle durch ein Loch in der Membran der Inhalt aus, als vollkommen ausgebildete, wenn auch kleine Monade (Fig. 104 *a* u. *b*). Die beiden Cilien waren vorhanden, der Zellkern war in seiner gewöhnlichen Lage, nur die kontraktile Vacuole schien noch zu fehlen. Kurz nach dem Austritt vergrößerte sich der Organismus durch Wasseraufnahme bedeutend. Dann verschwand er leider bald aus dem Gesichtsfeld.

Monas Guttula Ehrbg.

(Fig. 115—120.)

Diese allbekannte und vielfach untersuchte Flagellate entwicklungsgeschichtlich und histologisch noch einmal zu behandeln könnte als überflüssig erscheinen unter Hinweis auf die Arbeiten von Cienkowski[1], Bütschli[2], Stein[3] und Anderer. Bei genauerem Studium findet sich indessen noch eine ganze Anzahl Punkte, die nachzutragen oder zu berichtigen sind und am besten einer kurzen allgemeinen Darstellung eingeschaltet werden. Speciell dürfte es von Interesse sein hier die Sporenbildung bestätigt zu sehen, die Cienkowski seiner Zeit fast als einzige ihrer Art beobachtet hat, und die nach ihm meines Wissens nicht wieder beschrieben wurde.

Unter den Merkmalen, durch die Bütschli in seiner neuen Zusammenstellung die Gattung Monas charakterisirt, ist meines Erachtens eines der wichtigsten das Vorhandensein einer »Mundleiste«. Mag auch dies Organ eine Bedeutung haben, wie es will, es ist bei der resp. Form stets vorhanden und nimmt stets einen bestimmten morphologisch definirbaren Ort ein. Dass es bei der Nahrungsaufnahme durchaus nicht betheiligt ist (wenigstens bei Monas Guttula nicht), ist lange bekannt, indessen stehe ich nicht an es als Homologon des Mundringes bei Cyathomonas, des Stäbchenapparates bei Peranema zu bezeichnen. Ob es bei

[1] Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VI. l. c.
[2] Diese Zeitschr. Bd. XXX.
[3] l. c. Taf. I. Abth. VI.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Monas funktionslos ist, lässt sich schwer oder gar nicht entscheiden; wahrscheinlich ist das allerdings nicht. Dagegen spricht zum Beispiel, dass es bei der Körpertheilung nicht wie z. B. die kontraktile Vacuole neugebildet wird, sondern stets durch Theilung des schon vorhandenen sich vermehrt. Die Mundleiste ist bei Monas Guttula ein feines, etwas gebogenes Stäbchen, das, wenn wir die Orientirung von Arhabdomonas auf Monas übertragen, stets auf der rechten Körperseite liegt. Es ist ziemlich stark lichtbrechend und zeigt völlig dieselben chemischen Reaktionen wie der Mundring von Cyathomonas, d. h. in Kalilauge löst es sich schnell, während Säuren, besonders Schwefelsäure, ohne Einwirkung bleiben und Farbstoffe nicht aufgenommen werden. Bei seiner großen Feinheit habe ich eine Einkerbung oder eine Zusammensetzung aus mehreren Stücken nicht sehen können; es macht übrigens stets einen einheitlichen Eindruck. Bei der Theilung wird die Mundleiste einfach halbirt, und die Hälften wandern in den neuen Individuen an ihre gewöhnlichen Plätze.

Der Kern von Monas Guttula ist bläschenförmig mit nicht zu großen Kernkörperchen. Er liegt stets links von der Hauptcilie, etwas unter ihm nach rechts hinüber die kontraktile Vacuole, deren Pulsation sehr schön und leicht zu verfolgen ist. Neben der Hauptcilie ist immer noch eine feine kurze Nebencilie befestigt, die verhältnismäßig schwer wahrzunehmen ist. Beide zeigen meist einen etwas geschlängelten Verlauf. Das Körperplasma ist glänzend und feinkörnig von einer äußerst dünnen Hautschicht begrenzt. Im Allgemeinen ist der Umfang des Körpers ein ungefähr kugeliger, häufiger etwas in das eiförmige verzogen und nicht selten etwas abgeplattet. Junge Exemplare zeigen häufig eine amöboide Gestaltveränderung, wie in Fig. 116 *a*, *b*, *c* dargestellt ist. Die Gestalt der vorgestreckten Pseudopodien wechselt zwischen einer kurzen und rundlich abgestumpften und ziemlich langgestreckten, spitzen Formen. Angeheftete Exemplare habe ich leider nicht gesehen. — Die Nahrungsaufnahme erfolgt ganz, wie es Cienkowski zuerst beschrieben hat (Fig. 117—119). Die nahrungsaufnehmende Vacuole bildet sich immer auf der linken Körperseite über dem Kern; sie schießt in Gestalt eines langen abgerundeten Cylinders hervor, die Beute versinkt in ihr in der gewöhnlichen Weise. Dann erfolgt genau mit Bütschli's zu vergleichenden Angaben über Oikomonas Termo übereinstimmend ein seitliches Herabgleiten der Vacuole an der Körperoberfläche, wobei sie allmählich an Größe abnimmt. Schließlich liegt sie als gewöhnliche Nahrungsvacuole im unteren Körpertheile, und da oft viele Körper kurz nach einander aufgenommen werden, können solcher Nahrungsvacuolen eine ganze Anzahl zusammenkommen. Wie die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausscheidung der Ingesta am gewöhnlichen Individuum besorgt wird, kann ich nicht angeben; ich sah dies immer nur beim Theilungsprocess und es wäre nicht unmöglich, dass sie überhaupt nur dann stattfindet, da die Theilungen sehr schnell auf einander folgen.

Abgesehen von der Zellkerntheilung, die ich, wie erwähnt, nie gesehen, lassen sich alle Theilungsdetails sehr genau verfolgen. Die Theilung beginnt mit der Spaltung der Mundleiste und der Erzeugung einer zweiten Hauptcilie. Entgegen Bütschli muss ich betonen, dass die Nebencilie immer vorher eingezogen wird, was übrigens auch in den Stein'schen Abbildungen angedeutet zu sein scheint, so weit sie nicht Kopien sind. Fig. 115 *a* zeigt ein solches Theilungsstadium. Der Körper ist etwas gestreckt, an der oberen Langseite sitzen etwas von einander entfernt die beiden Hauptcilien, unter einer jeden derselben befindet sich eine Mundleiste und ein Zellkern; die kontraktile Vacuole ist noch in ihrer gewöhnlichen Lage vorhanden. In Fig. 115 *b* sind die beiden Cilien schon mehr aus einander gerückt, mit den unter ihnen liegenden Binnenkörpern, die Ingesta sind theils im Plasma lose zerstreut, theils in eine Vacuole eingeschlossen. Statt der einen kontraktilen Vacuole sind dagegen drei vorhanden, rechts und links neben der primären noch je eine. Hieraus, so wie ferner aus der Thatsache, dass im nächsten Stadium nur noch zwei im Ganzen wahrzunehmen sind, ergiebt sich, dass die kontraktilen Vacuolen beider Sprösslinge neu gebildet werden, und dass die alte nicht mehr vorhanden ist (vgl. Fig. 115 *b*—*e*). Fig. 115 *c* zeigt in so fern eine Veränderung, als die beiden Cilien jetzt einander ganz gegenüber stehen, die neuen kontraktilen Vacuolen ebenfalls mehr polwärts gewandert sind und alle Ingesta von einer einzigen ungefähr in der Mitte des Körpers liegenden Vacuole umschlossen werden. Diese ist in der folgenden Figur an die Oberfläche getreten und nur durch eine dünne Lamelle von dem äußeren Medium getrennt. In Fig. 115 *e* hat sie sich geöffnet und ihre Inhaltskörper ausgestoßen; gleichzeitig ist eine starke Einschnürung des Körpers eingetreten, und man sieht sehr schön wie die eine kontraktile Vacuole sich allmählich dem ihr zukommenden Platz an der rechten Körperseite nähert. Die Wandung der Nahrungsvacuole fällt zusammen, und die nur noch vorhandene dünne Plasmabrücke zerreißt und isolirt so die Theilstücke. Häufig wird noch längere Zeit ein schwanzförmiger Anhang mitgeschleppt. Jetzt erst beobachtet man wieder eine Nebencilie.

