download unter www.biologiezentrum.at

Protozoenstudien II.

Von

S. Prowazek.

(Mit 2 Tafeln.)

In den nachfolgenden Zeilen sollen einerseits einige Beobachtungen an Protozoen, die innerhalb eines nahezu zweijährigen Zeitraumes gelegentlich gemacht wurden, mitgetheilt werden, andererseits sollen aber Erscheinungen geschildert werden, die weiter lückenlos zu verfolgen trotz aller Bemühungen nicht gelang, die mir aber schon in dieser Gestalt einer Mittheilung werth erscheinen.

I. Beitrag zur Fortpflanzung der Rhizopoden.

Obzwar sehr reiche Culturen von *Amoeba verrucosa Ehrb.* *Amoeba terricola Greeff*, *Dactylosphaerium radiosum Ehrb.*, sowie *Amoeba guttula (var.)*, von den Testaceen ferner *Cochliopodium bilimbosum*, *Arcella vulgaris*, *Difflugia globulosa* und *elegans*, *Nebela collaris Leidy* und *bohemica Tar.*, *Euglypha alveolata Duj.* und *compressa Cart.* sowie *Trinema enchelys Ehrb.* und *Cyphoderia* durch lange Zeit hindurch fast täglich untersucht und Perioden lebhafter Theilungs- und Vermehrungsthätigkeit nachgewiesen wurden, konnten nur wenige sichere Conjugations- oder vielmehr Copulationsvorgänge ausser gewöhnlichen Plastogamien beobachtet werden.

Die *Euglypha alv.* theilte sich in den Culturgefässen sehr häufig, wobei auf einem Stadium des Processes das Plasma sehr deutlich schaumig alveolar ausgebildet war und in den einzelnen Plasmakanten kleine, etwas lichtbrechende, olivengelbliche, helle Körnchen suspendirt waren, in oder an den weiteren Wänden oder Netzbalken aber noch feinere punktartige Mikrogranula sich entwickelt hatte;

download unter www.biologiezentrum.at

der übrige Vorgang verläuft im ganzen derart, wie er von GRUBER und SCHEWIAKOFF[1]) geschildert wurde. Nach der Theilung, sobald sich der Kern, dessen äussere Membrancontour sodann fein punktirt unterbrochen erscheint, abrundete, bemerkt man in ihm an lebenden Thieren zweierlei Arten von Kügelchen oder Körnchen, und zwar matte dunklere, grössere und helle kleine, die etwas Molecularbewegungen ausführen; die ersteren scheinen zusammentretend, das „Kernkörperchen" zu bilden. Nicht immer war aber ein Kernkörperchen, sondern auch 2—3 etwas längliche oder ovale Körper vorhanden, die zu gewissen Zeiten Gestaltsveränderungen auszuführen schienen; E. SCHULZE[2]) beobachtete ebenfalls 2—3 Kernkörperchen. Sobald die von GRUBER schon mitgetheilte Cyclose in den beiden getheilten Individuen eintrat, pulsirten die beiden Vacuolen in 90 Secunden, aber in einem ungleichen Turnus; die Bewegung der Körnchen dauerte eine längere Zeit, doch stellten sich auch Unregelmässigkeiten und gewissermassen Unterbrechungen derselben ein; später sammelten sich die Körnchen immer mehr und mehr in dem oberen Zellleibtheile an, wogegen nur längst der beiden Pylomwände sich ein Hin- und Herströmen des Plasmas vollzog; sodann wurde im unteren Theile das Plasma wieder mehr und grösser alveolar, wobei an der Verbindungstelle mehrere Alveolen zusammenfliessend ihre Wände zum Reissen brachten, so dass schliesslich die beiden Protisten nur durch feine Plasmafädchen, die später auch zerrissen wurden, verbunden waren. — Bei einer anderen *Euglyphaspecies* verläuft der Theilungsvorgang in analoger Weise; an der charakteristischen Cyclose betheiligen sich in erster Linie ganz runde, etwas lichtbrechende weissliche Granulationen von verschiedener Grösse, im Plasma findet man ausserdem eine feine Körnelung, die Stoffwechselreste verharren dagegen vornehmlich im Mutterthier, um später ausgestossen zu werden; bemerkenswerth ist es, dass einzelne Granulationen an besonderen Stellen auffallend lebhafte Molecularbewegungen ausführen. Die Vacuole pulsirte in dem etwas unregelmässigen Turnus von 80—90 Secunden. Nach der Theilung änderte sich etwas die plasmatische Consistenz in den Thieren insofern, als eine Art von deutlichen Beugungskreisen um die einzelnen Granulationen sich ausbildete.

---

[1]) A. GRUBER, Der Theilungsvorgang b. Euglypha alv. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV, pag. 431 und Theilung d. monothal. Rhizopoden, dieselbe Zeitschrift, Bd. XXXVI, pag. 104. — SCHEWIAKOFF W., Ueber die karyokinet. Kerntheil. d. Euglypha alv. Morph. Jahrb. Bd. XIII, 1887, pag. 193—258.

[2]) E. SCHULZE, Rhizopoden-Stud. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XI, 1875.

download unter www.biologiezentrum.at

Häufig kamen Plastogamien zur Untersuchung, die sicherlich, da die eigentliche Copulation so selten einzutreten scheint, für die Testaceen von hoher Bedeutung sind; die Stadien kann man von eventuellen Theilungszuständen durch folgende Merkmale unterscheiden: das Plasma ist viel dichter und nicht so hell wie bei den Theilindividuen; in den beiden Schalen kommt ferner im oberen Theil des Zellleibes das Schalenplättchenmaterial vor, die inneren Einschlüsse sind in plastogamen Thieren in eigenartiger Weise angehäuft und die Plättchen der Schale junger Individuen sind schliesslich nicht so dicht und längsgerichtet angeordnet, auch schimmert zwischen ihnen zumeist eine Art vom röthlichen Spaltraum durch.

An zwei anfangs blos plastogam erscheinenden Individuen wurden nun folgende weitere Vorgänge beobachtet:

I. Um die beiden Kerne schien das Plasma matter zu sein, dann folgte eine compactere Zone, der nach aussenhin wieder undeutlich werdend sich eine Schichte anschloss, die feinste, helle, mässig lichtbrechende Granulationskörperchen enthielt; langsam sammelten sich die Nahrungstheile sowie Detrituskrümelchen im Zellleibe zusammen und wanderten pylomwärts, sich hier ballenförmig anhäufend; nach $4^1/_2$ Stunden war das Plasma fast gesäubert und bei der Schalenöffnung befand sich beiderseits ein ziemlich grosser, bräunlicher, nach innen unregelmässig abgegrenzter Pfropf, der nach einem seitlichen Auseinanderdrängen der Schalen nach aussen vom Plasma verdrängt wurde. Bald wurde auch die bräunliche Zone — gebildet von rundlichen oder länglichen Körperchen — unterhalb des Kernes durchbrochen und die Körnchen wurden gleich den nicht zahlreichen Schalenplättchen im Inneren des Zellleibes zerstreut. Nach ungefähr 5stündiger Beobachtung zeigte das Plasma vornehmlich im unteren Theile eine sehr deutliche alveolarschaumige Structur, deren Bläschen sich ungefähr in der folgenden halben Stunde noch fortwährend etwas vergrösserten. Während dieser Vorgänge wanderte besonders der Kern des einen Individuums ziemlich weit vor; die Binnenkörperchen waren in ihm nicht gut zu erkennen (in dem einen 1, im anderen 2); die äussere Kerncontour schien punktirt zu sein und oben wurden 2 Vacuolen sichtbar. Nach $6^1/_2$ Stunden boten die Thiere das Bild von Fig. 1, *b*. Leider wurde das Präparat durch einen unglücklichen Zufall später verdorben. Nach längerem Suchen fand ich ein zweitesmal Thiere in der Copulation, die aber schon so weit vorgeschritten war, dass die eine Schale fast ganz ent-

download unter www.biologiezentrum.at

leert war, während in der anderen die beiden Kerne einander stetig näherrückend, schliesslich plattgedrückt aneinander gelagert waren (Fig. 1, *c*). Das Plasma war nun viel dichter und körnchenreich; die bräunlichen Körnchen lagen in ihm noch allenthalben zerstreut, ordneten sich aber besonders kernwärts oben zu einer Zone an. Seitlich unterhalb dieser sich erst nach und nach bildenden Zone war eine sehr langsam pulsirende Vacuole, neben der eine Zeitlang noch ein Bläschen beobachtet wurde. In beiden Kernen waren 3 Binnenkörper, die ziemlich gut sichtbar waren, und um die herum man noch mit Mühe eine hauchartige unregelmässige Structur unterscheiden konnte. Der untere Kern wurde durch das vordrängende Plasma um 12 Uhr (Beobachtung begann $10^1/_4$ Uhr vormittags) gegen den oberen angedrückt und zeigte seitlich für eine Zeitlang eine eigenthümliche Einbuchtung (Fig. 1, *d*), als ob er an ein fädiges oder balkenartiges Structurelement des Plasmas stark angepresst wäre — dieses wiederholte sich noch einmal. Gegen 1 Uhr formirte sich die Körnchenzone mehr halbkreisförmig um die Kerne, ja einzelne Körnchen verdeckten sogar zeitweise den unteren Kern. Von nun an veränderten deutlich die Binnenkörperchen ihre gegenseitige Lage; der untere Kern wurde gegen den oberen dicht angedrückt, so dass er eine Art von Delle erhielt; die äussere Kerncontour war undeutlich punktirt und man konnte sie zwischen den beiden angepressten Kernen nur mehr an 2 Stellen beobachten (Fig. 1, *e*). Um 3 Uhr 15 Minuten waren die Binnenkörper des oberen Kernes besonders scharf umrandet und um 4 Uhr 15 Minuten zeigten die unteren Binnenkörperchen einen zackigen, nicht deutlich umschriebenen Umriss; später gestalteten sie sich noch mehr amöboid und ordneten sich mehr in einer Linie an; das Plasma hob sich etwas von der Schale ab; um 4 Uhr 50 Minuten nachmittags war seitlich die Kernmembran an einer Stelle nur mehr in der Art eines zarten Striches ausgebildet; es begann nun die eigentliche Verschmelzung. Die weiteren Vorgänge wage ich nicht mehr als normal anzusprechen, da nach 5 Uhr nachmittags das Thier abstarb (wahrscheinlich infolge der Wärme und der unausgesetzten Belichtung von Seite des Glühkörpers).

Ein anderesmal wurde eine Reductionstheilung an einer *Euglypha alveolata* in ihrem letzten Stadium, da sich das Plasma von dem Theilkern trennte und dieser in der etwas kleineren Schale zurückblieb, beobachtet. Diese würde also der oben geschilderten Copulation vorausgehen. Später fand ich öfters leere Schalen mit

download unter www.biologiezentrum.at

einem hellen gelblichen Körperchen am Grunde, das ich für den abgestorbenen Kerntheil eines Reductionstheilstückes ansprechen würde.

Den ganzen Reductionsvorgang beschrieb BLOCHMANN[1]) für die *Euglypha alveolata*. Derselbe konnte sodann auch für die *Nebela collaris Leidy* constatirt werden; hier bildete ein Thier (Fig. 3, im oberen Theile ist die Schalenstructur angedeutet), dessen Plasma infolge der schon von TARÁNEK beobachteten grösseren lichtbrechenden Kügelchen, sowie Nahrungstheilen undurchsichtig war, eine neue kleinere Tochterschale aus, in die bald ein Kerntheil einwanderte, doch zog sich später das Plasma zurück und der Kern blieb als ein rundes geronnenes Kügelchen nebst einer Plasmaportion und Excretkörperchen (die später auch, sobald das Plasma zerfloss, aus der Schale heraustraten) in der Tochterschale zurück. Das Mutterthier kroch losgelöst über die leere Schale ziemlich rasch fort und stiess bald darauf auch etwas von den Nahrungsresten aus.

Von der *Trinema enchelys Ehrb.*, die häufig im Waldmoos vorkommt[2]) und nicht selten variirt, kamen mir oft Theilungsstadien zu Gesicht; in das Tochterindividuum wird zuerst ganz helles Plasma vorgestossen, das kleine Glanzgranula und Hyalogranula neben grösseren matten eigenartigen Körpern enthielt. Die Spindelbildung vollzieht sich ziemlich rasch, die Spindeln sind gross, doch nicht so deutlich wie bei Euglypha den Angaben SCHEWIAKOFF'S zufolge, ausgebildet; von den Centrosomen, die auch hier vorhanden sind, konnte ich kein klares Bild erhalten (Fig. 14).

---

[1]) BLOCHMANN, Morph. Jahrbuch. Bd. XIII, 1888, pag. 173—183.

[2]) Man findet im Moos, besonders in *Hypnum*-Arten aber auch *Polystrichum* und natürlicherweise *Sphagnum*, vornehmlich aber in Moosrasen der Waldbestände, bei denen das Regenwasser zwischen den etagenartig gestellten Blattbüscheln sich lange Zeit hält, die mannigfachsten Formen; es seien hier nur nebenbei, abgesehen von einer grösseren Ciliate, die anderwärts beschrieben werden soll, folgende Formen genannt: *Amoeba verrucosa, terricola*, eine *limaxartige Amoeba, Dactylosphaerium rad., Cochliopodium, Pseudochlamis, Hyalosphaenia elegans Leidy, Difflugia cassis Wallich, D. globulosa Duj. Nebela collaris, bohemica, Euglypha compressa, Eu. alveolata, Assulina semilunum Ehrb., Trinema enchelys, Platoum steceoreum, Gromia terricola Leidy, Ciliophrys, Oicomonas termo Ehrb., Monas vivipara, Cercomonas longicauda Duj., Coelomonas grandis Ehrb.* Eine *Monasform* mit schleimiger Körnchenhülle, ein *Choanoflagellate, Polytoma uvella Ehrb., Spathidium spatula, Loxodes rostrum, Chilodon uncinatus Ehrb., Colpoda cucculus, Uronema, Cinetochilum margaritaceum Ehrb., Balantiophorus minutus Schew.* Eine *Metopusform*, eine *Enchelys, Oxytricha pelionella*, verschiedene *Holostichaformen, Gonostomum affine Stein, Cyclidium glaucoma* etc. etc.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Spindelfasern erscheinen stellenweise ziemlich dick und sind dann in ihrem Verlaufe matt gekörnelt, von den Kernschleifen konnte ich, wie es auch in der Zeichnung genauer angegeben wurde, circa 14 zählen, sie bestehen aus einzelnen grösseren, aber auch feineren Körnchen. In dem Mutterthier, vornehmlich aber in dessen unteren Zellkörperpartie waren zahlreichere olivengrüne, ziemlich grosse Körnchen, die central einen dunkleren Punkt besassen, angesammelt; sobald die Spindel etwas weiter ausgebildet war, rückten diese zum Theil seitlich etwas über sie hinauf oder wanderten zum Theil in das Tochterthier ein. Die Cyclose ist unregelmässig und zerfällt mehr in einzelne Wirbel. Nach der Theilung der Spindel pulsirte die Vacuole im Tochterthier in 30 Secunden, im Mutterthier in 40 Secunden und darüber; die lichten Körnchen, die doch in grösserer Zahl in dem ein wenig grösseren Mutterthier verblieben, formirten nach und nach die bekannte Zone unterhalb des Kernes; erst jetzt erschien im unteren Theile das Plasma deutlicher alveolar und die Thiere trennten sich später, worauf sich das Plasma seitlich von den Schalen etwas zurückzog. Bei der schönen grösseren *Euglypha compressa* beginnt die Einwanderung der excretartigen Körnchen auch erst mit der Spindelbildung, wobei auch diese auf einem späteren Stadium, vor der Spindel gleichsam zurückweichend und ihr freie Bahn lassend, dieser in den Rücken treten; die Vacuole des Mutterthieres pulsirt dabei etwas unregelmässig meist in 2 Minuten 50 Secunden, später entstehen im Mutterthier 2 Vacuolen, die schon in einem ungleichen Turnus sich entleeren; die eine pulsirte in 1 Minute 50 Secunden, entleerte sich aber, von der vordringenden Spindel in die Höhe gedrängt, später in 50 Secunden, wogegen die andere in den Zwischenpausen pulsirte und langsam in die Tochterschale einwanderte.