In Fig. 120 ist ein Theilungszustand eines Riesenexemplares wiedergegeben, der sich dadurch auszeichnet, dass die Theilung schon ziemlich weit vorgeschritten ist, ohne dass neue kontraktile Vacuolen gebildet und die Ingesta in eine Vacuole eingeschlossen sind. — Ganz besonders

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

interessant ist es, dass Cienkowski an unserer Monas beobachtete, »wie an beliebiger Stelle der Zoospore eine Ausstülpung oder ein Zweig entstehen kann, der sich dann durch Abschnürung in ein neues Individuum verwandelt«. Dadurch wird ein klares Licht auf die früher von Bodo jaculans beschriebenen Theilungszustände geworfen.

Auch die interessante Cystenbildung wurde bisher einzig und allein von Cienkowski beobachtet. Ich habe dieselbe vollkommen getreu seiner Darstellung verlaufen sehen, die hier kurz angeführt sein mag: »Es entsteht in der sich noch bewegenden Zoospore nahe an ihrer Basis der Ruhezustand in Form eines Kügelchens mit einem sehr kurzen Hals versehen. Je nachdem nun diese Cyste schärfere Umrisse erhält, wird die Zoospore unbeweglich, darauf verschwindet ihr protoplasmatischer Körper sammt der Cilie und der pulsirenden Vacuole, die fertige Cyste freilassend. Die Größe der letzteren ist 0,012 mm, die der Zoospore, in welcher sie entstand, 0,014—0,016 mm. Der Inhalt der Cyste ist von glasiger oder feinkörniger Konsistenz.« Ich habe dazu noch zu bemerken, dass die Cystenbildung hier ebenfalls um den Zellkern herum stattfindet. Cienkowski zeichnet (l. c.) den kleinen halsförmigen Fortsatz der Cyste offen, ich habe ihn nur als geschlossenen Vorsprung, ja eigentlich nur als knotenförmige Verdickung der Membran gesehen. Die Keimung der Cyste scheint Cienkowski nicht gesehen zu haben, wenigstens sagt er darüber nichts. Sie gestaltet sich unter denselben Bedingungen ganz wie bei Arhabdomonas, d. h. durch ein Loch in der Membran tritt der Inhalt aus, gleich wieder in Gestalt einer kleinen Monade, an der ich jedoch nur eine Cilie wahrgenommen habe. Die Nebencilie wird wegen ihrer Feinheit übersehen sein.

Hiermit wäre der Entwicklungsgang von Monas Guttula geschlossen. Was die verwandten Formen betrifft, so Monas vivipara Ehrbg., Monas socialis Kent etc., so scheinen sie im Allgemeinen viel Ähnlichkeit zu bieten. Ich habe leider noch keine von ihnen untersuchen können. In wie fern die Cystenbildung von Monas socialis mit Monas guttula quadrirt oder nicht, ist nach den Kopien bei Bütschli[1], die ich allein kenne, schwer zu sagen. Übrigens mag hier bemerkt werden, dass es völlig falsch sein würde, die Cystenbildung von Monas, Arhabdomonas und Chromulina als etwas absolut Eigenthümliches zu betrachten. Nach Allem scheint mir die Gattung Monas im neuesten Bütschli'schen Sinne eine der bestbegründeten der ganzen Monadinenreihe zu sein. Doch auch darüber bei anderer Gelegenheit mehr.

[1] Protozoen. Taf. XLI, Fig. 2 *b* und *c*.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Amoeba diffluens (Müll.) Ehrbg.

(Fig. 87—90.)

Unter diesem Namen möchte ich hier ein amöbenartiges Wesen beschreiben, nicht sowohl weil es in seiner Entwicklung besonders interessante Details böte, als desshalb, weil ich es für nützlich halte, um in dem Chaos der niederen Rhizopoden endlich einen freieren Überblick zu erhalten, jede vollkommen studirte Form scharf hinzustellen. Wenn ich den vorliegenden Organismus mit dem Ehrenberg'schen[1] identificire, so geschieht es hauptsächlich auf Grund seiner Abbildungen. Was Müller[2], von dem der Name stammt, darunter verstanden haben mag, dürfte schwer zu eruiren sein. Bestimmt abweisen muss ich von vorn herein eine Zusammenziehung mit Amoeba radiosa[3] und somit auch mit dem Podostoma filigerum von Claparède und Lachmann[4]. Unsere Amöbe, ungefähr von der Größe der mittleren Form von Amoeba radiosa, fand ich in Infusionen ziemlich häufig und stets in großer Anzahl. Sie bewegt sich sehr träge und langsam, und die Pseudopodien werden ebenfalls nur langsam ein- und ausgezogen. Das Cytoplasma der Amoebe ist ziemlich feinkörnig, selten sind größere Körnchen eingestreut, die dann wohl immer als Nahrungskörper gedeutet werden müssen. Eine ziemlich dicke Hautschicht begrenzt das Cytoplasma nach außen. In dem letzteren findet in der bekannten Weise lebhafte Strömung statt, die den Zellkern mit hin und her reißt. Dieser erscheint als ein deutlich sichtbares rundes Körperchen, das in seinem Bau von dem anderer Amöbenformen etwas abweichen dürfte. Es lässt sich an ihm zu äußerst eine dicke Kernmembran (oder dünne Kernrindenschicht?) unterscheiden, in dem Kernsaft sind zahlreiche, kleine Chromatinkörperchen vertheilt, Kernmembran und Körnchen färben sich mit Karmin dunkelroth. Die Kerntheilung geht durch Einschnürung vor sich, wobei die Chromatinkörnchen sich in zwei gleiche Partien sondern und den Hälften zugetheilt werden. Sie ist immer zugleich mit einer Theilung des ganzen Körpers verbunden (Fig. 88), die durch Auseinanderziehen erfolgt; mehrkernige Exemplare habe ich nie gesehen.

Die Gestalt der Pseudopodien ist charakteristisch für unsere Form. Sie werden immer nur in geringer Zahl (zwei bis vier) gebildet und können an jeder beliebigen Körperstelle hervortreten. Oft laufen sie ganz spitz aus (Fig. 87 *a*), meistens aber sind sie am Ende leicht abgerundet.

[1] l. c. p. 127. Taf. VIII, Fig. 12.