Copulationsstatien der Trinema wurden von mir 2mal beobachtet; einmal rückten die rundlichen Kerne, die etwas körniger erschienen und sich schwach färbten, einander entgegen, und man konnte im Plasma eine deutliche cyklische Bewegung wahrnehmen, ein anderesmal verband die beiden Plasmakörper ein heller Strang, gegen dessen Peripherie etwas lichtbrechende, gelbliche, meist längliche Körnchen gedrängt waren, während in seinem Lumen sich Strömungsbewegungen vollzogen; auch gegen die Plasmaverbindung zu konnten im Inneren der Zellkörper Körnchenströmungen nachgewiesen werden. Innen befanden sich punktförmige Mikrogranula und gelbliche Excretkörnchen. Nach ungefähr einer Stunde, da frisches Wasser zugesetzt wurde, zertheilte sich zwar der brückenartige

download unter www.biologiezentrum.at

Verbindungstrang, aber den nächsten Tag nach ungefähr 19 Stunden war die Verbindung wieder hergestellt, zu ihr gesellte sich jedoch noch eine neue Plasmabrücke, gegen deren Lumen inzwischen die Kerne sehr stark zugewandert waren; leider starben die Thiere später ab, die Zeichnung wurde bald nach dem Absterben der Syzygie angefertigt (Fig. 2).

Weitere Copulationsvorgänge wurden nicht mit Sicherheit beobachtet. Gegen Ende October und im November zeigten einige von den vielen untersuchten *Nebelen*, vornehmlich aber *Euglyphen*, und zwar sowohl die *alveolata* als auch *compressa* folgendes Phänomen: In der *Nebella* erschienen sieben und mehr rundliche deutlich umrissene Körper mit nicht sehr wasserreichem Plasma, die gegen die Peripherie etwas gekörnelt waren, daneben fand man in dem vom abgestorbenen Plasma noch erfüllten Hohlraum der Schale gelbliche, lichtbrechende Excretkörnchen, hie und da, oft aber besonders an einer Stelle, die während des Lebens vielleicht von einer Vacuole umhüllt war, Schalenplättchen, die nicht selten auch in eigener Weise die Körper selbst umlagerten. Einzelne Nahrungsballen lagen innen vor der Pylomöffnung; in einem Falle waren auch nur 2 derartige deutlicher structurirte Körper ausgebildet. Einmal fand ich sogar 2 von diesen plasmatischen Körpern, die ich sowohl hinsichtlich ihrer Beschaffenheit, als auch der Umstände, unter denen sie vorkamen, für Schwärmer und Fortpflanzungskörper der Testaceen halten möchte, vor der Pylomöffnung, während noch andere die schützende Schalenwand umschloss; durch Culturen konnte ich mich nicht direct von der Richtigkeit der Annahme überzeugen, da die kleinen Körper leicht in dem Culturtropfen verloren gingen und die Sache sich stets nicht ganz einwandsfrei gestaltete; was mit Absicht nicht gelang, vollzog aber ein Zufall, denn gelegentlich, nachdem meine Culturen mehrmals befeuchtet, wieder ausgetrocknet waren, bildeten sich unter den so ungünstigen Umständen in der Schale direct aus den Schwarmkörpern *Nebelen* aus, von denen 2 — die eine von der Seitenansicht, die andere von oben in der Scheitelansicht — noch innerhalb der Mutterschale untersucht wurden; in ihrem Plasma vollzogen sich langsame Verschiebungen, ohne dass die Thiere sonstwie eine Lust zum Auskriechen gezeigt hätten. Viele Nahrungstheile und Detritusreste waren in der Schale oben angehäuft (Fig. 5).

Etwas Aehnliches wurde, wenn auch schon früher (Ende September) bei der *Euglypha* beobachtet, nur dass die Plättchen noch mehr in der Form von Bienenwaben um die Körper angeordnet waren,

download unter www.biologiezentrum.at

die in der Mitte oft eine helle Stelle nach Art eines Bläschens mit innerer Verdichtung zeigten, während gegen die Peripherie zu feine Körnchen angesammelt waren. Bei einer grossen *Euglypha compressa*, deren Pylom 14 längliche, plötzlich in einen einwärtsgekehrten, selbst basalwärts gezähnten hackigen Zahn auslaufende, mit zwei Aussenriefen versehene Plättchen umstellten, wurden sogar 42 derartige Körper gezählt; die Schalenöffnung war mit einer bräunlichen Decke von Nahrungsresten verstopft. Durch Chromosmiumsäure conservirt, hob sich eine Art von undeutlicher Membran etwas ab, mit Boraxcarmin färbten sich in ihnen keine bestimmten Theile, wiewohl der Farbstoff durch 3 Tage auf dieselben einwirkte; doch könnte dies nicht verwundern, da auch Gruber eine schlechte Färbbarkeit von Arcellacysten betont und überhaupt nach meinen Erfahrungen sich die Kerne der Testaceen unter mancherlei Umständen nicht deutlich tingiren. Man könnte die besagten Körper für parasitär halten, doch scheinen dagegen folgende Gründe zu sprechen: Neben jenen *Euglyphen* und *Nebelen* kamen vollkommen normale Individuen, die sich auch theilten, in den Culturen vor (einerseits wurde Waldmoos mit destillierten, andererseits mit Brunnenwasser begossen), ferner stellten sich im Herbst die Erscheinungen ein, in den Thieren waren auch um die Körper die Plättchen in besonderer Weise im reichlichen Masse angeordnet, das Plasma schien mit den entwickelten Thieren übereinzustimmen und die Thiere schieden vordem zum Theil ihre Nahrungsreste in der Form einer Schutzdecke ab, zum Theil waren diese besonders gelagert, im Inneren fanden sich auch noch abgestossene Excretkörnchen, die auf eine frühere lebhafte und normale Assimilationsthätigkeit hinwiesen — vornehmlich spricht aber das Vorkommen von zwei jungen *Nebelen* mit contractiler Vacuole in der Mutterschale für die Natur dieser Körper als Fortpflanzungskörper. Bei einer *Trinema enchelys*, die genau Fig. 10*a* wiedergibt, war in der Mitte ein granulöser Restkörper und dann in der Schale selbst 7 „Embryonen", deren Plasma in jeder Hinsicht dem der Trinema glich, ausgebildet; der Kern war matt, rundlich und nicht besonders deutlich entwickelt, im Plasma ruhte eine feine Granula neben grösseren lichtbrechenden Körnchen, von denen einzelne noch eine Art von centraler „Punkthöhlung" besassen. Die amöboide Bewegung war äusserst langsam und träge; vor der Pylomöffnung, die eine körnige, glänzende Umrandung hat und zum Theil mit Nahrungsresten und Plättchenmaterial verstellt war, befanden sich noch weitere *„Embryonen"*, von denen einer schon ganz aussen gelagert

download unter www.biologiezentrum.at

war; ich verfolgte sie längere Zeit, doch gingen sie später wegen ihrer Kleinheit in der Cultur verloren.

Bei der *Difflugia elegans Penard* waren wiederum in einer Cyste dieser schönen Testaceae selbst 4 Fortpflanzungskörper ausgebildet; der Kern schimmerte central als eine helle Stelle hindurch, wogegen das Plasma mit lichten Granulationen peripher erfüllt war (Fig. 8).

Das Gehäuse dieses Rhizopoden war zum grössten Theil aus Diatomeaen aufgebaut, die von einer hellen Kittsubstanz auch seitlich gewissermassen zum Theil übergossen erschienen (im geringeren Grade kommt dies auch bei der *Nebela* vor), ausserdem waren aber in diese gleichsam zur Füllung der Zwischenräume helle, kieselartige runde Plättchen eingetragen; in der verbindenden Masse selbst fanden sich rundliche, lichtbrechende, weingelbe Körnchen.

Ein merkwürdiges und etwas schwer zu erklärendes Stadium bietet uns Fig. 7 dar; hier trat nach einer Plastogamie, wie man aus den verbundenen Gehäusen zu schliessen wohl berechtigt ist, eine Encystirung ein, worauf später das eine grössere Individuum Schwärmer producirte oder selbst auskroch, denn die Cyste war bis auf wenige freie Körnchen leer und offen und eine Art von körnchenführendem Schleimpfad führte von ihrer Oeffnung zum Pylom. — Auch Doppelschalen, die vermuthlich auf Verschmelzungen zurückzuführen sind, wurden gefunden (Fig. 9).

Gerade in Bezug auf diese für die Fortpflanzung der Protozoen so wichtigen Vorgänge ist man sehr leicht Täuschungen ausgesetzt, indem man Parasiten für Schwarmstadien ansieht. Nicht selten wurden so in *Nebelen* und auch *Euglyphen* längliche ovale, inwendig ganz mit grösserer Granula erfüllte, von einer Art von Gallerthülle umgebene Körper gefunden — dies sind sicherlich Parasiten, die entweder schon den ganzen Testaceenzellleib vernichtet haben, oder eine *Euglypha* überfielen, die noch Zeit und Kraft genug zur Encystirung besass, und sie sich nun selbst neben der Cyste nach Art des *Achromatium oxaliferum* bewegen; mit der Perenyischen Flüssigkeit behandelt, lösten sich plötzlich die Einschlüsse ganz nach Art des *Achromatium oxaliferum*, das Schewiakoff beschrieb, und das auch bei Wien im alten Donauarm gefunden wurde; die Beschreibung dieses merkwürdigen Organismus, die Schewiakoff gab, konnte in allen Punkten, die zu prüfen die Gelegenheit sich darbot, bestätigt werden. — Die Parasiten der *Nebelen* und *Euglyphen* scheinen mit ihm verwandt zu sein.

Ausserdem kommen auch in Trinemen runde parasitäre Zellgebilde mit feiner Granulirung vor, die häufig in vier Segmente

download unter www.biologiezentrum.at

sich theilend zerfallen; ein Kern wurde mit den Tinctionsmitteln nicht nachgewiesen (Fig. 15).

[In den folgenden Zeilen möge nun die Literatur über die früher schon beobachteten Fälle von Copulations- oder Conjugationserscheinungen bei den Testaceen besprochen werden:

Die ältere Literatur wird von DILLING in einer keine neuen Beobachtungen bringenden Schrift „Ueber verschiedene Arten der Fortpflanzung im Thierreich", Hamburg 1880, besprochen.

Plastogamien — diese Bezeichnung stammt von HARTOG, „Some Problems of Reproduction", Quart. Journ. microsc. Sci. 1892, Nr. 5, Vol. XXXIII, pag. 7 her — wurden öfters beobachtet, es sei nur nebenbei auf die Angaben von EHRENBERG, F. EILHARD SCHULZE, SCHLUMBERGER, ARCHER, BÜTSCHLI, BLOCHMANN, RHUMBLER u. a. m. hingewiesen. Eine Art von Copulation beschrieb T. JICKELI bei *Difflugia globulosa* (Zoolog. Anz., VII. Jahrg. 1884, pag. 449); da er jedoch angibt, dass die eine Schale durchsichtiger (also eine Art Tochterschale) war, so könnte man auch diesen Vorgang im Sinne BLOCHMANN's als eine Reductionstheilung, wobei der abgestorbene Kern noch von dem Plasma fortgezogen wurde, deuten. 1876 machte GABRIEL einige etwas unklar geschilderte Beobachtungen einer Art von Copulation des *Troglodytes zoster*; immerhin scheint aber die Angabe einer Verschmelzung der sogenannten Monostigmen von Beachtung zu sein (Morpholog. Jahrb. 1876, XXI). 1875 untersuchte BÜTSCHLI eine Conjugation der *Arcella vulgaris* Ehrb. (für welche Form früher COHN diesbezügliche Angaben machte), die nach etwa 30 Stunden mit der Bildung und Auswanderung von amöboiden mit Kern und Vacuole versehenen Schwärmern endete (Arch. f. mikr. Anat. XI. Bd., pag. 459, 1875). BUCK (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., XXX. Bd.), sowie CATTANEO (Intorno all'ontogenesi dell'arcella . . . Atti soc. ital. d. sc. nat. XXI) waren so glücklich, Sprösslinge, die sich zu Arcellen umbildeten, zu beobachten. Weitere Beobachtungen, aber auch wieder Beschreibungen vom wirklichen Parasitismus, lieferte A. GRUBER (Berichte d. nat. Ges. z. Freiburg, VI. Bd., pag. 459, 1892). 1888 schilderte BLOCHMANN die Reduction der *Euglypha alv.*, sowie eine nicht ganz verfolgte Copulation derselben Form, die nach ungefähr drei Tagen in der Ausbildung eines neues Thieres, das eine etwas grosse, unregelmässige Schale hatte, an deren Mündung die beiden Schalen vollständig leer angelagert waren, ihren Abschluss fand (Morph. Jahrb., XIII. Bd., pag. 173). 1890 machte VERWORN (Biolog.

download unter www.biologiezentrum.at

Protisten-Stud. II, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. L. Bd.) Angaben über die Existenz und Verhalten von Mikronuclei der *Difflugia lobostoma* bei der Conjugation, die aber wahrscheinlich auf einem Irrthum beruhen.

Die eigentliche Kernwanderung beobachtete wohl nur L. Rhumbler 1896 (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., LXI. Bd., pag. 38) bei *Difflugia globulosa, Centropyxis* und konnte für *Cyphoderia* feststellen, dass ein aus der Theilung hervorgegangenes Individuum mit einem älteren conjugirte, das längere Zeit kein Tochterthier hat hervorknospen lassen. Im übrigen sei noch auf die interessanten Ausführungen desselben Autors im Biolog. Centralblatt, XVIII. Bd., 1., 2., 3. Heft, hingewiesen; Rhumbler macht auch auf die grosse Variabilität der Vorgänge aufmerksam. — Bezüglich der Fortpflanzungskörper oder, besser gesagt, der Sporen- und Schwärmerbildungen finden sich zahlreiche Angaben bei Carter (Notes of the fresh water infus. in the Island of Bomb. Ann. mag. n. h. sc. 2. S., Vol. XVIII u. XX, 1856 u. 1857, ferner dortselbst T. XIII u. XV, 1864), doch sind diese wohl in vielen Fällen unzuverlässlich, wie auch in weitgehender Weise Bütschli in Bronn's Classen u. Ord. auseinandersetzte.

Carter gibt für *Euglypha* an, dass in der Gegend des Nucleus sich zum Theil „Körnchenzellen", zum Theil aber „eiähnliche Zellen" hervorbilden sollen. 1895 beobachtete A. Jaworowski (Arch. f. Naturg., XXI. Jahrg., 1895 u. Kosmos 1892 [polnisch]) zwei Individuen von *Quadrula acolis,* die verbunden nebeneinander lagen, und zwar enthielt das kleinere Protoplasmaklümpchen, das grössere aber eine Encystirungskugel; er nimmt nun an, dass der Kern beim grösseren Thier in zwei Theile zerfiel, der eine in der Schale verblieb und den Kern der Encystirungskugel bildete, der andere Kerntheil sammt dem übrigen Plasma zu Schwärmsporen sich umbildete.

Auf die interessanten Fortpflanzungs- und Copulationserscheinungen der Foraminiferen, die F. Schaudinn entdeckt hat, sei hier nur im Vorübergehen aufmerksam gemacht (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., LIX Bd., 1895; Biolog. Centralbl. 1894, Vol. XIV; Sitzungsber. der Gesellschaft nat. Fr. zu Berlin, Jahrg. 1895, Nr. 10 und ibid. 1894, Nr. 1).]

Ueberblicken wir die Ergebnisse der Untersuchungen, so lässt sich in Kürze Folgendes über die Conjugation, beziehungsweise Copulation der Testaceen sagen: Es finden bei ihnen Perioden lebhafter Theilungsthätigkeit statt, die mit einer Art von Reductionstheilung, deren Product sich noch deutlich hier als ein abortives

download unter www.biologiezentrum.at

Individuum documentirt, zumeist abschliesst *(Euglypha, Nebela)*; die Copulation tritt dann bald nach dieser Theilung ein. Der weitere eigentliche Copulationsvorgang unterliegt häufig Variationen, entweder bildet sich bald ein neues Individuum aus *(Euglypha)*, oder es treten Zwillingsbildungen wie bei *Pontigulasia spiralis* (Rhumbler) auf, oder es verschmelzen die Weichkörper zu Doppelschalen (*Diff. elegans, monstre double Penard,* Mem. de la soc. d. Phys. et l'hist. nat. d. Genève, XXXI. Bd., Nr. 2) zusammen etc. Zu gewissen Zeiten, besonders aber im Herbst, treten in den Schalen Schwarmstadien auf, die sich entweder draussen zu neuen Individuen umbilden *(Arcella vulgaris, Trinema, Euglypha* und wohl auch *Quadrula)* oder unter der Ungunst der Verhältnisse sich innen zu neuen Individuen entwickeln *(Nebela)*. Diese Fortpflanzungsart ist trotzdem nicht sehr häufig. — Häufiger als die Copulation, die man nur gelegentlich findet, stellt sich die Plastogamie ein, die auch bei den Foraminiferen constatirt wurde. — Die Testaceen sind wegen ihrer Gehäusebildung, ihres Aufenthaltsortes und ihrer geringen Beweglichkeit viel weniger Schädlichkeiten der Aussenwelt ausgesetzt; sie theilen sich auch in gleichmässiger Art am mitotischen Wege, und es ist so ein viel geringeres Bedürfniss für eine so weitgehende Correctur, wie sie in der Copulation uns entgegentritt, vorhanden.

Es sei hier zum Schlusse dieser Beobachtungen zweier gelegentlich gemachter Wahrnehmungen gedacht. Mehrmals wurden schon eigenartig eingeschnürte Individuen von *Amoeba verrucosa*, die in einer Art von Theilung begriffen zu sein schienen, beobachtet; so vermuthlich von Gruber und dann Rhumbler in seiner jüngsten Arbeit „Physik. Analyse u. Lebenserscheinungen der Zelle" Arch. f. Entwicklungsmech., VII. Bd., 1898. Einmal wurden nun in das scheinbare Theilindividuum einer derart eingeschnürten *Amoeba verrucosa* die zahlreichen Granulationen des Zellleibes gedrängt, die dann bei fortgesetzter Einschnürung dem katalytischen Einflusse des Kernes entzogen, matt, wenn auch schärfer umrissen erscheinen und eine gelbliche, krümelige Beschaffenheit annahmen; die stärkere äussere, homogen aussehende Hautdecke erhielt sich dagegen noch lange und erst nach 15 Minuten tauchten am Grunde der Einschnürung blasenartige Vorwölbungen auf, sie unterlag sodann erst einem äusserst langsamen Zerfliessungsprocess. Der Kern blieb bei dem ganzen Vorgang unverändert. Früher fand ich oft *Nebelen*, deren Weichkörper nur zu geringem Theile die Schale erfüllte und einmal war ich so glücklich, eine *Nebela* zu beobachten, die seitlich gegen

download unter www.biologiezentrum.at

die Pylomöffnung einen sehr dunklen, mit Nahrungsresten erfüllten Theil des Zellleibes abstiess. — Die beiden Erscheinungen wären wohl als eine Art selbstthätiger Säuberung und Verjüngung des Zellleibes aufzufassen.

Gleichfalls im Herbst (November) bot sich die Gelegenheit dar, eine kleine *Amoeba*, die einer *verrucosa* sehr ähnlich war, die aber doch als eine sehr junge *A. terricola* anzusprechen wäre, da in derselben Cultur (feuchtes Waldmoos) früher ausgebildete *A. terricola* vorkamen, unter ganz eigenartigen Verhältnissen zu beobachten. Das Entoplasma der Amöba war hell und enthielt zahlreiche, fast gleichartig gebildete rundliche oder etwas längliche, mässig lichtbrechende Körperchen, neben denen aber anscheinend noch feinste Mikrogranula vorkam; das Ectoplasma wurde zuweilen (Fig. 4 *a*) bei den langsamen Bewegungen weit vorgetrieben, worauf dann erst später das Entoplasma einen vorübergehend entstandenen Damm oder Wall gegen die ectoplasmatische Substanz durchbrechend, nachstürzte; die Körnchen wurden bei den Strömungen oft reihenartig angeordnet, während sie gegen das Ectoplasma zu nach einiger Zeit schärfer umrissen erschienen.

Zu einer bestimmten Zeit (etwa durch sechs Tage hindurch) wurden in einigen dieser Amöben zwei Kerne gefunden, die einander opponirt waren und später mit ihren Membranen aneinandergekittet erschienen, da sie durch all die mannigfachen Strömungen durch die entoplasmatischen Engpässe nicht auseinander gerissen wurden.

Die Kernsubstanz war grünlich bis bläulich und erschien fein gekörnelt, wiewohl an einzelnen Stellen noch Andeutungen von Netzstructuren vorhanden waren; im Inneren war zuweilen eine Art von röthlichem Binnenraum, in dem einmal ein aus ungefähr zwei Krümeln bestehendes Korn gelagert war. Die Kernmembran war deutlich doppelt contourirt und grünlich schimmernd, gegen sie zu wurde peripher auch einmal eine feine Körnelung in einseitiger Lagerung nachgewiesen. In einzelnen besonderen Fällen zeigten die Kerninhalte auf der opponirten Seite einige wenige zarte Ausbuchtungen und Einkerbungen. Später näherten sich die Kerne so stark, dass das Ganze auf den ersten Blick nur wie ein Stylonychiakern mit einem centralen Spalt aussah. Bei einem Individuum konnte zum Theil die Verschmelzung direct beobachtet werden (Fig. 4 *d*). Andere Individuen besassen später nur einen grösseren Kern, der nun ringförmig gestaltet war und durch einen oberen und unteren feinen Riss seine Herkunft aus zwei Kernen wohl

download unter www.biologiezentrum.at

documentirte; andere Kerne waren blos ringförmig und nahmen allmählich die gewöhnliche Gestaltung an, indem sich peripheriewärts unregelmässige nach innen oft ausgebuchtete, verschieden grosse chromatische Platten drängten, während das Lumen eine Art vom spärlichen Netz mit wenigen Chromatinbrocken ausfüllte. Bald hernach nahmen die früher hellen Amöben reichlich Nahrung auf und ihr Entoplasma verlor sein hyalines Aussehen. Da sich diese Amöben sonst unter feuchten Detritusstücken versteckt hielten (thigmotropisch?) und nur beim zunehmenden Deckglasdruck hervorkrochen, war ihre Beobachtung, sowie das Suchen selbst ziemlich erschwert; daher war ich nicht so glücklich, das erste Stadium der Copulation direct mit Sicherheit zu beobachten, obzwar einmal ein derartiger Fall mir wahrscheinlich vorlag, ich jedoch die Beobachtung nicht ganz einwandsfrei anstellte; demgemäss konnte der Vorgang nur auf Grund einzelner Stadien combinirt werden.

[Amöbencopulationen wurden nicht oft beobachtet; Kühne macht in seinem Werk über das Protoplasma eine Angabe über die Verschmelzung zweier mariner kleiner Amöben, ähnlich Maggi; Carter will eine Vereinigung bei *Amoeba radiosa* beobachtet haben, die er sodann mit einer Ausbildung von körnchenartigen Sporen in Zusammenhang bringt. Eine Art von eigenartiger Sporenbildung und Entstehung von jungen Erdamöben schildert Greef in seiner bekannten Arbeit: „Ueber einige in der Erde lebende Amöben etc.", Arch. f. mikr. Anatomie, II. Bd., 1866, wo er auch einer nicht ganz beobachteten Verschmelzung zwei *Amphizonella violacea* gedenkt und sie auch abbildet. Gruber beschrieb ferner 1885 (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., XL. Bd.) zwei *Amoeba verrucosa*, von denen ein kleineres Individuum in ein grösseres eingeschachtelt war, er beobachtete sie einen Tag, ohne irgend welche Veränderungen an ihnen feststellen zu können.

Penard (Etudes sur les Rhizopodes. Mém. soc. Phys. H. N. Genève. T. XXXI, Nr. 2) fand schliesslich eine Verschmelzung bei der *Amoeba spatula*.]

* * *

Eine Copulation wurde ebenfalls bei den Ciliaten beobachtet, wenn auch vereinzelt bei der *Stylonychia* (Engelmann) und *Spirochona*. Bei einem *Chilodon uncinatus Ehrb.* (Fig. 15) waren die beiden Individuen copulirend schon derart verschmolzen, dass nur im unteren Theil zwischen den beiden Zellkörpern eine Art von leichter

download unter www.biologiezentrum.at

trennender Ausbuchtung ausgebildet war. Die beiden Grosskerne waren einander stark genähert und die Membranen auf der Gegenseite in einer Veränderung begriffen; neben ihnen sah man zwei freie Nebenkerne. Tiefer unter den beiden alten Reussenapparaten, die nun einer Resorption anheimfielen (die Reussenapparate werden freigelegt unter Einwirkung von Wasser undeutlich, nach Essigsäurebehandlung tritt dasselbe ein, später werden sie gelöst) war ein neuer Reussenapparat schon angelegt *(r)*. Im Plasma fanden sich, besonders im distalen Theile, peripher lichtbrechende Granula.

* * *

Mehrmals wurden mit zwei, ja mehr Kernen ausgestattete Individuen von *Chlamydophrys stercorea Cienk.* oder *Platoum stercoreum*, die Schneider, Cienkowski u. Gabriel untersuchten, gefunden. Die Pylomöffnung bildete dann jedesmal, von oben betrachtet, eine charakteristische Zertheilungsfigur, die die Abbildung 11, *b* wiedergibt.

Cienkowski (Ueber einige Rhizopod. u. verwandte Org., Arch. f. mikrosk. Anat.; XII. Bd., 1876) schreibt betreffs der Schale: „Die Form der Schale ist ovoid oder nierenförmig, ziemlich starr, jedoch bedeutender Gestaltveränderungen fähig." Es liegt hier also eine Art von Längstheilung der Schale vor; doch ist die gewöhnliche „Knospungs"-Theilung auch bei dieser Form nicht selten anzutreffen — der Plasmaleib wird sodann zum Theil sackartig vorgetrieben, die ovalen oder runden hellen Körnchen wandern theilweise terminal und sammeln sich meist längs der neuen Körperwand an, über die dann die neue Tochterschale peripher abgeschieden wird. —

2. Amöboide Bewegung.

Bezüglich dieses interessanten Phänomens sollen hier nur einige Mittheilungen von Beobachtungen, die an *Amoeba terricola Greeff.*, *Dactylosphaerium radiosum Ehrb. (A. radiosa)*, einer *Amoeba limax*-Form und einer kleinen *Amoeba* aus dem Waldmoos, sowie *Polystomella strigilata* F. M. angestellt wurden, folgen:

Amoeba terricola Greeff.: Diese bemerkenswerthe Form ist von einer hautartigen, veränderungsfähigen „Niederschlagsmembran" umgeben; ihr Ectoplasma ist hell, anscheinend structurlos; einmal erhielt es aber, als von der Seite her rasch frisches Wasser zugesetzt wurde, gegen die Aussenwelt zu sowie gegen das Entoplasma plötzlich eine undeutliche netzmaschige, von Körnchen durchsetzte Structur,

download unter www.biologiezentrum.at

die allerdings schon irgendwie vorgebildet sein musste; zwischen diesen Structuren verliefen auch noch einzelne hyaline vorübergehende „Fädchen" (Fig. 22), von denen eine zerreissend sogar in eine Art von Vibration gerieth, dann aber verschwand. Gegen das Hinterende zu, wo die äussere grünlich schimmernde Hautschichte beim normalen Kriechen gefaltet und etwas dunkler war, sowie das gröbere Entoplasma fast ganz an dieselbe heranrückte, wurden zuweilen kleinere Portionen der Hautschichte trichterartig in das Innere eingezogen und von der Spitze angefangen, sich knollig ballend vom Plasma aufgenommen. — Im Inneren scheinen local noch festere Structurelemente ausgebildet zu sein, gegen die der von Strömungen fortgeführte Kern herangedrückt, gleichsam einzelne Einschnürungen erhielt. Auch die äussere Hautschichte wird an einzelnen Stellen von festeren fadenartigen Elementen zurückgehalten. —

Die Strömung des körnigen Entoplasmas vollzieht sich von einzelnen Stellen, die im hinteren Theile des Amöbenkörpers liegen, angefangen gegen das Vorderende zu und erlischt, in mehrere raschere Strömchen sich auflösend, beim Anprall an das hyalin erscheinende Ectoplasma, das es sodann gleichsam in unregelmässige Nischen auffängt, so dass einzelne Strömchen weiter vordringen und sich sogar noch dichotom verzweigen, andere aber in der Art zurückbleiben, dass die äussere Begrenzungslinie ungefähr der gezackten Frasslinie der Larve des Buchenrüsslers ähnelt.

Gegen das Ectoplasma bildete sich jeweilig über dem sich vordrängenden Entoplasma eine Art von festerer Grenzdecke oder Grenzlinie aus, die bei jedem Vorstoss erst durchbrochen wurde, wobei die vorgedrängten Körnchen anfangs undeutlich erschienen, später aber einen schärferen Umriss erhielten, und nach einigen unbedeutenden Molarvibrationen gegen die Basis des Plasmaschlauches in die Tiefe versanken. Es gewinnt den Anschein, als ob derart immer etwas von der Entoplasmasubstanz in das Ectoplasma nach und nach geführt und in ihm gelöst würde. Das Ectoplasma rückt beim Kriechen zuerst vor.

Beim *Dactylosphaerium radiosum* sind die Pseudopodien bekanntlich sehr lang, geisselartig und der ganze Organismus schwebt, sobald sie allseitig ausstrahlen, wie ein Compositensame mittelst seines Pappus in dem Medium; unter Deckglasdruck breitet es sich mehr aus und erhält oft eine platte lappige Gestalt; gegen Ströme verhält es sich indifferent, meist kroch es seitlich diagonal zur Strömungsrichtung fort. Die Pseudopodien entstehen zumeist vorne

download unter www.biologiezentrum.at

und verschwinden, basalwärts dann stark anschwellend, während sie selbst terminal dünner und dünner werden, gegen das Hinterende zu, da inzwischen der ganze Amöbenkörper unter ihnen gleichsam fortkroch. In den Pseudopodien findet meist ein Strömen in einer Richtung statt; anfangs dringt von der Basis her das Entoplasma mit punktartiger Granula und grösseren matteren Körnchen beladen vor, diese sinken oft wieder zurück, um von neuem vorzurücken — zuweilen werden sie aber inselartig von ihrem Strome abgeschnürt, stürzen aber später plötzlich zurück. — Je nach der Krümmung des Pseudopods nähern sich die einzelnen Körnchen, von den matteren Entoplasmasubstanzen ganz entblösst, vollkommen der Wandung; manchmal scheinen sie zu drei bis vier nebeneinander zitternd sich „anzuziehen und abzustossen". Beim zunehmenden Deckglasdruck fand eine schärfere Sonderung in Ecto- und Entoplasma durch eine Grenzlinie statt, die zuweilen plötzlich bei einer Pseudopodbildung seitlich durchbrochen wurde und das Ectoplasma eruptionsartig austreten liess (Fig. 19). Die starken geisselartigen Bewegungen, wie sie Claparède-Lachmann, Bütschli sowie Penard beschrieben, konnten bei den untersuchten Formen nicht beobachtet werden — es war hier nur ein mässiges Hin- und Herschwingen der Pseudopodgeisseln wahrnehmbar.

Amoeba limax aus feuchtem Waldmoos: Hier war während des Kriechens eine leichte Grenzlinie oder Decke zwischen dem Ecto- und Entoplasma ausgebildet, und es scheint, dass nach jedem Vorstoss das Entoplasma gegen das Ectoplasma oberflächlich gleichsam erstarrt, so dass diese Art von Kruste beim nächsten Vorstoss durch ein minutiöses entoplasmatisches Fontaineströmchen — das sich je nach der Seite, von der der Reiz ausging und das Ectoplasma sich vorschob, richtet — durchbrochen werden muss. Beim schwächeren Vordringen wird jene Grenzdecke nur wellig gehoben und gelockert, beim stärkeren findet aber ein ganz bedeutsamer Fontainewirbel entoplasmatischer Körnchenmassen statt (Fig. 18). —

Die in Fig. 42 wiedergegebene zweikernige Amöbe, die innen ziemlich stark alveolar structurirt war und matte weissliche Körnchen enthielt, besitzt ungereizt eine tropfenartige runde Gestalt, die von einer Art deutlicher „Hüllmembran" umgeben ist; an einer Stelle wird jedesmal plötzlich diese Membranlinie minder deutlich und heller und hyalines Plasma, in dem sich noch anfänglich Mikrogranula in grösserer Zahl lebhaft bewegt und in das dann die Hyalogranula erst später eindringt, stürzt lappig, pseudopodartig vor; in diesen Lappen dringt dann später der übrige Körper, eine mehr oder weniger ausgeprägte Kugelgestalt annehmend, vor, um

download unter www.biologiezentrum.at

dann bald wieder ein neues bruchsackartiges Pseudopod auszusenden; diese interessante Amöbe bewegt sich also sich gleichsam überstürzend langsam, jedem Reize nachgehend, fort.