[2] Animalcula infusor. fluviat. et marina. 1786. p. 9. Taf. II, Fig. 1—12.

[3] Bütschli in: Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878. p. 271.

[4] Études sur les infusoir. et les rhizopod. 2. p. 441. Taf. XXI, Fig. 5 und 6.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sie stellen mehr oder weniger langgestreckte, gerade, zugespitzte Zapfen dar, in die das körnige Cytoplasma ziemlich weit vordringt. Nur ihre Spitze ist von hyalinem Plasma gebildet, selten eine längere Strecke derselben; wie im Körperplasma so ist auch in ihrem Inneren stets eine lebhafte Strömung zu bemerken, die äußerste Schicht dagegen ist immer in Ruhe und scheint sogar eine ziemliche Festigkeit zu besitzen. Kleine ihr anhaftende Fremdkörperchen verändern ihre Lage nicht. Die Nahrungsaufnahme erfolgt durch Umfließen der Nahrungskörper. Als solche fungiren Bakterien, kleine grüne Algen, ja hin und wieder auch größere Diatomeen.

Charakteristisch für diese Form ist noch ihre Cystenbildung, die mit der mancher Monaden und Bodonen übereinstimmt. Die Amöbe kontrahirt sich zu diesem Behufe zu einem kugeligen Klümpchen und bildet ihre Hautschicht zu einer festeren Membran um; die kontraktile Vacuole, deren Pulsationen übrigens sehr langsam verlaufen (sie ist stets in Einzahl vorhanden, hat aber keinen bestimmten Platz im Körper), verschwindet, und längere Zeit hindurch finden lebhafte Strömungen und Verschiebungen im Inneren statt. Dann beginnt sich der Inhalt von der Membran zurückzuziehen und innerhalb derselben eine jetzt dunkler gefärbte Kugel zu bilden. Nahrungsreste, so weit sie vorhanden sind, werden jetzt abgeschieden und in dem Raum zwischen der Kugel und der äußeren Membran abgelagert (Fig. 89). Der Kern bleibt deutlich sichtbar. Nun scheidet diese Kugel abermals eine Membran aus, eine derbe, etwas bräunliche Hülle, die Cellulosereaktion aufweist. Doppelter Kontur ist an ihr deutlich wahrzunehmen, ich möchte sogar annehmen, dass sie aus zwei Lamellen, einer äußeren dickeren und einer feinen inneren zusammengesetzt sei. Diese Form der Cystenbildung unterscheidet sich sonach wesentlich von den bei anderen Amöben bekannten Vorgängen, wo eine zweimalige Abscheidung einer Hülle meines Wissens nicht vorkommt.

Der Keimung der Cysten geht eine wiederholte Kerntheilung voraus, die wesentlich in derselben Weise verläuft, wie im umherkriechenden Individuum. Die Zahl der so gebildeten Kerne ist verschieden, jedoch nicht sehr groß. Um jeden derselben gruppirt sich eine Plasmaportion, das Ganze zerfällt in eine Anzahl von »Sprösslingen«, die noch in der Cystenhaut sich hin- und herbewegen. Durch die letztere bohrt sich sodann jedes Theilstück eine feine Öffnung und tritt als kleine Amöbe aus derselben hervor (Fig. 90). Diese nehmen sofort wieder die Gestalt und Eigenthümlichkeiten des Mutterindividuums an; wie die kontraktile Vacuole sich bildet, habe ich nicht beobachten können. Darin, dass die jungen Amöben sofort wieder die Eigenthümlichkeiten der alten an-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nehmen und dieselben auch unentwegt beibehalten, möchte ich die Formbeständigkeit unserer Form angedeutet sehen, und somit die Berechtigung beanspruchen, sie unter dem Namen Amoeba diffluens vorläufig als besonderen Gestaltungstypus aufzuführen.

Was die Ortsbewegung dieser Amöbe anbetrifft, so ist dieselbe, wie schon oben erwähnt, äußerst langsam; man kann ein und dasselbe Individuum lange im selben Gesichtsfelde behalten und kontinuirlich beobachten. Die Cystenbildung scheint nach Erreichung einer bestimmten Körpergröße regelmäßig einzutreten, also nicht von äußeren Einflüssen bedingt zu sein. Ich habe junge aus Cysten eben austretende Amöben bis wieder zur endlichen Encystirung verfolgt.

Grassia Ranarum.

(Fig. 79—86.)

In seiner vortrefflichen Arbeit »Intorno ad alcuni protisti endoparassitici[1]« erwähnt Grassi einen eigenthümlichen Organismus, dem er einmal im Blute des Laubfrosches begegnet ist. Er nannte ihn »Monere (?) delle Raganelle«. Seine Angaben über denselben lauten folgendermaßen (l. c. p. 198): »È un corpusculo tondeggiante di diametro variabile da mm 0,0034 a 0,0048, finissimamente granelloso, multiradiato; i raggi sono ottusi e mobili, uguali tra loro per grossezza e lunghezza in uno stesso, ma non in tutti gli individui. Non ho deciso se i raggi coprono tutto il corpo in modo da renderlo simile ad un riccio di castagne, oppure se sono limitati ad una zona. Non ho potuto sorprendere nè il formarsi di raggi nuovi, nè lo scomparire di quelli già esistenti. Per un momento tutti i raggi si mantengono, in moto, oscillando tutti nella medesima direzione. Non potei rilevare la presenza di un nucleo.« Im Weiteren vermuthet er, dass er mit den von Laveran[2] im Blute von Malariakranken aufgefundenen Organismen in Beziehung stehen könnte. Ich habe leider die Laveran'sche Arbeit mir nicht verschaffen können, so dass ich mich auf dieses Citat beschränken muss.

Offenbar denselben Organismus hatte ich vor einiger Zeit Gelegenheit zu beobachten. Ich nenne ihn dem Entdecker zu Ehren Grassia (Gr. ranarum). Er fand sich in großer Zahl im Magenschleim von Rana esculenta, den ich auf Flagellaten durchsuchte; der Vergleich mit einer Kastanienfruchtschale ist nicht unzutreffend. Die wechselnden Größenverhältnisse stimmten ganz gut mit den von Grassi angegebenen. Der eigentliche Körper dieses Wesens stellt eine im Allgemeinen runde Zelle dar, die von einer dünnen Hautschicht umgeben ist und aus fein granu-

[1] Atti della Soc. italiana di scienze naturali. 1881. p. 197. Taf. II, Fig. 39.
[2] Nat. parasit. d. Accidents d'Impaludisme. 1881.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lirtem Cytoplasma besteht. Peripherisch in derselben liegt meistens eine, seltener zwei kontraktile Vacuolen, die in sehr kurzen Pausen sich kontrahiren und wieder bilden. Außer denselben unterscheidet man im Inneren noch deutlich einen Kern, der auf den ersten Blick gleichmäßig dicht und dunkel erscheint. Bei Behandlung mit Essigsäure zeigt er sich indessen aufgebaut aus einer dünnen Kernmembran und einem dunkelkörnigen Inhalt; die Membran und die Körner färben sich mit Methylgrün intensiv. Theilungszustände habe ich nicht auffinden können. — Die Fähigkeit der Metabolie kommt dem Körper der Grassia in bedeutendem Maße zu (Fig. 81 u. 82), sehr häufig nimmt er dabei herz- oder bohnenförmige Gestalt an. Von seiner ganzen Oberfläche aus strahlt eine zahllose Menge von derben Cilien, deren Länge seinen Durchmesser meist um das Doppelte übertrifft, und die oft so dicht bei einander stehen, dass man kaum zwischen ihnen hindurch sehen kann. An ihren Enden nicht zugespitzt nehmen sie während der Ruhe eine geschlängelte Gestalt an, wie ich das in meinen Figuren 79—82 dargestellt habe. Während der Bewegung schlagen sie in eigenthümlicher Weise alle nach derselben Seite, wie es auch Grassi angiebt, und bewirken so eine langsame Rotation des ganzen Organismus (Fig. 86). Mit Zusatz von etwa 1%iger Kochsalzlösung kann man den letzteren über 12 Stunden lang lebend erhalten.