Die Körnchenströmung der Foraminiferen, wie *Polystomella strigilata*, wurde öfters genau verfolgt und das Wandern der Körnchen längs der feinen Pseudopodienbahn, das zeitweilige Rückwandern dieser in einer Spiraltour, ihr Zurücksinken und wieder Vordringen, sowie ihre minimale gelegentliche Vibration beschrieben. Hier sei nur auf folgende Einzelheiten verwiesen: in den feinen Fäden, den Pseudopodien, bemerkt man auf ganz kurze Strecken mit starken Vergrösserungen feinste, etwas hellgrünlich schimmernde Fädchen oder Linien, die stellenweise besonders feine punktartige Körnchen ersetzen; die grösseren Körnchen gleiten dagegen mehr oberflächlich dahin. Die Pseudopodstrahlen scheinen an ihrer Oberfläche klebrig zu sein, da an ihnen die Aftercirren einer Hypotrichen haften blieben; doch erstarrt bald dieser Ueberzug und beim plötzlichen Reiz krümmen sie sich oft wellig, seiden- oder byssusartig. Beim Zerdrücken des Thieres zog oft ein ausgebreitetes Pseudopodnetz einen Theil des inneren Plasmas an sich, wobei noch weitere Strahlen ziemlich rasch ausgesendet wurden; später wurden die Pseudopodien aber zäher, grünlich schimmernder, die kugelartigen Körnchen erschienen grösser und dunkler, dann wurden jene langsam eingezogen und im Plasmaklumpen selbst nahm man nur mannigfache Plasmaströme wahr — zuletzt ballte er sich zu einer Kugel zusammen. — Das Pseudopodium bildet sich in der Weise aus, dass ein feines Plasmaspitzchen aus dem Zellleib hervortritt, an dem bei stetiger Vergrösserung unter beständigem Nachströmen sich bald seitliche Plasmawülste oder Knoten bilden; auf diese wirkt der äussere Reiz nun von neuem ein — sie vergrössern ihre Oberfläche und schiessen vor, bis sie sich wieder an einer anderen höheren Stelle stauen, etwas zurücksinken, neuen Stoff aufnehmen, bis sie abermals hinreichend angewachsen, das alte Spiel wiederholen.

Zusammenfassend lässt sich Folgendes feststellen: Die erste Bewegung in der Gestaltung einer pseudopodialen Oberflächenvergrösserung der eigentlich eine Tropfenform einnehmenden Amöbe vollzieht sich am Ectoplasma — sei es infolge einer directen Einwirkung eines äusseren Reizes, sei es infolge eines indirect angebahnten sogenannten inactiven plasmatischen Zerfalles — später setzt sie sich aber auf das Entoplasma fort, das von hinten gegen vorne in verschiedener Art, entweder in einem einfachen Fontainestrom oder in mehreren Strömchen vordringt, alsdann aber gegen das Ectoplasma eine Grenzdecke oder -linie entstehen lässt, die eben

download unter www.biologiezentrum.at

deswegen entweder undeutlich gegen das Ectoplasma verzweigt *(A. terricola)* ausgebildet ist oder nur convex *(A. limax spec.)* gegen dieses sich darstellt, um dann später entweder plötzlich eruptivartig durchbrochen oder gehoben *(A. limax)* oder nach und nach gelöst zu werden *(A. terricola)*, den diesbezüglichen Stoff an das Ectoplasma abzugeben und hierauf neuen Vorstössen Raum zu geben. Die entoplasmatischen Theilchen treten sodann — wie man an den Körnchen oder Excretkryställchen beobachten kann — entweder basalwärts oder seitlich gegen das Hinterende zurück, ohne jedoch ihre alte Lage im Raume genau wieder einzunehmen.

3. Geissel und Cilie.

War das Plasma der Pseudopodien im Allgemeinen noch dem des Zellleibes gleich, so tritt uns bei den Geisseln und noch mehr bei den Cilien auch in seiner tieferen Constitution ein abweichendes Verhalten entgegen. Was das Aussehen der Geisseln anbelangt, so ist ihr Plasma durchwegs etwas lichtbrechender als das Plasma des Zellleibes und besitzt einen verschiedenen Glanz oder Schimmer und Farbe: so sind die Geisseln bei den verschiedenen *Monas-* und *Oikomonas*-Formen etwas graulich aber doch schimmernd, bei *Astasiodes* hell weisslich, bei *Polytoma, Chlamydomonas, Trepomonas* und *Megastoma* erscheinen sie in verschiedenen lichten Nuancen von bläulich- bis gelblichgrün, die mir bei einer *Megastoma* aus dem Tritondarm noch am hellsten erschienen; das Geisselplasma scheint ein schon mehr differenzirtes Plasma zu sein, das nicht mehr so wasserreich ist[1]); es nimmt auch etwas schwieriger als das Zellplasma den Farbstoff an. Die Gestalt der Geisseln ist meist cylindrischstabförmig und sie enden entweder stumpf oder mässig convex gekappt; nur bei wenigen Formen scheinen sie sich gegen die Spitze ganz sachte zu verschmälern, ohne jedoch spitz zu endigen *(Astasiodes*, vordere Geissel bei einer marinen *Bodoform, Megastoma)*. Der Geisseloberfläche kommt in vielen Fällen eine klebrige Beschaffenheit zu; so beobachtete ich an einer marinen noch nicht beschriebenen *Monadine*, die über und über mit ganz kleinen tuberkelartigen, bräunlichen Körnchen besetzt war, seitlich eine Art von Schleimhauch. Eine ähnliche Monasform mit einer Schleimoberfläche mit

[1]) „Bei der Organisation eines bestimmten Organoids können jedenfalls nur Proteinstoffe von ein und derselben Configuration theilnehmen, da solche von verschiedener Configuration möglicherweise manchmal weit leichter ineinandergreifen und die labilen Atomgruppen schon bei niederer Temperatur gegenseitig sich zerstören könnten.“ Loew, Chem. Energie d. lebenden Zellen. 1899, pag. 46.

download unter www.biologiezentrum.at

Detritusflittern aus Moosculturen zeigte in dieser Hinsicht ein analoges Verhalten und in gleicher Weise bleibt der Endtheil der langen Geissel eines marinen Entosiphon auf der Unterlage haften. Auch kommt der *Pleuromonas jaculans* Perty sowie der *Amphimonas glob.* das Vermögen zu, sich mit der hinteren längeren Geissel festzusetzen. Der Uebergang der Geissel in das Zellleibplasma ist meist nicht besonders gekennzeichnet, nur bei einer *Monasform* scheint sie oft einem Hügel aufzusitzen; bei *Polytoma uvella Ehrb.* sitzen die Geisseln einer Art von feinem plasmatischen Knopf oder Körnchen ohne weiterer besonderer Structur an, das auch bei der Encystirung und beim Abheben der Cuticula als feine Tuberkel zum Ausdruck gelangt. Auch bei den Schwärmern der *Sphaerella pluvialis* gehen die mässig gedrehten Geisseln aus einer Vertiefung von einem Körnchen aus. Doch hängen diese Bildungen in keiner Weise mit der Bewegung zusammen, denn die Geisseln vom Volvox, die an der Basis schon verquollen waren, bewegten sich noch terminal. Das Plasma der Geissel ist fast immer hell und körnchenfrei, nur bei einer *Ciliophrys* färbten sich mit Neutralroth in der stumpfen, mittellangen Geissel, 2—3 seitlich liegende äusserst kleine Körnchen. An lebenden Geisseln kann man selbst mit starken Vergrösserungen keinerlei Structur mit Sicherheit nachweisen. Bei *Polytoma uvella* wurde nach der Behandlung mit Osmiumsäure (1%) eine feine Körnelung, die aber keineswegs mit der, die Fisch[1]) beschreibt und abbildet, übereinstimmt, sondern vielmehr unregelmässig und nicht scharf abgegrenzt ist, auch glaube ich daneben etwas schief zur Längsachse auf ganz kurze Strecken verfolgbare feinste „Fädchen" wahrzunehmen; das Gleiche gilt von den Geisseln einer *Megastoma* aus dem Tritondarm und *Trepomonas*; bei einer *Euglena*, deren lange Geissel in 2 Wellen mit 3 Wellenbergen, von denen der mittlere besonders stark ausgebildet war, schlug, erschien in ihr nach der Osmiumbehandlung von Stelle zur Stelle eine feine Verdichtung oder Granulation, die besonders vor den Ausbuchtungen eine Strecke weit ununterbrochen als ein grünlichgelber, gegen die Innenseite gleichsam aus einzelnen Punkten bestehender Strich verlief, eine Erscheinung, die im gewissen Sinne rücksichtlich der physiologischen Function als äusserst bemerkenswerth erscheint. Im Sinne der Angaben von Fischer[2]) liegen mir keine Beobachtungen vor. Die Geisseln selbst ruhender Thiere verlaufen nicht immer gerade, sondern erscheinen an sich wie

[1]) Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. XLII, 1885.

[2]) Fischer, „Ueber die Geisseln einiger Flagellaten" (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXVI).

download unter www.biologiezentrum.at

tordirt; diese Torsion kann mehrfach sein, meist ist sie aber einfach und kaum merklich, deutet aber immerhin auf abgeleitete Verhältnisse, die gleichsam stabil wurden und zu der Function natürlicher Weise in dem innigsten Zusammenhang stehen. Bei einer *Mastigamoeba (lobata?)*, deren Geissel eine Art von Fortsetzung in die Kernnähe zu besitzen schien, war sie 3mal gedreht, bei der Flagellatenform einer *Amoeba bacteriophaga* 2mal, bei *Trepomonas* einmal, auch bei der *Polytoma* findet eine Torsion statt, so dass beide Geisseln von oben gesehen im Uhrzeigersinn gedreht erscheinen und das Ende der einen rechts, das andere nach links gerichtet ist.

Die Geisselbewegung ist ungemein mannigfach und die Fortbewegung der Flagellaten, die mit mehreren Geisseln ausgestattet sind, oft recht complicirt. Am einfachsten gestaltet sie sich — aber auch nur in den gewöhnlichen Fällen — bei eingeisseligen Formen wie bei *Monas*; hier schreiten gleichsam 2 unvollständige Wellen über die Geissel hinweg, es vollzieht sich auf Grund eines inneren Zerfalles local eine Contraction, auf die die Geisselkrümmung zurückzuführen ist; dadurch findet aber gleichsam keinerlei Einbohrung des Körpers unter Rotation um seine Achse in das Medium statt, sondern das Thier schiebt sich förmlich schaukelnd vorwärts, indem die Geschwindigkeit des Aufschlages sich von der des Rückschlages unterscheidet; aber auch hier kann man schon einen Uebergang zur Spiralwindung insofern zuweilen beobachten, als jene Stellen, wo durch den Reiz und den ihm am Fusse folgenden plasmatischen Zerfall die Cohäsions- und Adhäsionskräfte in ihrem Vorzeichen wechseln, um die Geisselachse zeitweilig wandern können. Nach und nach bildete sich durch Auslese und physiologische „Bahnung" erst eine um die Achse wendeltreppenartig aufsteigende Zerfalls-, Spaltungs- und Contractionslinie der Geissel im Sinne BÜTSCHLI's aus. In analoger Weise schlagen die stumpfen Cilien des Trichoplax, die von einander unabhängig und nicht wellenartig flimmern; nach Verletzungen werden zarte Plasmafäden ausgezogen, die sich später zu Cilien umbilden. Einfache wackelnde Bewegungen wurden bei mehreren sowohl dem Süss- als Seewasser angehörenden, systematisch noch nicht genau gekennzeichneten Monasformen festgestellt; seltener tritt hier eine Rotation mit schnellerer Vorwärtsbewegung auf, wie sie häufig bei *Chromulina flavicans* anzutreffen ist. Ruderschlagbewegungen mit heftiger Contraction kommen bei einer potamoplanktomisch lebenden *Mallomonas acaroides* (seltener Rotationsbewegungen) vor; zuweilen contrahirt sich die Geissel sehr stark; auch bewegen sich manchmal die äusseren Stacheln etwas, indem das äussere Plasma, in dem sie eingepflanzt sind, sich contrahirt. Die Rotation eingeisseliger

download unter www.biologiezentrum.at

Formen wird dabei oft durch besondere äussere Structuren und Anhänge unterstützt, so bei *Phyllomonas contorta* durch die blattartige gewundene Protistengestalt, bei *Lepocinclis ovum Ehrb.* durch ungefähr 35 spiralig schief aufsteigende, oben etwas gewellte Cuticularstreifen. — Die Geissel bewegt sich oft nur in ihrem oberen Theile spiralig, sobald sie aber an einen Körper anstösst, erhält sie in ihrem unteren Theile eine stärkere seitliche Biegung, die terminal sich verflacht, so bei *Astasiodes* und etwas abgeändert bei *Mastigamoeba (lobata?)*, wo gleichsam von einem mittleren Stützpunkt der langen Geissel eine Spiralbewegung ihres Endstückes sodann stattfindet. — Die Empfindlichkeit der Geissel ist verschieden, wenig empfindlich ist sie bei der Euglena.

Die hier nun zu erwähnenden Schwimm-, Schleuder- und Gleitbewegungen anderer Formen wie der *Euglena*, *Astasia*, *Distigma*, *Peranema Urceolus*, *Heteronema* und *Petalomonas* sind anderwärts schon oft beschrieben und besonders von Klebs in seinen *Flagellatenstudien* I und II[1]) genauer analysirt worden. Fanden wir bei eingeisseligen Formen entweder eine einfache einseitige Wellenschlagbewegung oder eine über die ganze oder nur wieder das Ende der Geissel sich erstreckende Spiraldrehung verbunden mit einer Rotation des Körpers, so treffen wir bei mehrgeisseligen Formen schon vielfache Complicationen, deren einzelne noch untersuchte Fälle hier zum Theil erörtert werden sollen. Bei einer Monasform mit einer längeren und kürzeren Geissel schlug die erstere in zwei Wellenzügen (in der Minute circa 78mal), die andere dagegen beschrieb eine Bewegung in der Gestalt eines Kegelmantels, die zum Theil im Uhrzeiger, zum Theil aber auch im Gegenzeigersinn erfolgte (in der Minute circa 94mal); hieraus resultirte eine mässige schaukelnde Bewegung. Es ist von einem gewissen Interesse, dass bei der Geissel mit zusammengesetzterer Bewegung die Frequenz der Di- und Reassimilationsvorgänge langsamer vor sich ging als bei der kürzeren, einfacheren. Die zwei Geisseln der *Polytoma uvella Ehrb.*, die einfach, zuweilen aber zweifach tordirt erschienen und nach verschiedenen Seiten gewendet sind, schlagen ruderartig, worauf infolge der verschiedenen Drehung eine Rotation zumeist im Uhrzeigersinn erfolgt; die Thiere erschienen mit ihrem Vorderpol oft gleichsam an Detritustheilchen festgesogen, wobei sie sich mit den nach rückwärts gekehrten Geisseln langsam ruderartig schlagend, nach vorwärts stemmten. Bei *Chilomonas paramaecium Ehrb.* inseriren 2 mässig lange Geisseln an der höher ge-

[1]) Klebs, Flagellatenstudien I und II. (Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. LV, 1893.)

download unter www.biologiezentrum.at

legenen Seite ihrer schlundartigen Ausbuchtung, die in einen etwas geknickten eigentlichen Schlund ausläuft, der mit in circa vier (von der Seite gesehen) Reihen angeordneten, beim Zerfliessen vergänglichen grünlichblauen Körnchen (nicht Verdichtungen) förmlich gepflastert ist; die längere gedrehte Geissel entspringt etwas höher und ist in der Ruhestellung etwas starr nach aussen gekehrt, während die innere kürzere im Zeigersinne leicht nach innen gedreht erscheint; die Bewegung ist eine Rotationsbewegung, die zum Theil auch durch die Gestalt des Zellleibes etwas unterstützt wird. Auch von systematischer Bedeutung ist im gewissen Sinne die Bewegung der Geisseln und dann des ganzen Organismus: so ist bei *Bodo saltans Ehrb.* die hintere Geissel Ursache von Schnellbewegungen, während bei *B. celer* eine mit Rotation verbundene schiessende Bewegung stattfindet und bei *B. mutabilis* und *caudatus* die einzelnen Bewegungen sich rasch aus einzelnen Vorstössen zusammensetzen. Bei einer von mir nur zweimal beobachteten *Trepomonasform*, die der *rotans* noch am meisten ähnelt, entspringen je zwei Geisseln auf der einen Seite etwas höher als auf der anderen und sind von oben betrachtet nach 2 verschiedenen Seiten schiffsschraubenartig gedreht; die hieraus resultirende Bewegung ist propellerartig.

Die Bewegungen vieler anderer vielgeisseliger Formen lassen sich wegen der Schnelligkeit ohne besondere Vorrichtungen am Mikroskop nicht analysiren. Die ausgegebene Energie der Bewegung ist nicht bedeutend, so wurde einmal eine *Chilomonas* selbst durch eine kleine *Halteria* aus ihrer Bewegungsbahn gebracht; kleine Strömungen (hervorgerufen durch vordringende Luft unter dem Deckglase) können verschiedene Monasformen nicht mehr überwinden, doch sind sie noch imstande, aus der 4—5fachen Entfernung ihrer Körperlänge Kokken und winzige organische Detritustheilchen, die allerdings auch Molarbewegungen ausführen, herbeizustrudeln. Nach Du Bois-Reymond wird ja auch von den zahlreichen Flimmerhärchen einer Flimmerzelle ein Theilchen nur 0·00007 Meter in der Secunde fortbewegt.

Eine phylogenetische Vorstufe der einer Rotationsbewegung fähigen Geisseln findet man in dem dünnen Pseudopod des *Dactylosphaerium radiosum Ehrb.* (A. radiosa Ehrb.), bei der auch das innere feine Körnchenströmchen eine wellige Bewegung ausführt, das Pseudopod aber selbst langsam sich tastend dreht. Ueberhaupt scheint feinen plasmatischen Fäden unter gewissen Umständen eine Beweglichkeit zuzukommen. Verletzt man einen Zellfaden der Siphoneae *Bryopsis*, so zieht das sich zurückziehende Plasma feine

download unter www.biologiezentrum.at

Plasmafädchen aus, von denen 5 Minuten nach der Verwundung viele bis 40mal, 10 Minuten nach der Reizung 57-, auch 66mal in der Minute schlagen, ja oft wie beim *Dactylosphaerium* sich tordirten und schliesslich einer Rückbildung unter Vacuolenerscheinungen anheimfielen. Rückbildungen der Geisseln kommen oft bei den Peridineen vor, die besonders in den Morgenstunden schwärmen *(Cenchridium)*.

Auf die Art der Rotationsbewegung, ob sie im Uhr- oder Gegenzeigersinne erfolgt, kann man nicht in einer so weitgehenden Weise, wie es von Braun, Carus u. A. geschah, Gewicht legen, da sie thatsächlich wechselt; bei *Chilomonas* und *Euglena* viridis erfolgt sie häufiger im Uhrzeigersinn. Von der Schnelligkeit der Rhythmik [1]) im Aufbau und Zerfall der dynamischen Elemente der Geissel kann man sich aus folgenden Zahlenangaben einen ungefähren Begriff machen. Bei einer festgehefteten *Oikomonas termoform* führte die Geissel ungereizt nur 14 spiralige Umdrehungen per Minute aus; eine festgesogene *Polytoma* führte 29 Schläge (18° C., Vacuole pulsirte in 20 Secunden) pro Minute aus; eine *Euglena viridis* bewegte tordirend ihre Geissel im Mittel 67·2mal; bei 19° C. schlug eine eingeisselige *Monas* pro Minute 54mal, bei einer zweigeisseligen Monas bewegt sich die grössere Geissel 78mal, die kleinere 94mal; für eine Zuckung entfiele circa 0·767—0·638 Secunden, doch wurden diese Beobachtungen eben nur aus dem Zählen zugänglichen Fällen gewonnen; das Auge empfindet noch Lichtreize, die über 0·044 Secunden auseinanderliegen [2]), an welcher oder unter welcher Grenze viele Geisselbewegungen sicher noch liegen werden. Um aber einen genaueren Einblick in diese so interessanten Verhältnisse zu gewinnen, untersuchte ich durch längere Zeit ununterbrochen eine kleine Monasform, die ich öfter zwischen Algenfäden fand. Ihr Zellleib war seitlich etwas comprimirt, im Umriss ziemlich kreisförmig, das Plasma schwach bläulich, enthielt feine Hyalogranula und besonders im hinteren Zellleib runde grössere Granulationen. Der Kern war oval; vorne befand sich seitlich ein ganz

---

[1]) Hatschek, Hypothese u. d. Wesen der Assimilation, „Lotos", N. F., Bd. XIV, 1894, pag. 99—102. Um aber die Schnelligkeit der Geisseln zu vergleichen, muss man das Product der Schwingungsweite der Endpunkte und der Schwingungszahl nehmen; dies erschwert die Untersuchung; bei der *Anisonema* beträgt die erstere ca. 60°, sonst 40—180°; die Frequenz ist meist 80—100 +; bei den Metazoen vielfach 300 pro Minute.

[2]) S. Exner, Die Grosshirnrinde II. (Psychophysik.) Hermann's Handb. d. Physiologie. Bd. II, 2. Th. i. Ziehen, Vorlesung 11 und 6 im Leitfaden der Physiolog. Psychologie 1893 und Jodl, Psychologie 1896.

download unter www.biologiezentrum.at

feiner Plasmastachel, der klebrig zu sein schien und terminal durch eine Art von Nahrungsvacuole und Umfliessen die Nahrungsaufnahme besorgte. Die Geissel entsprang in einer grubenartigen Vertiefung und führte die verschiedensten Bewegungen aus; entweder ruhte sie und wurde mit mässig gebogener Spitze starr gehalten, oder sie schlug federnd, bewegte sich peitschenförmig, oder es schritten 2 deutliche Wellen über sie fort, oder es befand sich der untere Theil wieder in der Ruhe, während terminal sich noch eine Wellenbewegung nachweisen liess — immerhin eine Complication und Mannigfaltigkeit von Bewegungen und verschiedene Möglichkeit des plasmatischen Zerfalles. Die Bewegung setzt oft aus, bald wird sie aber so beschleunigt und macht die Beobachtung sogar unmöglich, sobald etwa seitlich ein Bakterium anprallt. Im Mittel vollzog sich die Bewegung 52·8mal in der Minute; die Vacuole, die sich im hinteren Zelltheile befand und meist aus zwei kleinen Alveolen entstammte, pulsirte plötzlich in 7 Secunden. Dagegen wurde trotz der lebhaften Arbeitsleistung während einer anderthalbstündigen, unausgesetzten Beobachtung nur einmal Nahrung in der Gestalt eines glänzenden Körnchens aufgenommen, denn all die Bakterien, die gegen den Plasmazapfen geriethen, wurden, da sie nicht wasserentziehend und gleichsam zur Bildung von Nahrungsvacuolen reizend auf ihn einwirkten, abgestossen. Offenbar muss auch hier wie bei den Ciliaten zur Deckung des Arbeitsverlustes das Fehlende durch Osmose und äussere Aufnahme von Nahrung in verflüssigter Gestalt besorgt werden. Auch bei der *Bicosoeca lacustris* (J. Clark) schlägt die lange normal etwas seitlich geknickte Geissel nur im oberen Theile in der Minute durchschnittlich ca. 51mal; auf Erschütterungen hin, falls sie sich nicht oft wiederholen (vergl. Stylonychia, Protozoenstud. I), wird die Geissel spiralig zweimal eingerollt und zurückgezogen. Vergleicht man die Zahlen 67·2, 54, 78 (94), 52·8 und 51 pro Minute, so findet man im allgemeinen eine gewisse Uebereinstimmung, wenn auch besonders differenzirte Formen (78, 94) sicherlich noch viele Ausnahmen in der Frequenz des plasmatischen Zerfalles bilden. Bei absterbenden Formen drehen sich die Geisseln noch ganz langsam, festere Geisseln zucken abgerissen noch mehrmals, zerfliessen aber dann blasig oder knopfartig, vom basalen Ende an aufquellend. Beim *Volvox glob.* fällt die Oberfläche der Geissel zunächst einer Verschleimung anheim, wird dann mehrmals geknickt, in dem Schleim erscheinen hie und da auch Körnchen und zuletzt verquillt sie terminal unter Vacuolenbildung.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Mannigfaltigkeit der Bewegungen der einzelnen Geisseln müssen wir einerseits aus einem Zerfall der sehr complicirten mit einer in der chemischen Energie und der räumlichen Anordnung der constituirenden Atome begründeten grossen kinetischen Labilität der elementaren Plasmatheilchen zu erklären suchen, die dann auf einen entsprechenden Reiz hin zerfallend eine verschiedene Wechselbeziehung der Zerfallsproducte nach sich ziehen und so eine einseitige Contraction herbeiführen, wogegen andererseits die Expansion in dem Aufbau und dem functionellen Wachsthum der Elementartheile begründet erscheint. Wir sind gezwungen, in der Geissel einen um so complicirteren, reichhaltigeren molecularen Aufbau vorauszusetzen, weil ja diesem zarten feinen Gebilde doch rücksichtlich seiner Function nothwendig im Sinne des Durchmessers eine Art von polarer Verschiedenheit zukommen muss, dagegen aber sonst angenommen wird, dass jeder primäre Reizanstoss die getroffenen Elementartheile in Atome zerlegt, Affinitäten frei macht und so weithin schnell sich fortpflanzt, in unserem Fall aber wohl in der Zahl und Structur der Elemente eine Abschwächung erfährt; diese letztere Annahme scheint auch das optische Verhalten, das Verhältniss des Geisselplasmas zu Farbstoffen und gewisse Erscheinungen beim Absterben bis zu einem gewissen Grade zu stützen. Die Art des Zerfalles und die eigene Spiraldrehung zwingt uns ferner zur Annahme einer besonderen Architektur in der Plasmamolekel, derzufolge eine Reizwirkung zumeist nach einer Seite von Elementartheil zu Elementartheil in einer spiralförmigen Contractionswelle sich fortpflanzt, indem entweder wegen einer besonderen Gestalt der einfachsten plasmatischen Constituenden oder wegen besonderer Winkel, den die einzelnen Resultirenden der Affinitätskräfte untereinander einschliessen, eben diese nur nach bestimmten Richtungen, mit der Kraft des Reizanstosses eine neue Resultirende bildend, überwunden werden können und dem Zerfall zugeführt werden; diese Richtungen wurden durch die oftmalige Wiederkehr der Vorgänge zufolge gewisser Residuen noch zu besonderen „Bahnen“ erhoben, denen als Linien kleinster Widerstände entlang die Reizwirkung leichter sich fortpflanzt.

Wir können es uns auch vorstellen, dass im Sinne der Richtungen der besagten Contractionswelle in allen Elementartheilen geringere Affinitäten und so ein grösseres Schwingungsvolum vorherrscht, das leicht auf einen Reiz hin über die bestimmte Grenze geführt wird und den Zerfall anbahnt; Schlüsse auf eine Architektur der Elementartheile auf Grund einer genauen Analyse der Function scheinen ungemein fördernd zu sein. — „Wenn wir sechs Grund-

download unter www.biologiezentrum.at

farbenempfindungen haben, so werden wir annehmen, dass die Eiweisskörper unseres Leibes durch optische Reize in sechsfacher Weise umgesetzt werden können. Eine analoge Auffassung würden alle Sinnesempfindungen, so auch die Raumempfindung zulassen. Und so, wie wir jetzt in der Stereochemie chemische Verhältnisse durch Raumverhältnisse aufzuklären suchen, ist es ganz wohl möglich, dass wir einmal zum Verständniss des Raumes, seiner Dimensionszahl u. s. w. auf chemischem Wege gelangen" u. ff. MACH, Principien d. Wärmelehre, pag. 360. In dem Plasmamolekel der Flagellatengeissel wäre also eine besondere Zerfallsrichtung, in der hauptsächlich die eine Contractionswelle, welche zuweilen auch im Gegensinne gekehrt sein kann, vor sich geht, sowie eine andere Zerfallsebene in der Achse, derzufolge der Zerfall bei gewöhnlicher Geisselbeugung abläuft, vorgebildet. — Schlüsse auf eine Structur der Elemente des Flagellatenplasmas sind auch insofern wichtig, als die Flagellaten ursprünglich zum Theil noch pflanzliche Protisten sind, die auch zu den Metazoen in der Gestalt der Blasteaden führen; sie besitzen vielfach auch einen mehr metazoenähnlichen Kern, der sich karyokinetisch theilen kann, eine besondere polare einfache Differenzirung und kommen andererseits vielfach im Entwicklungscyklus zahlreicher Protophyten und Protozoen vor, so der Amöben und Rhizopoden s. str. (nach F. SCHAUDINN bei der *Paramoeba eilhardi* und *Hyalopus dujardinii*, nach HAECKEL bei *Protomyxa aurantiaca* Hckl. und nach R. HERTWIG bei der *Microgromia socialis*), bei Heliozoen (bei *Acanthocystis*[1]) *aculeata* und *Clathrulina*) etc.; die vom RHUMBLER bei *Colpoda cucullus* beschriebenen Flagellaten und Amöbenstadien im Entwicklungsvorgang konnte ich, obzwar ich die verschiedenen Cysten erhielt, in keiner Weise nachweisen.

Cilien. Diese sind im allgemeinen heller als die Geisseln, mässig glänzend und verjüngen sich gegen die Spitze etwas, um dann stumpf wie beim *Paramaecium* zu enden, oder beginnen mit einer massigen Verbreiterung und enden fast spitzig wie bei *Stentor coeruleus, Spirostomum,* und einer *Blepharisma* aus dem Waldmoos; ziemlich stumpf sind sie beim *Coleps hirtus*, ganz stumpf beim

[1]) Bei der *Acanthocystis turfacea* Cart. war ich einmal so glücklich, eine Knospung zu beobachten — das Plasma des Mutterthieres erschien dunkel und enthielt ungefähr dreierlei Körnchen; nach der Abschnürung der Knospe, die zum Theil schon im Gange war, als die Beobachtung begann, öffnete sich seitlich die Schale und das neue amöboide Individuum kroch langsam zur Schale hinaus; es war länglich, sein Plasma besass ein gelbliches Aussehen und die Excretkörnchen waren terminal gesammelt.

download unter www.biologiezentrum.at

Cyclidium glaucoma; in ihnen wurden keine Structuren wahrgenommen, nur in den Membranellen eines *Stentor coeruleus* erschienen nach der Osmiumbehandlung feine kurze, strichartige „Fäserchen", aussen aber einzelne minutiöse dünklere Körnchen; ein abgestorbener *Balantiophorus minutus Schew.* zeigte gleichfalls in der Cilie feinste Körnelung. Gegen ihre Basis wurden von innen keine Fibrillen oder sonst irgendwelche Structuren verfolgt; nur gegen die Membranellen vom *Stentor* und gegen die Cirren der *Stylonychia* verlaufen die schon bekannten äusserst deutlichen seitlichen hellen Fibrillen; bei der *Condylostoma patens* konnte ich mich in keiner Weise trotz der genauen Untersuchung von ihrer Existenz überzeugen; auch die zwei ungleich dicken myophanähnlichen Streifen, die seitlich bei den membranellenartigen Cilien der Wimperkränze der *Vorticella monilata* inseriren, dürften nur zum Theil von der Seite mit ihnen in Zusammenhang stehen.