Eine besondere Struktur dieser Cilien ist nicht wahrzunehmen. Sie scheinen sehr weich und flexibel zu sein, sind jedoch in ihrer Zahl, Stellung und Länge beständig und also nicht etwa als Pseudopodien aufzufassen, wie es Grassi zu thun scheint. Die Dichtigkeit ihrer Stellung an verschiedenen Exemplaren variirt sehr. Einige Male sah ich, wie einzelne Individuen alle Cilien einzogen und sich zu kleinen Kugeln abrundeten. Wahrscheinlich war dies der Anfang eines Encystirungsprocesses. Leider gingen die betreffenden Präparate zu Grunde, ehe weitere Veränderungen eingetreten waren.

Von Entwicklungsvorgängen beobachtete ich noch die Theilung, die sehr häufig eintrat und immer in wenigen Minuten beendet war. Sie begann damit, dass der Körper eines Grassia-Exemplares sich in die Länge streckte, wobei zunächst noch ein einfacher Kern sichtbar blieb. Bald traten dafür zwei Kerne auf, die in die Pole der sich theilenden Zelle wanderten. Der mittlere langgestreckte Theil des Körperplasmas war hyalin, körnchenfrei; eben so war er stets frei von Cilien. Die letzteren wiesen nun eine äußerst eigenthümliche Erscheinung auf, indem sie an den noch zusammenhängenden, durch eine Plasmabrücke verbundenen Theilstücken stets nach entgegengesetzten Seiten schlugen, so zwei Feuerräder darstellend, die nach links und rechts aus

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einander rollen (Fig. 85). Es ist das um so interessanter, als erst in neuerer Zeit von Weismann[1] und Gruber[2] gerade auf eine entgegengesetzte Erscheinung bei sich theilenden Infusorienindividuen hingewiesen wurde. Gruber sah nämlich, dass bei »sich theilenden Exemplaren von Stentor die hintere und die vordere Hälfte übereinstimmende Bewegungen ausführten, so lange auch nur ein Faden von Protoplasma sie verband«. Er hat dies außerdem noch bei vielen anderen Arten im Theilungsstadium wahrgenommen. Dass jedoch diese synchronischen Bewegungen nicht allgemein statthaben, dürfte durch den vorliegenden Fall bewiesen sein; vielleicht modificirt das auch etwas die gemachten Folgerungen.

Hiermit schließen meine Bemerkungen über Grassia ab. Es wäre wohl zu wünschen, dass das Wesen dieses interessanten Organismus weiter aufgeklärt würde. Über seine systematische Stellung wage ich keine Meinung abzugeben, da die vorliegenden Daten zu unvollständig sind. Wahrscheinlich wird er später bei den sogenannten Heliozoen untergebracht werden müssen. — Beachtenswerth ist noch, dass Grassi ihn im Blut, ich dagegen nur im Magen des Frosches auffand, so viel ich auch im Blut desselben Thieres danach suchte.

Protochytrium Spirogyrae Borzi.

(Fig. 121—130.)

In einer ausführlichen und trefflich durchgeführten Arbeit hat Borzi[3] unter diesem Namen einen Parasiten von Spirogyra- und Zygnemaformen beschrieben, der in seiner Entwicklungsgeschichte viel Interessantes bietet. Er schließt sich in mancher Hinsicht an gewisse niedere Flagellaten, die sog. Monadinen an, weicht aber andererseits beträchtlich von ihnen ab. Zopf[4] hat ihn in seinem neuesten Buche als Protomonas Spirogyrae zu den sog. zoosporen Monadinen gestellt, in unmittelbare Nähe von Protomonas amyli (Bodo angustatus Dujard.) und den Pseudosporaformen, mit denen er in der That eng zusammenhängt. Bisher war er noch nicht sicher in Deutschland beobachtet, ich habe ihn neulich in einer Spirogyrenkultur massenhaft angetroffen. Da ich in einigen Punkten weiter gekommen bin als Borzi, so mag die folgende Darstellung gestattet sein.

Äußerlich zeigt sich die Anwesenheit des Parasiten darin, dass die

[1] Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biol. Centralbl. IV, 21. 1885. p. 655.

[2] Über künstliche Theilung bei Infusorien. Daselbst. IV, 23. 1885. p. 720.

[3] Nuovo giorn. botan. Ital. XVI. No. 1. 1884.

[4] Die Pilzthiere. 1885. p. 123.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Algenmassen missfarbig werden und sehr schnell zu Grunde gehen. Mikroskopisch gewahrt man in den abgestorbenen Zellen, deren Inhalt unregelmäßig klumpenförmig kontrahirt ist (Fig. 121), eine große Menge kleiner nackter Plasmaklümpchen, die sich träge hin- und herbewegen, dabei Stärkekörner oder Chlorophyllbandstücke der Nährzelle eingeschlossen halten. Es sind das die jungen vegetativen Zustände von Protochytrium. Längere Beobachtung zeigt, dass dieselben sich völlig wie kleine Amöben verhalten. Sie bilden kurze stumpfe Pseudopodien, verlängern und verschmälern sich, um dann allmählich wieder in einen ungefähr kugeligen Zustand überzugehen. Indessen bleibt es nicht immer bei der Bildung stumpfer Pseudopodien, sondern es treten hin und wieder auch ganz feine, lang ausgezogene und spitze auf, in Einzahl oder Mehrzahl, die dann auch durch eigenthümliche Bewegungen mehr an Cilien erinnern (Fig. 122 *c*). Alle Bewegungen gehen langsam und träge vor sich, und erfordern längere Zeit, um wahrgenommen zu werden. Das Cytoplasma der kleinen amöbenähnlichen Körper ist feinkörnig; die Peripherie wird immer von einem ziemlich breiten Hyaloplasmastreifen umsäumt. Eine kleine schnell pulsirende kontraktile Vacuole tritt deutlich hervor, sie wird mit den Plasmaströmungen beliebig im Körper verschoben. Borzi giebt an, dass diese Amöben keinen Kern enthalten. Ich habe einen solchen indessen stets beobachtet, gefärbte Exemplare lassen ihn sogar ziemlich deutlich hervortreten. Er ist im Verhältnis klein und erscheint bei schwächerer Vergrößerung als einfacher, dunkler Körper (s. Fig. 122 etc.). Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 127) sieht man indess, dass dieser dunkle Mittelkörper von einem schmalen hyalinen Hof umgeben wird, dass also der Kernbau der gewöhnlichen bläschenförmigen Gestalt entspricht. Nur ist der Binnenkörper an Masse vorwiegend. Die einzelnen Amöben wachsen durch Nahrungsaufnahme ziemlich stark heran; die größeren Exemplare entstehen jedoch immer durch Verschmelzung mehrerer, also durch die Bildung eines Plasmodiums. Solche Verschmelzungen hat Borzi in Menge abgebildet, ich gehe desshalb hier kurz darüber hinweg. Die Zahl der ein Plasmodium konstituirenden Amöben ist immer leicht an der Zahl der Kerne zu erkennen (Fig. 122 *b*). Die Plasmodien werden oft sehr groß, so dass sie den vierten bis dritten Theil der Spirogyrazelle einnehmen können. Die Nahrungsaufnahme geschieht durch einfaches Umfließen der Inhaltsbestandtheile der Nährzelle; dieselben werden sodann im Plasma hin- und hergeführt, bis schließlich die Ingesta durch eine Vacuole wieder ausgestoßen werden (Fig. 122 *b*). Auch im Plasmodium ist immer nur eine kontraktile Vacuole vorhanden.

Neben der Verschmelzung zu Plasmodien kommt auch Theilung der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einzelnen Amöben vor, die oft so häufig ist, dass die Nährzelle mit Individuen völlig vollgestopft erscheint. Die Theilung geht in der gewöhnlichen Weise vor sich, dadurch dass sich am Körper eine Einschnürung bildet und die Theilstücke dann langsam aus einander kriechen. Jedes derselben enthält wieder einen Kern und eine pulsirende Vacuole. — Das Verschmelzen der Amöben ist meistens das Zeichen der beginnenden Zoosporangienbildung. Zu dem Zweck bilden sich größere oder kleinere Plasmodien aus; einzelne Individuen sah ich nie Zoosporangien bilden, wie Borzi dies angiebt; vielmehr war stets durch die Mehrkernigkeit die Plasmodiennatur dargethan. Meistens stoßen die Plasmamassen die Ingesta vor der Sporangienbildung aus, selten bleiben dieselben im Inneren eingelagert. Die Plasmodien runden sich zu größeren oder kleineren Kugeln ab und umgeben sich mit einer dünnen glashellen Membran. In einer einzigen Spirogyrazelle werden oft vier bis fünf solcher Kugeln gebildet. Es treten nun lebhafte Umlagerungen in dem feinkörnigen Plasma ein, wahrscheinlich auch Kerntheilungen, und die etwa noch vorhandenen Ingesta werden an die Peripherie transportirt. Darauf sieht man plötzlich den ganzen Kugelinhalt in eine Anzahl kleiner Portionen zerfallen, jede einen Kern in ihrer Mitte aufweisend, die Anfangs noch polyedrisch neben einander liegen, bald aber sich abrunden und in eine wimmelnde Bewegung übergehen (Fig. 123 und 124). Die einzelnen Portionen sind in der Größe ziemlich ungleich, man findet große oft dicht neben winzig kleinen. Sie stellen die Zoosporen von Protochytrium vor. Ob auch hier jene eigenthümlichen, vorbereitenden Stadien bei der Zoosporenbildung sich finden, wie Büsgen[1] und ich[2] sie für niedere Pilze nachgewiesen haben, habe ich leider nicht untersuchen können. — Die Anzahl der in einem Zoosporangium gebildeten Zoosporen ist nicht groß, richtet sich jedoch nach den Dimensionen des ersteren, die sehr verschieden sein können. Zopf nennt die Zoosporangien Zoocysten. Die Zoosporen werden durch Verquellen der Sporangienwand frei. Sie stellen kleine eiförmige bis kugelige Zellen dar, die am einen Ende eine lange Cilie tragen oder auch wohl in eine solche ausgezogen sind. Ein Zellkern schimmert deutlich durch, dagegen habe ich mich vom Vorhandensein einer kontraktilen Vacuole nicht überzeugen können (Fig. 125). Sie schwimmen in der Spirogyrazelle lebhaft umher und sollen sogar nach Borzi nur durch die Desorganisation der letzteren ins umgebende Medium gelangen können. Dem muss ich widersprechen. Ich sah sehr häufig folgenden

[1] Büsgen, Die Entwicklung der Phycomycetensporangien. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. XIII.

[2] Fisch, Beiträge zur Kenntnis der Chytridiaceen. 1884. p. 21 f.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vorgang. Die Zoospore stellte durch Einziehen ihrer Cilie die Bewegung ein und legte sich, sich abplattend, an die Wandung der Spirogyrazelle an. Sie nahm so das Aussehen der erst beschriebenen kleinen Amöben an; vermittels eines feinen Fortsatzes wurde dann die Spirogyrazellwand durchbohrt (Fig. 126 *a*) und das Plasma der Zoospore trat durch die Öffnung an die Außenfläche; hier rundete es sich wieder ab, bildete eine Cilie und schwamm als bewegliche Zoospore davon (Fig. 126 *b*). Diesen Vorgang möchte ich als den normalen betrachten und den von Borzi beobachteten nur als zufälligen.

Wie lange die Zoosporen frei umherschwimmen können, weiß ich nicht; nach Analogie ähnlicher Fälle dürfte das jedoch nur kurze Zeit dauern; der Process des Eindringens in frische Spirogyrazellen geht ganz in derselben Weise vor sich, wie das Ausschlüpfen, nur mit dem Unterschiede, dass im Inneren der Nährzelle die Zoosporenform nicht wieder angenommen wird, sondern der Parasit im Amöbenstadium bleibt. Das Wachsthum der Amöben und die Zoosporenbildung erfolgen mit großer Schnelligkeit und viele Zoosporengenerationen folgen unmittelbar auf einander. Es zeigt sich das auch in der kolossalen Geschwindigkeit, mit der eine ganze Algenkultur von dem Parasiten zu Grunde gerichtet wird. Doch sind diese Verhältnisse schon eingehend von Borzi geschildert. Es erübrigt noch, dass wir auf die Bildung der Dauerform, der Cyste oder Sporocyste eingehen.

Derselben gehen Wachsthums- und Fusionsvorgänge voran, ganz wie vor der Zoosporangienbildung. Durch welche Einflüsse sie bedingt wird, ist nicht bekannt, wahrscheinlich durch Mangel an Nährmaterial. Eingeleitet wird sie ebenfalls durch eine Abrundung des Plasmodiums und Abscheidung einer festen Membran. Innerhalb der letzteren kontrahirt sich sodann der Inhalt zu einer oder zu zwei Kugeln, vorher gelangen die Ingesta zur Abscheidung (Fig. 128). Um die kugeligen oder eiförmigen Plasmamassen bildet sich endlich eine derbe, doppelt konturirte Hülle, im Inneren treten Öl- oder Fetttropfen auf und meistens geht die äußere Membran (Sporocystenhaut) schnell zu Grunde. Vor der Keimung der Cysten vertheilt sich das Fett gleichmäßig; der Inhalt zerfällt darauf in zwei Theile, die jeder für sich eine Öffnung durch die Cystenmembran bohren und als Amöben austreten (Fig. 129 bis 130).