Bei den Cilien des *Cyclidium* sind an der Basis kleine knopfartige Verbreiterungen oder Körnchenbildungen, die besonders an der starren Cilie einer *Uronema marinum* aus der Adria und der analogen, etwas seitlichen Cilie eines *Cryptochilum* aus dem Darm eines Seeigels deutlich ausgebildet waren. Mit Picrocarmin färben sich die Körnelungen an den Cilienbasen des *Chilodon uncinatus Ehr.* sehr lebhaft. H. Hoyer beschrieb beim *Colpidium colpoda St.* gleichfalls sogenannte Basalkörperchen der Cilien.[1]) Doch scheint diese Verdichtung in keiner Beziehung zu der Bewegung des Gebildes zu stehen, da oft die Cilien nur in ihrem oberen Theile schlagen oder ganz abgerissen sich noch bewegen. Auch fehlen die Körnchen oft. Bei den von Brandt so genannten „Töpfchen" aus der Leibeshöhle des *Sipunculus* kommen auf der Innenseite fast diplosomenartige Granulationen vor, doch sind sie gerade zwischen den Cilienbasen. Die Bauchcilien eines *Dinophilus* erhalten abgerissen terminal ein kleines dichtes Knöpfchen und bewegen sich so selbständig eine zeitlang ziemlich lebhaft. — An den Polen der Ciliaten sind oft längere, zuweilen etwas starr gehaltene Cilien, die man als Tastcilien auffassen dürfte, entwickelt (beim *Paramaecium* ca. 6, bei *Blepharisma* sind hinten längere Cilien, während die vorderen etwas gebogen sind[2]).

---

[1]) H. Hoyer, Ueber das Verhalten der Kerne bei der Conjugation des Infusors Colpidium colp. Arch. f. mikr. Anat. LIV. Bd., 1899.

[2]) Nicht alle derartige starre Gebilde darf man als Tastorganula auffassen; so z. B. die Borsten des Stentor oder etwa auch die drei Schwanzborsten der Stylonychia, bei welch letzterem Protisten sie nach meinen Beobachtungen nur auf stärkere Anprallreize, die beim Zurückspringen des Thieres ausgelöst werden, reagiren.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Entwicklung der Cilien lässt sich in ihrem Verlauf nur mit Mühe verfolgen; sie erfolgt entweder an sich eben excystirenden oder theilweise an sich theilenden Thieren; in der Theilungscyste von Colpoda verhalten sich nach der Theilung die Thiere eine Zeitlang ruhig, bald tritt aber ein leichtes Zittern und eine Art von zarten Schleimwellen an der Peripherie auf und es spriessen feine fibrillenartige Fädchen, die anfangs nur flimmern, später aber wellig schlagen, empor; die Organula der adoralen Zone einer *Blepharisma* entwickeln sich gleichfalls als grünlich matte, stumpf zugeschärfte Plamaspitzchen, die zu Beginn ihrer Thätigkeit nur unregelmässig flimmerten (Fig. 25). Später traten sie mehr auseinander. Bei einer *Cothurnia Pyxicola* vergrösserte sich ein klein wenig einer der vielen Reifen im unteren Theile des schlanken Thieres und an ihm erhoben sich kleine, körnchenartige Tuberkeln, die bald zu kleinen hin- und herschwingenden Cilien auswuchsen; bei der Theilung des *Paramaeciums* geht die letzte feine Plasmabrücke in eine Cilie über. — Nicht alle Cilien schlagen immer gleichmässig, sondern verharren oft partienweise in Ruhe; bei *Coleps hirtus* wurden z. B. beim Aussaugen der Nahrungsinfusorien *(Amoeben)* einzelne als Rudercilien, die übrigen als Stützen verwendet. Analoge Erscheinungen beobachtete ich an einem sich theilenden *Paramaecium*. Bei der *Uronema marinum* (Duj. u. Schew.) bewegen sich die Cilien sehr ungleichmässig, auch in der Ruhelage schwingen die hinteren Cilien etwas, oft wieder aussetzend oder nur im oberen Theile vibrirend. Beim *Chilodon uncinatus* schlugen die Cilien in sehr steilen Wellen, der Protist bewegt sich oft im Uhrzeigersinn unter Rotationen, um plötzlich einige wenige Umdrehungen im Gegenzeigersinn auszuführen. Er dreht sich bei 20° C. in 30 Secunden im Minimum durchschnittlich 7mal, im Maximum 45mal um seine Achse. Analoge Erscheinungen einer plötzlichen Umkehr findet man beim *Paramaecium* und einigen anderen Formen: sie scheint in keiner Weise irgendwie mit der inneren Cyclose, wo diese überhaupt vorkommt, im Zusammenhang zu stehen und muss wohl auf eine fast periodische Umkehr des plasmatischen Zerfalles aus inneren inactiven Ursachen zurückgeführt werden.

Bei zerfliessenden Thieren zucken noch eine Zeitlang die Cilien selbständig; auch an der einmal zufällig abgehobenen Pellicula von *Paramaecium* schlugen sie noch 4—5 Minuten nach und nach ihre Bewegung verlangsamend fort, vielfach zerflossen sie aber gleich wie bei den *Hypotrichen*. In einzelnen Fällen verblieben sie aber an dem resistenteren Thiere, das abstarb, wie bei *Balantiophorus minutus* Schew., oft lösten sie sich beim Absterben bald ab. —

download unter www.biologiezentrum.at

Bei der Bewegung der Cilien kann man im allgemeinen 2 Phasen, eine Contractions- und eine Expansionsphase, unterscheiden. Der entsprechende Reiz ruft seitlich in der Cilie einen Zerfall mit nachfolgender, das Schwingungsvolumen verkleinernder Wechselbeziehung und Oxydation der Zerfallsproducte hervor, die entweder eine Bahnänderung oder, falls der Reiz zu stark war und auf der einen Seite einen vollständigen Zerfall und totale Erschlaffung nach sich zog, die dann von der verminderten Wirkung der Cilien der Gegenseite übercompensirt wird, eine Fluchtbewegung hervorruft; die Restitution der Elementartheile bedingt dann die Expansion.[1]) Die letztere erfolgt langsamer als die erstere; bei dieser bildet sich basalwärts meist ein Bug aus, dem distal ein weiterer flacherer entgegengesetzter folgt, dieser wird durch den Wasserdruck und den wirkenden Reiz insofern erzeugt, als im oberen Theile durch beide bei der infolge der längeren Bahn raschen Bewegung doch ein totaler Zerfall stattfindet, den die Gegenseite, als dieser heftigen Wirkung weniger ausgesetzt, durch eine Contraction behebt. Bei der Streckung gleichen sich beide Biegungen aus. Diese Vorgänge kann man im allgemeinen bei *Coleps hirtus*, *Stylonychia*, an den mehr verbreiterten Bildungen des hinteren Wimperkranzes der *Vorticellen*, den mässig sich etwas unten verbreiternden Cilien des *Stentor coeruleus*, *Spirostomum* und *Blepharisma*, wo sie seitlich von den myophanumschliessenden Streifen inseriren — studiren. Mehr seitlich wie federnd bewegen sich die verbreiterten membranellenartigen Cilien des inneren peristomalen Wimperkreises der *Vorticella monilata*. — Beim Schwimmen des *Paramaecium caudatum* kann man die wichtige Beobachtung machen, dass die Cilien schief zur Achse des Thieres schlagen und so eine Rotation bewerkstelligen. —

Die Membranellen eines *Stentor coeruleus* schlugen unter dem Deckglase bei 18° C. in der Minute ca. 70mal, knapp vor dem Zerfliessen schlugen sie 82mal bei $17^1/_2$° C.; die Rhythmik der beiden antagonistischen Vorgänge verläuft bei den Ciliaten schneller als bei vielen Flagellaten.

In analoger Weise wie bei der oben beschriebenen Monasform untersuchte ich im Hinblick auf die Ernährung und Bewegung auch ein *Cyclidium glaucoma*. Hier bildet sich die Nahrungsvacuole am Grunde des Schlundes zuerst als ein kleines, rundliches, gegen die Schlundseite zu etwas abgeplattetes Bläschen aus, das, sich ver-

[1]) Die Mannigfaltigkeit der Bewegungen ergibt sich aus den Combinationen der Expansion und Contraction, sowie der einseitigen totalen Erschlaffung, andererseits aus der seitlich verschiedenen Frequenz und Intensität der beiden Phasenvorgänge.

download unter www.biologiezentrum.at

grössernd, zuletzt etwas eiförmig gestaltet ist und nur gegen die Seite der alten Nahrungsvacuole durch diese etwas eingebuchtet erscheint; sie bildet sich in 2·10, 2·30, ja auch 3·30 Minuten und wandert losgelöst meist zweimal um ihre Achse rotirend in die Tiefe. Nach zwei oder etwas mehr Minuten nimmt sie die zweite, nach vier Minuten die dritte — wobei sie oft schon von der nachfolgenden Vacuole gedrängt in gleicher Höhe mit ihr zu liegen kommt — nach $5^1/_2$ Minuten die vierte, nach $7^1/_2$—8 Minuten die fünfte Stelle im Zellleibe im Verhältniss zu den früheren Nahrungsvacuolen ein und wird meist nach 9—10 Minuten ausgestossen. Bei der Ablösung war ihr Inhalt klar, erschien im röthlichen Interferenzlicht und besass zuweilen einige wenige Kokken oder Vibrionen. Bald nach der Loslösung — fast unter der Mitte des Zellleibes — wurde ziemlich schnell der Inhalt der Nahrungsvacuole gewissermassen kugelig verdichtet, erschien lichtbrechend und um ihm verlief in der Nahrungsvacuole ein dunklerer röthlicher Flüssigkeitsstreifen, später traten auch feine kleine Körnchen in der unmittelbaren Nähe oder an Stelle der Nahrungsvacuole in Alveolen auf und sammelten sich als kleine Excretkrümel oben oder zur Seite des Kernes und der Vacuolen an. An der Oberfläche des Thieres findet insofern eine Excretion statt, als hie und dort feine tuberkelartige Körnchen sich ablösen. Mehr gegen die contractile Vacuole zu wurde der Inhalt der Nahrungsvacuole fortwährend verkleinert, erschien aber nun minder lichtbrechend und wurde vielfach durch die Pulsationen der contractilen Vacuole in Mitleidenschaft gezogen. Schliesslich wurde der unbedeutende körnige Rest in der Gestalt eines Körnchens — die Kernsubstanzen scheinen nicht verdaut zu werden — durch den Anus, der auf der linken Seite unterhalb des Mundes liegt und etwas leicht kugelartig vorgebuchtet ist, nach aussen mit einem Ruck ausgestossen, so dass das Theilchen selbst 2—$2^1/_2$ der Körperlänge weit fortgeschleudert wurde. Interessant ist das Flüssigkeitsverhältniss der Nahrungsvacuole, die, falls man ihren festen Inhalt nicht berücksichtigt, fast so gross wie die contractile Vacuole ist, die sich bei 18° C. in 5 Secunden entleert, während nur in 2·10 und mehr Minuten eine Nahrungsvacuole sich ablöst und so wahrscheinlich auch hier sonstwie Flüssigkeit aufgenommen wird. Bei marinen Cyclidien pulsirt die Vacuole durchschnittlich sogar in 1 Minute 30 Secunden; bei der Defäcation wird der Turnus verlangsamt. In wenigen Fällen beobachtet man in der Nahrungsvacuole feste organische Theilchen, die Thiere sind auch weniger agil und bewegen selten ungereizt die ca. 180 Cilien zum Sprunge, meist ruhen sie unter einem eigenartigen tropischen Ein-

download unter www.biologiezentrum.at

fluss in der Nähe von Detritus und springen nur auf stärkere Reize lebhaft hin und her; starke Belichtung scheint sie oft zum Sprunge zu reizen, doch muss sie meist gegen 50 Secunden anhalten; so lichtempfindlich wie die verwandte *Pleuronema chrysalis*[1]), bei der nach VERWORN das Stadium latenter Reizung 1—3 Secunden dauert, ist sie nicht. — Bei dieser Form würde also die Ernährung ungefähr im Einklang mit der Beweglichkeit stehen. Bezüglich der beweglicheren Formen *(Hàlteria)* muss man aber auch eine Aufnahme von Nahrungsstoffen am osmotischen Wege annehmen, für deren Existenz ja die Pulsation der Vacuole bei encystirten Thieren, deren Cytostom schon rückgebildet ist, die Aufnahme von Vitalfarbstoffen und das auto-mixo- oder heterotrope Ernährungsverhalten zahlreicher niederer Protophyten und Protozoen im Allgemeinen sprechen würde.

4. Einschlüsse des Protozoenplasmas.

Das Wesen, die Beschaffenheit, Grösse und Zahl der inneren Einschlüsse des Plasmas der Protozoen wurde bis jetzt noch wenig beobachtet, blos in den Schriften BÜTSCHLI's, MAUPAS', SCHEWIAKOFF's (besonders Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LVII, pag. 94), GREEFF's, sowie RHUMBLER's u. PRZESMYCKI's findet man diesbezügliche Angaben. Auf dieser Stelle soll vor allem nur auf das Aussehen, Lagerung und Gestalt der Granulationen und verschiedener Einschlüsse der Protisten, die speciell daraufhin untersucht wurden, eingegangen werden, während ihre chemische Beschaffenheit später behandelt werden soll; ihre Untersuchung stösst insofern auf bedeutende Schwierigkeiten, als sie einerseits nur mit starken Vergrösserungen, die oft chemische Manipulationen erschweren, ja ausschliessen, wahrnehmbar sind, andererseits sich unter dem Einfluss von Reagentien sehr rasch verändern und fast unkenntlich werden, sowie sich auch postmortal verschiedene Verdichtungen und Gerinnungen ausbilden, die sodann zu Irrthümern Veranlassung geben können. Bis jetzt kann man die Einschlüsse etwa in folgende Gruppen eintheilen:

a) punktartige oder Mikrogranula; diese ist minder deutlich ausgebildet und abgegrenzt, findet sich an und in den Netzwabenwänden der wahrnehmbaren Structur.

b) Hyalogranula; ist meist rundlich oder oval, wenig lichtbrechend, weisslich, gleichsam durchscheinend und dürfte mit der

[1]) VERWORN, Psycho-physiolog. Protisten-Stud. Nachschrift.

download unter www.biologiezentrum.at

Elementargranula im Sinne GREEFF's identisch sein, der sie als schwach lichtbrechend, äusserst blass, vom Aussehen hyaliner Protetoplasmakörnchen, aber grösser als die Glanzgranula schildert.

c) Glanz- oder Lamprogranula; ist rundlich oval oder länglich, besitzt eine glatte Oberfläche, ist stärker lichtbrechend, entweder goldgelb, grünlichgelb oder olivengrün und bläulichgrün gefärbt, kommt in verschiedener Grösse vor, ruht oft in einer Art von minutiöser Alveole und führt häufig im lebenden Thier Molarbewegungen, die ein Index der Intensität der plasmatischen Aufbau- und Zerfallsthätigkeit sind, aus;

d) Excreteinschlüsse; zumeist Kugeln von olivengrüner Färbung und fettartigem Aussehen, die offenbar Stoffwechselproducte sind, manchmal concentrisch geschichtet erscheinen und innen sehr oft eine Höhlung haben; sie selbst können eine complicirte Schichtung wie bei *Fuligo varians* (in den Sporen) besitzen.

e) Excretkryställchen von mannigfacher Gestalt und Ausbildung;

f) Leukogranula, die weisslich erscheint und dem Ectoplasma von *Stentor*, *Blepharisma* u. a. zumeist angehört. Natürlicherweise kommen die mannigfachsten Uebergangsformen vor, so besonders zwischen der Hyalo- und Glanzgranula; als eine derartige Uebergangsform wäre auch die Granulation der *Saccamoeba alveolata*, deren FRENZEL gedenkt[1]), aufzufassen.