Fragen wir nun nach der systematischen Stellung von Protochytrium, so liegt dessen Zusammenhang mit »Monas amyli« klar vor. Beide Formen den Bodonen zuzutheilen, scheint mir denn doch zu gewagt zu sein, wiewohl sich vielfache Beziehungen nicht verkennen lassen. Dass die zoosporen Monadinen andererseits niedere Flagellaten sind,

ist nicht zu bezweifeln. Ihre nähere Zusammenstellung mit den Vampyrellen etc. muss aber doch bestritten werden, wie bei anderer Gelegenheit gezeigt werden soll.

Erlangen, im Februar 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I—IV.

Alle Figuren sind nach der Natur gezeichnet, mit einer Vergrößerung, wie sie Zeiss Ocular 3 und Objektiv F geben. In den Fällen, wo dies nicht der Fall, ist es besonders bemerkt. Z. = Zeiss, Oc. = Ocular, Obj. = Objektiv, S. und Kr. = Seibert und Kraft, O. I. = deren homogene Immersion 1/12, I. IX = deren Immersion Nr. IX.

Fig. 1—24. Chromulina Woroniniana n. sp.

Fig. 1—9. Chromulina-Individuen in ihrer verschiedenen Größe und Körperausgestaltung.

Fig. 10. Ruhendes Individuum.

Fig. 11. Eben so, mit amöboid beweglichem Hinterende.

Fig. 12. Auf der Wasseroberfläche ruhende Chromulinazelle. Die dunkle Umrisslinie deutet die derselben anhaftende Luftschicht an.

Fig. 13. Kolonie von solchen ruhenden Zellen.

Fig. 14. Ein quergetheiltes, ruhendes Individuum.

Fig. 15. Ruhende Kolonie nach Entfernung der umhüllenden Luftschicht durch Druck. Durch die feinen Linien zwischen den Zellen ist die Dicke der jeder angehörigen Schleimlage bezeichnet.

Fig. 16 und 17. Längstheilungszustände.

Fig. 18 und 19. Zwei Stadien der Cystenbildung.

Fig. 20. Fertige Cyste.

Fig. 21 *a—f*. Auf einander folgende Ansichten einer die Wasseroberfläche durchbohrenden Zelle, von der Seite gesehen.

Fig. 22 *a—c*. Drei solche Zustände von oben gesehen. Der dunkle Kreis begrenzt den über dem Wasser befindlichen Zelltheil.

Fig. 23. Cysten in den großen Zellen eines Blattes von Sphagnum cymbifolium.

Fig. 24. Kerne und Kerntheilungen, mit Karmin gefärbt. *a—d*, siehe den Text.

Fig. 25—38. Cyathomonas truncata Fres.

Fig. 25 und 26. Zwei mit Jod getödtete Exemplare, an denen das »Balkensystem« deutlich hervortritt.

Fig. 27. Seitliche Ansichten von zwei Mundringen, der eine aus einem einheitlichen Streifen bestehend, der andere aus einzelnen Körnchen.

Fig. 28. Oberes Körperende mit sehr kleinem Mundring.

Fig. 29 und 30. Bauchansicht zweier Individuen.

Fig. 31. Ansicht von oben.

Fig. 32. Mundring von oben gesehen.

Fig. 33. Oberes Körperende nach Ausstoßung des Mundringes.

Fig. 34. Theil des Balkensystems. S. und Kr. I. IX.

Fig. 35. Theilungszustand.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 36. Ungefärbter Zellkern.
Fig. 37 *a* u. *b*. Zwei gefärbte Zellkerne, der eine fast ohne Chromatinkörner.
Fig. 38 *a—e*. Kerntheilung in fünf auf einander folgenden Stadien.
} 36—38. S. u. Kr. I. IX.

Fig. 39—57. Chilomonas Paramaecium.

Fig. 39. Ein stark mit Stärke erfülltes Exemplar. Schlund etc. nicht sichtbar.
Fig. 40. Ruhendes Individuum mit eingezogenen Cilien. Eben so.
Fig. 41. Vordere Körperpartie mit divergirend ausgebreiteten Cilien.
Fig. 42. Vordere Körperpartie, skizzirt, um die Einbuchtung zu zeigen.
Fig. 43. Dieselbe, von der Bauchseite gesehen, mit den Lippen und der Cilieninsertion.
Fig. 44. Getödtetes und mit Jod gefärbtes Exemplar. Die Stärkekörner blau gefärbt, die Hautschicht dunkler braun, als in der That der Fall war.
Fig. 45. Oberer Körpertheil eines Individuum mit zwei Zellkernen.
Fig. 46—48. Drei auf einander folgende Stadien der Cystenbildung.
Fig. 49. Fertige Cyste.
Fig. 50. Theilung des Cysteninhaltes bei der Keimung.
Fig. 51. Junge, aus der Cyste eben ausgetretene Chilomonaszelle.
Fig. 52. Ausgehungertes Exemplar. Statt der Stärkekörnerschicht nur eine Lage von Anaplasten vorhanden.
Fig. 53. Stärkekörner mit Stärkebildnern, herausgepresst.
Fig. 54. Eben so, in ihrer natürlichen Lage im Körper.
Fig. 55. Stärkebildner mit ganz kleinen Stärkekörnern.
Fig. 56. Lose Stärkekörner, die Schichtung zeigend.
Fig. 57. Oberer Körpertheil eines in Osmiumsäure getödteten Chilomonas. Eine eigenthümliche Cilienstruktur zeigend.
} S. und Kr. I. IX.

Fig. 58—78. Codosiga Botrytis.

Fig. 58. Einzelne Zelle mit nahrungsaufnehmenden Vacuolen. Die linke kontraktile Vacuole bildet sich eben aus mehreren kleineren.
Fig. 59. Dieselbe Vacuole kurz danach.
Fig. 60. Eben so, kurz vor der Systole.
Fig. 61. Zweizählige Kolonie, das eine Individuum in eine Cyste verwandelt. In dem anderen die rechte kontraktile Vacuole im Anfang der Bildung. Z. Oc. 2. Obj. D.
Fig. 62. Junge zweizählige Kolonie. Z. Oc. 2. Obj. C.
Fig. 63. Codosigazelle kurz vor der Theilung. Im Kern die Vertheilung der Chromatinelemente.
Fig. 64. Nächstes Kerntheilungsstadium. Oberer Theil des Körpers.
Fig. 65 *a—i*. Folge von Kerntheilungsstadien.
Fig. 66. Einzeln beobachtetes Kerntheilungsstadium.
} S. und Kr. I. IX.
Fig. 67—73. Auf einander folgende Längstheilungsstadien. Siehe den Text.
Fig. 74—75. Abnorme Theilung.
Fig. 76. Cyste. Inhalt getheilt.
Fig. 77. Die Theilstücke aus der Cyste ausschwärmend.
Fig. 78 *1—3*. Junge Codosiga-Individuen in drei auf einander folgenden Stadien.

Fig. 79—86. Grassia ranarum.

Fig. 79—82. Einzelne Exemplare in verschiedenen Formen.
Fig. 83—85. Drei Theilungsstadien.
Fig. 86. Eins der Theilstücke von Fig. 85.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 87—90. Amoeba diffluens.

Fig. 87 *a—c*. Einzelne Amöben.

Fig. 88. Zweitheilung.

Fig. 89. Cyste.

Fig. 90. Keimung der Cyste.

Fig. 91—105. Arhabdomonas vulgaris.

Fig. 91. Normales Individuum.

Fig. 92—96. Die verschiedenen Gestalten der nahrungsaufnehmenden Vacuole.

Fig. 97. Exemplar mit zwei Zellkernen.

Fig. 98. Theilungszustand.

Fig. 99—102. Stadien der Cystenbildung. Auf einander folgend.

Fig. 103. Fertige und isolirte Cyste.

Fig. 104 *a*. Keimung der Cyste.

Fig. 104 *b*. Die ausgetretene Monade.

Fig. 105. Monade mit drei fast ausgebildeten Cysten.

Fig. 106—114. Bodo jaculans.

Fig. 106. Fünf Bodo-Individuen in verschiedener Ausgestaltung.

Fig. 107. Exemplar mit aufgenommener Nahrung (Bakterien).

Fig. 108—109. Bildung der nahrungsaufnehmenden Vacuole.

Fig. 110. Kerntheilung.

Fig. 111. Riesenexemplar mit nahrungsaufnehmender Vacuole.

Fig. 112 *a—c*. Verschiedene Stadien der Längstheilung.

Fig. 113 *a—d*. Cysten und Theilung des Cysteninhalts.

Fig. 114. Junge, aus den Cysten ausgetretene Bodo-Individuen.

Fig. 115—120. Monas Guttula.

Fig. 115 *a—f*. Auf einander folgende Stadien der Längstheilung.

Fig. 116 *a—c*. Theilstücke, in amöboider Bewegung.

Fig. 117—119. Entstehung und Wanderung der nahrungsaufnehmenden Vacuole.

Fig. 120. Theilungsstadium eines Riesenexemplars.

Fig. 121—130. Protochytrium Spirogyrae.

Fig. 121. Spirogyrazelle mit kollabirtem Inhalt. Daneben eine Anzahl Amöben enthaltend.

Fig. 122 *a—c*. Amöben und Plasmodien in verschiedenen Zuständen.

Fig. 123—124. Zwei Zoosporangien mit eben vollendeter Inhaltstheilung.

Fig. 125. Zoosporen.

Fig. 126 *a* und *b*. Ausschlüpfen einer Zoospore in Amöbengestalt und Wiedergewinnung der Zoosporenform. S. und Kr. O. I.

Fig. 127. Stück eines Plasmodiums. Kern! S. und Kr. I. IX.

Fig. 128. Zwei Cystenbildungen.

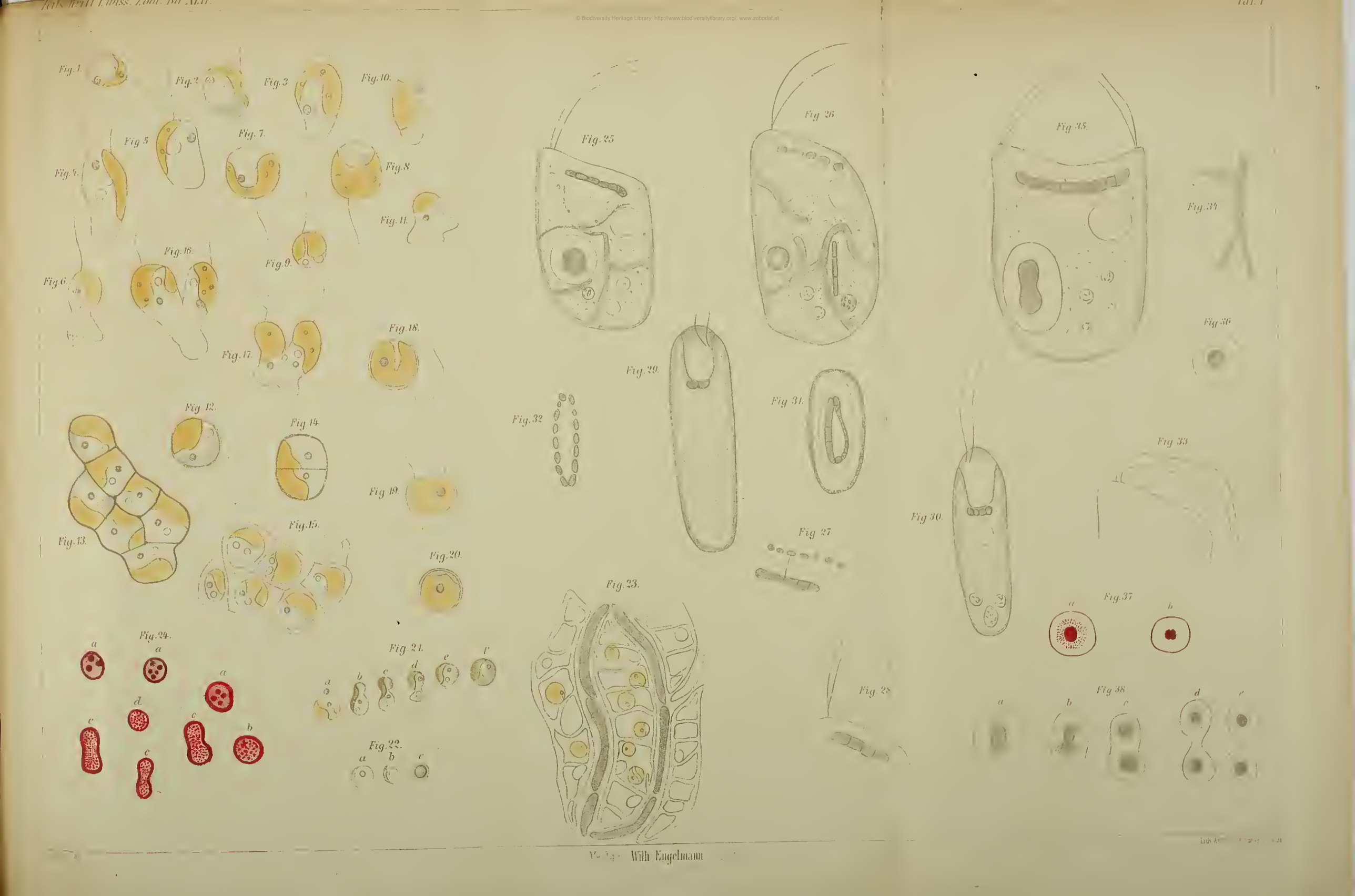
Fig. 129. Theilung des Cysteninhaltes.

Fig. 130. Ausschlüpfen der Theilstücke.

Nachträgliche Anmerkung: Erst nach Fertigstellung meiner Arbeit ist es mir möglich geworden, Kent's Manual zu erhalten. Ich werde in einer Fortsetzung dieser Untersuchungen einige untergeordnete Punkte gegenüber Kent klarstellen.