Bemerkenswerth ist die molare Beweglichkeit mancher dieser Granulationen unter besonderen Umständen, sowie ihre Vibration in ihren Vacuolen (Glanzgranula). Es entsteht nun die Frage: sind dies blos passive Bewegungen im Sinne von BROWN'schen Molecularbewegungen[2]), also analog denen in der Vacuole von *Closterium* oder den Körnchen abgestorbener Leukocyten und den Gipskryställchen aus den Kalksäckchen zu beiden Seiten der Wirbelsäule der Frösche, oder sind dies active Bewegungen, wie manche Forscher anzunehmen geneigt sind, ja so weit gehen, dass sie in ihnen ein neues Welträthsel im Sinne DU BOIS-REYMOND'S wie MÜNDEN[3]) vermuthen? Das erstere scheint das wahrscheinlichere zu sein im Hinblick auf ihr doch structurloses Aussehen und festeres Gefüge, obzwar dies nicht in allen Fällen so leicht zu entscheiden ist, und mit Recht lässt

---

[1]) FRENZEL, Protozoen. Eine Monographie d. Protozoen Argent. Bibliotheca Zoolog. 12. Heft, 1897.

[2]) M. R. BROWN, Remarques additionnelles sur les Molécules actives. Ann. des sciences nat. T. XIX, pag. 104—110, 1830.

[3]) M. MÜNDEN, III. Beitrag zur Granulafrage. Arch. f. Physiolog. 1882.

download unter www.biologiezentrum.at

es F. SCHAUDINN betreffs der Körnchenbewegung im Pseudopodienfaden der *Calcubita polymorpha* unentschieden, ob sie activ oder passiv ist. Andererseits scheint ihre Geschwindigkeit auch durch die Wärme sowie directes intensives Licht erhöht zu werden, und dies würde ja mit den Punkten, die J. EXNER[1]) betreffs dieser Bewegungen feststellte, übereinstimmen. Auch werden die Bewegungen durch die Beschaffenheit des Mediums beeinflusst und hören nach einem vorsichtigen Zusatz von $^1/_2$—1% Kochsalzlösung auf. Interessant und auch für eine passive Bewegung sprechend, sind ferner die Untersuchungen von RECKLINGSHAUSEN und BRÜCKE.[2])

Man hat öfters den Versuch gemacht, die Erscheinung auf elektrische Kräfte zurückzuführen, so z. B. KRASAN[3]), doch hat es seine Schwierigkeit, sich auf einem Körperpunkte, sei dies nun ein Atom oder GRASSMANN's Korn, zwei differente Kräfte, wie die positive und negative Elektricität geknüpft vorzustellen, und uns wird auch der Grund der Polarisation, sowie der ganze Vorgang nicht klarer und einsichtiger. Die Bewegung scheint eine passive zu sein, die durch die Bewegung der Elemente der Flüssigkeit, die eben ihr Wesen charakterisirt, hervorgerufen wird. Besonders in Tropfen oder in abgeschlossenen Räumen, wie Vacuolen und leeren Diatomeenschalen, wo infolge der Reflexion an den Wänden die Bewegung verstärkt wird, kann man das Phänomen ausnehmend gut beobachten. Diese Molecularbewegung kann oft in der Zelle äusserst localisirt sein, so dass einzelne Körnchen auf der einen Stelle noch lebhafte Bewegungen ausführen, während die Körnchen der Nachbarschaft fast ruhen; alles Phänomene, die auf eine Localisation und Vielzahl von abgestuften assimilativen Processen hinweisen und zugleich als Beweis dafür dienen, dass die bewegende Kraft in Flüssigkeiten wegen der zahlreichen molecularen Zusammenstösse und Interferenzen nur auf kurze Distanzen wirkt. In einer Cyste einer *Vorticella*, wo sich die Körnchen unregelmässig auf kurze Strecken hin- und herbewegten und erst vor dem Auskriechen des Thieres einen mehr cyklischen Lauf einschlugen, bewegten sich besonders die kleineren Körnchen plötzlich eine bedeutende Strecke sehr schnell dahin — aber selbst diese Erschei-

[1]) J. EXNER, Untersuchungen über die BROWN'sche Molecularbewegung. Wiener Akad. Bd. XVI, Heft 1, 2, 1867.

[2]) Beide genauer citirt und noch weitere Bemerkungen in STRICKER's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1871.

[3]) F. KRASAN, Verhandl. d. zoolog.-bot. Gesellschaft in Wien. 1881, T. VII, pag. 267.

download unter www.biologiezentrum.at

nung ist wahrscheinlich als passiv aufzufassen, da die Körnchen sodann schärfer contourirt und dunkler erschienen und vermuthlich anfangs in einer Netzwabe ruhend nach dem Einreissen derselben in schiessende Bewegungen geriethen.[1]) Etwas ähnliches kann man an der Glanzgranula des peripheren Plasmas von *Bryopsis* beobachten.

Die stärkere Molecularbewegung beim Absterben der Protozoen ist zum Theil auf die postmortale Temperaturerhöhung zurückzuführen, indem labile Substanzen stabil werden und Wärme frei wird, ausserdem wurden bei den vielen stattfindenden Zerspaltungen Affinitäten frei, die dann vom umgebenden Sauerstoff gebunden mit einer Wärme- und Bewegungserhöhung verknüpft sind; FRENZEL (Biolog. Centralblatt, Bd. XI) beobachtete auch eine körnchenreiche Heliozoe, die später platzte, und dabei traten viele Körnchen heraus, die sofort einen lebhaften Molecularlanz begannen, während die benachbarten Körnchen in völliger Ruhe verharrten. Analoges wurde auch von mir bei einer absterbenden *Euglypha* und einem *Paramaecium* beobachtet. BRÜCKE[2]) untersuchte die Bewegungen in den Pigmentzellen der Froschembryonen und fand, dass sie nicht nur in den ganzen wohlerhaltenen Zellen, sondern mit derselben Lebhaftigkeit auch in ausgetretenen tropfenartigen Massen stattfinden. „Es ist mir immer auffallend gewesen, dass die Bewegung der Körnchen innerhalb der Zellen und innerhalb dieser Tropfen eine grössere Energie zu haben schien als die Molecularbewegung der frei in der Flüssigkeit umherschwimmenden Pigmentkörner.“ Sie ist eben ein gleichsam calorimetrischer Index der vitalen Vorgänge. Auch die Pigmentkörnchen in den Epithelzellen der Salamanderlarven führen vibrative Bewegungen aus, die besonders in der Aequatorialebene bei der Durchschnürung der sich theilenden Zellen deutlich werden. Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass verschiedene Oberflächenwirkungen und Spannkräfte in der Zelle wirksam sein können, deren physikalische Gründe auch sonst überhaupt noch nicht endgiltig aufgeklärt sind (MACH, Mechanik, 1897) und die direct oder indirect mit solchen Molecularbewegungen im Zusammenhang stehen.

---

[1]) H. RATHKE, Ueber Molecularbewegung in thierischen Zellen (Arch. f. Anat. u. Phys., pag. 367—371, 1843), führt sie auf Ströme des in die Zellen am endosmotischen Wege eingetretenen Wassers zurück. — A. S. SCHULTZE, Mikr. Unters. u. d. H. R. BROWN, Entdeckung lebender Theilchen in anderen Körpern. Carlsruhe und Freiburg 1828.

[2]) E. BRÜCKE, Ueber d. sog. Molecularbewegung in thierischen Zellen, insonderheit in den Speichelkörnchen. Akad. d. Wiss. Wien. Sitzber. d. mathem.-nat. Classe, Bd. XLV, II. Abth. 1862.

download unter www.biologiezentrum.at

Lassen wir nun bezüglich des aufgeworfenen Themas in den Einzelheiten die Protozoen Revue passiren.

a) Punktartige oder Mikrogranula: In der *Amoeba terricola* Greeff, deren Plasma besonders in der Nähe der Vacuole netzwabig erscheint, konnten gerade noch an einzelnen Stellen feinste punktartige Körnchen hauptsächlich gegen das Ectoplasma zu nachgewiesen werden; die freie ectoplasmatische Zone einer bakterienfressenden Amöbe, die in ihrem Entwicklungscyklus einen Flagellaten mit zwei Geisseln besass, der *Amoeba bacteriophaga* enthielt gleichfalls bläuliche Mikrogranula. Auch an dem entoplasmatischen Gerüstwerk von *Dactylosphaerium radiosum*, sowie bei der *Amoeba limax* findet man Punktkörnchen; das Gleiche gilt von *Cochliopodium bilimbosum* Auerb., dessen Plasma langsame Bewegungen ausführt und undeutliche dickwandige graubläuliche Alveolen besitzt. Bei einer *Difflugia globulosa Duj.*, die mit Jodtinctur sich lebhaft bräunte, konnten zahlreiche Mikrogranula constatirt werden. Eine *Trepomonas*, die am nächsten der *rotans* und *Steinii* zuzurechnen wäre, besass im unteren Theile der hinteren Aussackung viele feinste Punktgranulationen. Bei *Paramaecium caudatum* Ehrb. fliesst die dünnlamellige Structur zu grösseren Räumen zusammen, in deren Wandung besonders seitlich nicht zahlreiche feine Körnelung anzutreffen ist. *Frontonia leucas* Ehrb. besitzt in den leichtflüssigen Wabenwänden der rundlichen Maschen reichliche Mikrogranula, so dass jene oft gleichsam mattirt aussehen; schwerer nachweisbar ist sie beim *Stentor coeruleus* und *Condylostoma patens*. In einer *Blepharisma*, die sehr klein war und in Menge am feuchten Waldmoos vorkam, trat im Entoplasma in Menge auch eine feine Körnelung auf. Bei *Actinosphaerium* kommt in den plasmatischen Wabenwänden feinste Granulation neben zahlreicher zarter Hyalogranula und deutlicher Glanzgranula in den Zwickelräumen vor.

Uebergänge der Mikrogranula zur Hyalogranula wurden bei einer *Monas*, dessen Plasma gegen den Rand zu dichter war und in besonderer Anordnung helle matte Körnchen besass, sowie bei *Hedriocystis pellucida* H. L. um den Kern, dann aber wieder im wandständigen Plasma nachgewiesen.

Diese Granulationen liegen zwar in den polar gleichsam differenzirten Structurwänden, sind aber trotzdem meist rundlich, weil in einer solchen Wand immer in unmerklicher Weise zwei Lamellen zusammenstossen und so ihre abplattenden Spannwirkungen durch Compensirung behoben werden, während grössere Granulationen schon länglich sind und oft Verschiebung längst den Waben-

download unter www.biologiezentrum.at

lamellen wie in den regenerirenden Zellen der Alge *Ectocarpus* erleiden.

b) Hyalogranula; diese oben schon beschriebenen Gebilde kommen im Entoplasma von *Am. terricola* GREEFF als helle, leicht bläulichgrün erscheinende Körnchen vor, die hauptsächlich über der gespannten Vacuole deutlich ausgebildet sind, hier aber unter dem wachsenden Druck sich abplattend zu verbreitern scheinen. Ihre Oberfläche scheint gleichsam rauh zu sein; zuweilen kommen ihnen auch längliche und Bisquit-Formen zu. In der Cyste der *Am. terricola* treten dagegen grössere lichtbrechende Körnchen auf; auch in den sogenannten Sporen von *Fuligo varians* findet man eine etwas kleinere Körnelung mit Beugungskreisen, die wahrscheinlich RHUMBLER bei Colpoda irrthümlich als Assimilationshöfe deutete. Analoge Gebilde sammeln sich auch in *Vorticellencysten* stellenweise an und unterliegen flutenden Bewegungen. Als rundliche matte Körnchen wurde sie ferner bei einer kleinen Amöbe aus feuchtem Waldmoos, sowie bei *Dactylosphaerium radiosum* constatirt; bei *A. limax* tritt sie in der Gestalt von wenigen etwas lichtbrechenden Körnchen auf; bei der *Euglypha* finden wir sie auf gewissen Stadien um den Kern herum angesammelt und bei *Trinema enchelys* EHRB. treffen wir sie in der Form von bläulichen blassen runden Körnchen; die *Polystomella strigilata* besitzt dagegen helle weniger lichtbrechende Granulationen und in der *Hedriocystis pellucida* bilden sich nur wenig längliche matte Körnchen aus, die anscheinend auch in den haarfeinen Pseudopodien, falls dies nicht blos dunklere Wellen und plasmatische Verdichtungen sind, vorkommen. Bei *Paramaecium caudatum* stellt sich die eben besprochene Granulabildung in zuweilen ovalen, manchmal in der Mitte mit einem Riss ausgestatteten Körnchen dar, die auch etwas hantelförmig eingeschnürt sein können. Diese Bildungen kommen meist in den Structurlücken vor. In den *Makrogonidien* eines marinen *Zoothamniums* wurde die grünlichweisse Hyalogranula in grosser Menge angelegt, so dass die Thiere schmutziggelb aussahen, wogegen in den Zooiden nur spärliche Körnchen auftauchten. Der *Cothurnia pyxicola* kommt gleichfalls eine mattweisse Granulation zu, die sich an der Cyclose betheiligt. — Uebergänge der Hyalogranula zur Glanzgranula findet man beim *Cochliopodium* als runde, etwas lichtbrechende, grössere Körnchen, sowie bei einer *Difflugia globulosa* als runde, bläulichgrüne Granula, die beim gequetschten Thier lebhafte Molecularbewegungen ausführen und sich anzunähern sowie abzustossen scheinen, und schliesslich bei *Trepomonas* als lichtbrechende Korngebilde. In

download unter www.biologiezentrum.at

einer *Difflugia elegans* PENARD[1]) tritt eine ungeheure Menge feiner Granula auf.

c) Glanz- oder Lamprogranula: *Amoeba terricola* besitzt neben grösseren Excretkörnern stark lichtbrechende, gelbliche, rundliche oder ganz runde Körnchen, die von einer Art Vacuole umgeben zu sein scheinen und in ihr zitternde Bewegungen ausführen. *Dactylosphaerium radiosum* hat glänzende Körnchen, die sich oft sehr lebhaft „molecularartig" bewegen und zuweilen zu mehreren in einer Vacuole vorkommen. *Amoeba limax* ist nur mit einzelnen lichtbrechenden Körpern ausgestattet, wogegen in der *Nebela collaris Leidy* feine glänzende Körnchen constatirbar sind, die besonders um die Nahrungsvacuole bei hoher Einstellung als schwarze Punkte sich darstellen. Bei *Trinema enchelys* erscheinen sie als lichtbrechende Granulationen in einer Art von Vacuole; in gleicher Weise fand ich sie bei der *Difflugia elegans* in der Gegend um den Kern und in dem apicalen Theil des Thieres. — Der *Mastigamoeba*, deren Plasma hell alveolar ist, kommen grünliche Körnchen von doppeltem Caliber neben grösseren nicht zahlreichen Excretkörpern zu. *Polystomella strigilata* führt als Glanzgranula mehr krystallinisch aussehende, dunklere gelblichgrüne, längliche, lichtbrechende Körper. Wenige Granula finden wir bei *Trepomonas*, zahlreicher ist sie bei *Monas*, wo sie sich besonders auf Theilungsstadien in der Mitte ansammelt und einen Moleculartanz ausführt. Bei *Paramaecium caudatum* sind in den Kreuzungslücken der bis jetzt nachweisbaren Elementarstructur grössere olivengrüne, neben diesen aber auch gelbgrünliche kleinere Körnchen gelagert; auch bei *Frontonia leucas* EHRB. sind sie gelblichgrün. *Cyclidium glaucoma* besitzt nicht viele grössere, bläulichgraue, sowie kleinere helle Körnchen. *Vorticella monilata* Tatem, deren einzelne Netzwabenmaschen innen röthlich, andere wiederum etwas dunkel erschienen, producirt helle Körnchen, die sich im Entoplasma lebhaft bewegen. Bei *Stentor coeruleus* zeichnet sich das Entoplasma durch eine längsnetzige Structur aus, deren Elemente bei Druck zusammenfliessen und ein grünliches Substrat bilden, in diesem kommt eine olivengrüne Glanzgranula vor, die zuweilen eine Art von Höhlung oder einen hellen Kreis innen besitzt. —

---

[1]) Deren eigene hirschgeweihartige Pseudopodien seitlich beim Vorfliessen oft plötzlich eine Art Bruchsack erhalten, in den das Granulagewimmel vorstürzt; die eigenartige Pseudopodbildung weist auf besondere Plasmaverhältnisse, Cohäsions- und Spannkräfte hin, die in analoger Weise bei der Theilung sich bemerkbar machen, als der vorgestülpte Tochtertheil schon terminal einen Plasmazapfen erhält, der dann dem kaminartigen Ansatz der Schale entspricht.

download unter www.biologiezentrum.at

In der äusseren ectoplasmatischen Alveolarschicht bilden sich bei *Stentor coeruleus* wenig lichtbrechende, hirsekornähnliche, längliche weisse Granulationen aus, die wohl besonderer Natur sind und hier zum Unterschied von der Hyalogranula *Leucogranula* genannt werden sollen; das Gleiche gilt zum Theil von *Spirostomum*, *Blepharisma* und *Condylostoma patens*.