Erlangen, im April 1885.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verlag: Wilh. Engelmann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

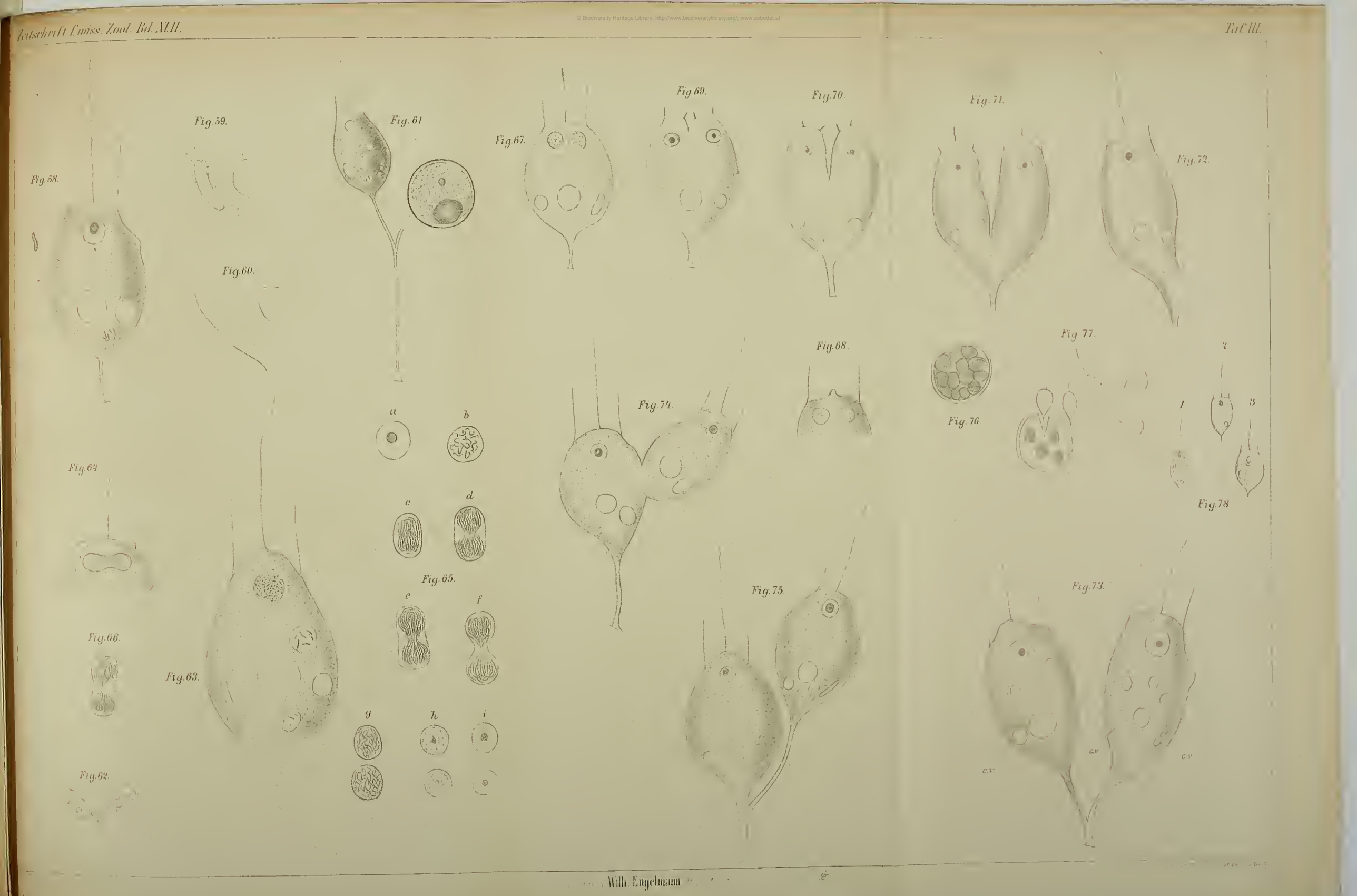
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wilh. Engelmann

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

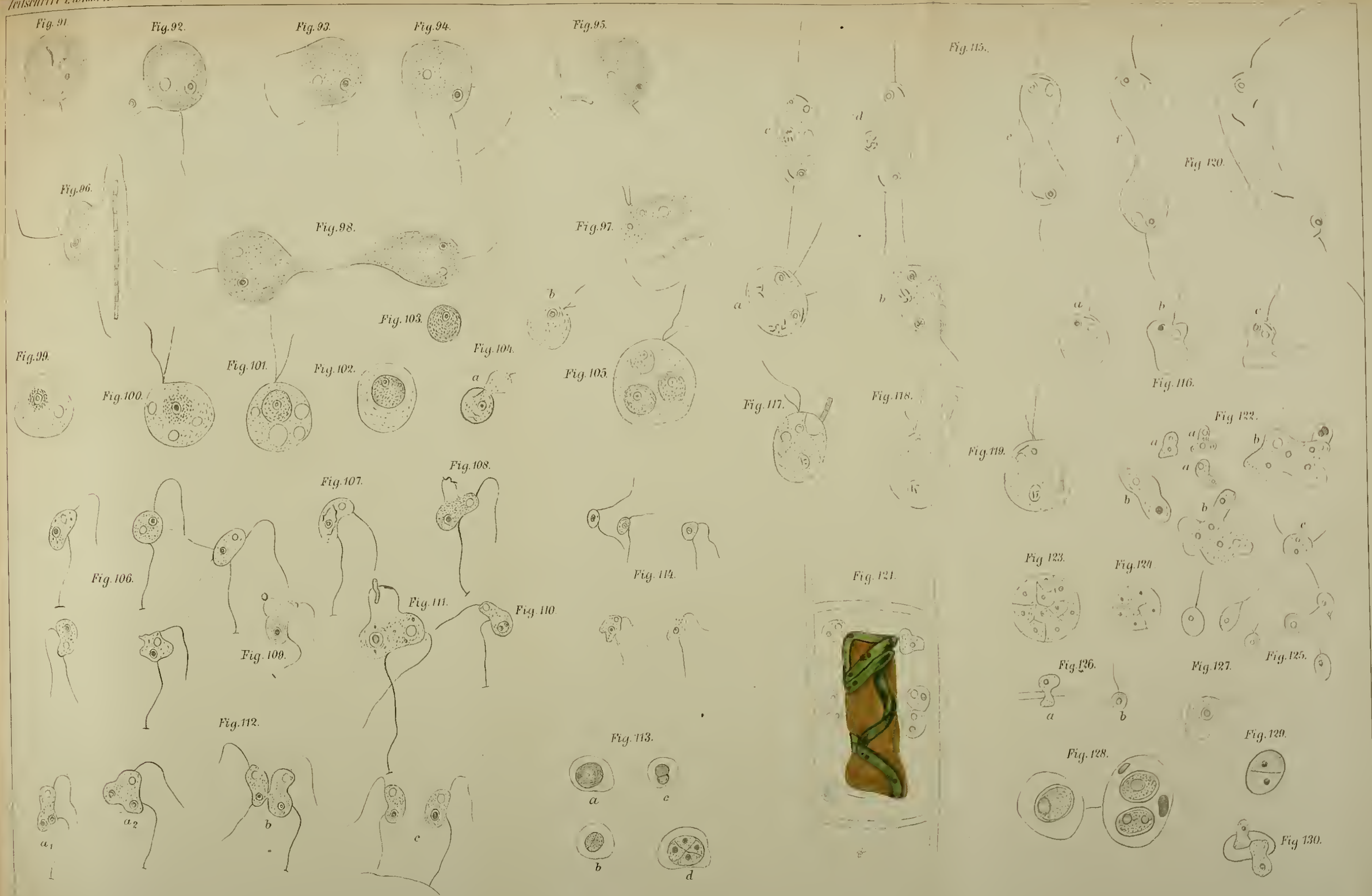
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Wilh. Engelmann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. B. A. Funke Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s): Fisch C. (Carl)

Artikel/Article: Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. 47-125