In den Makrogonidien des schon erwähnten marinen *Zoothammium* entstehen excretartige Bildungen, die eine Art von „Höhlung" besitzen, wogegen sie in den Zooiden compact und kleiner sind.

Runde, verschieden grosse, meist olivengrüne lichtbrechende Excreteinschlüsse lassen sich in der mannigfachsten Gestaltung bei vielen Protozoen mit Leichtigkeit nachweisen; bei einer Amöba aus dem Waldmoos waren sie matt und etwas concentrisch geschichtet, bei *Nebela collaris* erscheinen sie rund, olivengrün, bei *Difflugia globulosa* ziemlich hell und lichtbrechend, analog denen der *Difflugia elegans*; bei Polythalmien, so *Polystomella strigilata*, wurde auf sie schon von Schultze[1]) aufmerksam gemacht, sie sehen fettartig aus und haben eine dunkle Umrandung; bei *Cyclidum* bilden sich als Excreteinschlüsse meist 3—4 grössere olivengrüne Körnchen aus; die genauere Analyse bei den Hypotrichen wurde schon in den ersten Protozoenstudien gegeben; bei ihnen besitzen sie oft eine Art innerer „Aushöhlung", die bei einer *Metopusform* aus dem Waldmoos in bemerkenswerther Weise häufig seitlich mit einer äusseren Oeffnung ausgestattet ist. Körnchen mit einer eigenthümlichen Schichtung kommen, wie ja schon oben mehrfach erwähnt wurde, häufig vor — sie besitzen innen entweder einen Flüssigkeitshohlraum oder ein helles Centralkorn und haben die verschiedenartigste physiologische Bedeutung; in diesem Sinne wäre der chromatischen Körnchen gewisser Bakterien, der Granulationen der Diatomeen, der oben beschriebenen Körnchengebilde von *Stentor, Metopus, Stylonychia, Spirostomum* etc. zu gedenken, ja selbst die binnenkörperartigen Bildungen des Kernes von *Chilodon uncinatus* hatten eine innere hellere Formation. Man muss wohl annehmen, dass ein rigides, von einem Niederschlagshäutchen (das bei manchen Schizophyten nachgewiesen wurde, Schewiakoff) abgeschlossenes Kugelgebilde später verschieden geformte organische Substanz peripher ausscheidet, der sich immer mehr und mehr in concentrischer Schichtenfolge apoplasmatische

[1]) Schultze, Ueber den Organismus der Polythalmien. Leipzig 1854.

download unter www.biologiezentrum.at

Substanzen anlagern. — Im Pflanzenreich findet man vornehmlich im Stärkekorn analoge Bauverhältnisse; in oft concentrischen Schichten wird hier eine kleine weiche, wasserreiche Substanz enthaltende Höhlung umschlossen (Kern), die, solange das Stärkekorn dem Wachsthum unterliegt, weich ist, später aber austrocknet. Das Korn wächst im plasmatischen Contact durch Intussusception und erst später hebt sich die erstere feste Hülle ab. Auch manche Aleuron- oder Proteinkörner zeigen unter Einfluss von Reagentien eine Art von Schichtung.

Excretkrystalle: Diese wurden vielfach schon beschrieben, so von Leidy, Balbiani, Bütschli, Maupas, Greeff u. a., ihre Natur wurde aber erst durch die Untersuchung Schewiakoff's an *Paramaecium* [1]) enthüllt.

An dieser Stelle sollen nur einzelne Angaben gemacht werden. Bei der schon mehrfach erwähnten Amoeba aus dem Waldmoos gehörten die Excretkrystalle dem rhombischen System an (Comb. von 111 Pyramide u. P ∞, 0P), bei einer *A. limax* schienen sie in einer Vacuole zu schweben und besassen eine pyramidenähnliche Gestalt, bei *Dactylosphaerium radiosum* waren es mehr kleine prismatische Kryställchen, die zuweilen in einer Art von Vacuole aggregirt waren; ähnlich gestaltet waren sie bei der *Nebela* (Fig. 40), obzwar hier auch minutiöse Pyramiden vorzukommen scheinen; ganz eigenartig geformt sind sie beim *Cochliopodium*, es sind dies zehn und mehr an der Zahl vorhandene, im grossen und ganzen sechseckig gestaltete, in der Mitte oft durch eine feine Kante charakterisirte grünlichblaue, glasartig lichtbrechende Plättchen (Fig. 39), die manchmal noch seitlich zwei kleine Flächen ausgebildet haben, so dass sie im ganzen einen zehneckigen Umriss erhalten — sie befinden sich in Vacuolen und sind in fortwährender langsamer Bewegung begriffen, so dass sie sich bald von der Fläche, bald von der Kante präsentiren.

Difflugia globulosa besitzt nur wenige stäbchenartige Kryställchen, die in analoger Weise nur von etwas grünlichgelber Färbung bei der *Hedriocystis* anzutreffen sind.

Bei Monasformen und vielen kleinen hellen Flagellaten kommen häufig längliche, anscheinend prismatische, in der Mitte zuweilen gleichsam eingeschnürte Kryställchen vor, die aber weiter nicht analysirbar sind, wie man überhaupt häufig im Plasma der Protozoen, ja auch in der Alveolarschicht derselben grünliche oder gelb-

[1]) Schewiakoff, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. LIV.

download unter www.biologiezentrum.at

liche kleine, oft wetzsteinähnlich geformte krystallinische Gebilde constatiren kann. Manchmal kann man mehrere Formen in einer einzelnen Zelle nachweisen, so nehmen die krystallinischen Substanzen in der *Lacrymaria* neben wetzsteinähnlichen Gestalten auch prismatische (oder prismatische mit Domenabschluss) Formen an. Bei einer marinen Amoebe waren zahlreiche pyramidenförmige Kryställchen in Alveolen suspendirt, die sich in Salpetersäure lösten; langsamer ging die Lösung in Schwefelsäure vor sich, sie scheinen einem oxalsauren Salz anzugehören.

Es wäre von einem gewissen Interesse, einmal einen genauen Vergleich zwischen diesen im Plasma sich bildenden Mikrokrystallen und den von Vogelsang so benannten *Mikrolithen* oder gar den von Zirkel nachgewiesenen *Trichiten* der Mineralogen durchzuführen; die ersteren sind häufig keulenförmig, bisquitartig oder besitzen eine Endigung in Schwalbenschwanzform, die Trichite sind oft gebogen und haarartig. In dieser Form krystallisirt gleichsam das Neutralroth in dem peripheren Plasma der *Bryopsis*, während es in den tieferen Schichten in besonderen metachromatisch sich verhaltenden Vacuolen gespeichert wird. Die beiden Plasmen legen ein heterogenes Verhalten an den Tag. — In der Pflanzenzelle kommen einerseits Krystalloide der organisirten Substanzen, die quellbar sind, neuerdings aber zu den wahren Krystallen wegen ihrer Zugehörigkeit zum hexagonalen und tesseralen System gerechnet werden, sowie Krystalle von Kalkoxalat, die je nach dem Wassergehalt und Concentration der Lösung sich im Sinne des tetragonalen oder monoklinen Systems entwickeln, und Krystalle von phosphor- und kohlensaurem Kalk in erster Linie vor. —

Unter dem Einfluss gewisser Stoffe, der Vitalfarbstoffe, wie Neutralroth, treten gewisse Substanzen in Granulaform auf, die in den Netzmaschen vorkommen, zur Ernährung und Verdauung in einem gewissen Zusammenhang stehen und bei der Einwirkung der besagten Stoffe kugelförmig sich zusammenballen. Die erwähnten Stoffe wirken als eine Art von „Reiz", der zur Abgabe von Wasser aus der enzymatischen Substanz führt, die mit chemischer Aenderung und Polymerisation verbunden ist. Eine analoge Erscheinung findet man vielleicht in der Abscheidung des Protoproteins in der Gestalt der von O. Loew und Bokorny untersuchten Proteosomen unter dem Einfluss von Coffeinlösungen, die zum Theil in Vacuolen, wo sie Brown'sche Molecularbewegungen ausführen, oder direct im Cytoplasma sich voll-

download unter www.biologiezentrum.at

zieht.[1]) Doch kann man ihnen rücksichtlich ihres doch nicht regelmässigen Auftretens und des Vorkommens im Paraplasma nicht die Bedeutung im Sinne der beiden Autoren zuschreiben. Das Plasma regenerirter Epithelzellen von *Triton alp.* erschien in Coffeinlösungen nur wasserärmer, lichtbrechender; beim *Actinosphaerium* entstanden im Ectoplasma grössere Vacuolen. — Die erstere Reaction ist mit keiner Schädigung des Plasmas verbunden; in todten Zellen findet sie nicht statt. Beim *Paramaecium* kommen diese mit Neutralroth sich färbenden Körnchengebilde in den Structurmaschen vor, erscheinen bei höherer Einstellung zinnoberroth, bewegen sich lebhaft, sind etwas lichtbrechend und scheinen sich zuweilen abzuplatten. Oft treten mehrere kleinere Körnchen neben einem grösseren auf. Sie verdeutlichen die Cyclose, die ihrer Bewegung zufolge bei 19° C. durchschnittlich in 1·28 Minuten einen Umlauf vollführt, die Excretkörnchen bewegen sich langsamer (2·18 Minuten). Das *Paramaecium caudatum* hat ca. 220 μ. im Mittel Länge und es wird hier vom Plasma in 1·28 Minute über 440 μ. zurückgelegt. Die mittlere Geschwindigkeit in den Plasmodien mancher Myxomyceten beträgt bis 10 Mm. in der Minute. Die Cyclose ist einerseits auf den labilen Wabenaufbau und das festere Gefüge im Inneren der Zelle um den Kern, andererseits auf die endosmotischen, allenthalben stattfindenden Vorgänge vielleicht zurückzuführen. Eine Art künstlicher Cyclose kann man herstellen, wenn man Alkohol mit Tusche als feine Emulsion in einen Oeltropfen hineinbringt. Bei der Conjugation vollzieht sich der Umlauf etwas schneller, doch ist er etwas unregelmässiger und die ihn markirenden rothen Körnchen erscheinen grösser, sind auch mehr ziegelroth gefärbt und entfärben sich beim Zerfliessen sehr rasch. —

An sowie in der Stielmuskelscheide der *Vorticella monilata T.* sind ferner besondere helle Körnchen eingelagert, die sich röthlich färben, wogegen die oberflächlichen pflasterartig angeordneten tuberkelartigen Granulationen sich mit Neutralroth in keiner Weise tingirten; sie besitzen central oft eine Höhlung. Auch an der Basis der *Cothurnia pyxicola* nehmen gewisse Körnchen electiv den Farbstoff an. —

Von besonderem Interesse sind schliesslich auch die von M. Schultze schon beobachteten, ziemlich grossen hellen Körper im Plasma der *Polystomella strigilata*, die selbst wieder einige wenige grössere und kleinere, etwas lichtbrechendere festere Körnchen enthalten; durch Essigsäure und verdünnte Kalilauge können sie langsam zum Verschwinden gebracht werden; man könnte sie viel-

[1]) O. Loew, Die chem. Energie der lebenden Zelle. München 1899.

download unter www.biologiezentrum.at

leicht mit den Körpern im Plasma der *Gromia Dujardinii* vergleichen, die etwas bräunlich sind, sich aber in der Schwefelsäure nicht lösen, mit Jod- und Schwefelsäure färben sie sich schwärzlich.

Auf färberischem Wege wurden bezüglich des Wesens und des Aussehens der Granulationen und der Einschlüsse bei den Protozoen schon früher mehrfach Untersuchungen angestellt, so von MONTI ROSA (S. granulazioni d. P. Boll. scientif. Ann. 17, No. 1), A. M. PRZESMYCKI (Ueber Zellkörnchen b. d. P. Biolog. Centralblatt, XIV) u. a. Doch muss man gerade in dieser Hinsicht im Ziehen weitgehender Schlüsse sehr vorsichtig sein, da Fixirungsmittel mit starken Affinitäten den Färbungseffect der complicirten Eiweisskörper modificiren, wie auch die weiteren Manipulationen (Auswaschen etc.) oft störend einwirken, wie ich mich bezüglich der Granulationen der LEYDIG'schen Zellen der Axolotlarven zu überzeugen die Gelegenheit hatte. —

An dieser Stelle sei nur noch folgender Beobachtungen gedacht: Beim *Chilodon uncinatus* EHRB. kommen im Plasma normal nur wenige Excretkörnchen vor, hauptsächlich aber Glanzgranula und einzelne chromaffine Körnchen von verschiedener Grösse, die sich mit Neutralroth in der Nuance von blassrosa bis dunkelroth färben, sowie schliesslich zahlreiche mattere, mehr peripher liegende Granulationen, die einen Uebergang zur Hyalogranula bilden. In conjugirten Thieren sammelte sich besonders im oberen Zelltheil die mit Neutralroth tingirte Körnelung an. Nach der Conjugation findet man seitlich neben dem Grosskern zahlreiche Excretkörnchen, von denen die grösseren auch eine Art von Höhlung besitzen, und daneben zerstreut die mattere helle Granulation, die sich durch eine Art Spaltung zu vermehren scheint und sich mit Bismarckbraun, Congoroth, Thyonin, Säurefuchsin und Hämatoxylin nach der Conservirung mit der FLEMMING'schen Flüssigkeit (abgeändert nach CORI) färbt; mit Bismarckbraun, Thyonin und besonders den beiden letztgenannten Farbstoffen tingirte sich auch eine feinere Granulation an den Wabenecken, die sich sonst mit Alauncarmin allein von allen Einschlüssen färbt. — Eine Amöbe mit vielen ovalen Kernen, die aber auch bezüglich der Grösse und Beschaffenheit der *Am. proteus* ungemein ähnlich war, und die ich nur einmal an den Wänden der Aquariengläser in Prag fand, zeigte nach der Conservirung mit der FLEMMING'schen Flüssigkeit und Nachfärbung mit Pikrocarmin verschiedene Granulationen in blasser Tinction; mit Cochenillealaun traten dunklere Kügelchen von verschiedener Grösse in einer Art Vacuole auf. Diese scheinen mir aber unverdaute Nucleinstoffe zu sein; sie werden auch ausgestossen und haften an

download unter www.biologiezentrum.at

der Amöbenoberfläche; in Alveolen fanden sich auch längliche pyramidenartige, wetzsteinähnliche Kryställchen, deren grössere Formen seitlich abgestumpft waren; mit Jodjodkalium veränderten sie sich etwas, lösten sich in Schwefelsäure sowie Kalilauge auf; die Murexidreaction gelang nicht. —

Auf Grund der bisherigen Untersuchungen kann man vermuthungsweise bis jetzt nur Folgendes aussagen:

Die rundliche Mikrogranula wurde nicht überall nachgewiesen, sie ist ferner nicht immer gleichmässig und zahlreich vertheilt, und man kann sie nur als eine der ersten Stoffwechselbildungen, als eine Verdichtung und Concentration organoider Substanz auffassen, die sich noch durch Theilung, wie etwa die Mikrosomen der Mikrosomenstraten der Strahlung vermehrt. Sie kommt in den Structurwänden vor und fliesst gleichsam den Spannungsgesetzen folgend gegen die Knotenstellen ab, wobei sie dadurch und durch ihre blosse Gegenwart infolge des Contactes noch irgendwie den Lebensprocess beeinflusst; dort angelangt, bildet sie sich verändernd vielleicht zur Hyalogranula um, die dann ihren Ort oft verlässt und sich in die paraplastischen Structurräume begibt und hier weiter sich verändert. Beide Körnelungen sind hinfälliger als die Glanzgranula und verschwinden bald nach dem Zelltode oder verändern sich. Die Leukogranula ist eine mehr ectoplasmatische, aber analoge Bildung. Gleichsam als noch mehr ihrer Vitalität beraubt und einen noch weniger integrirenden Bestandtheil der lebenden Zelle bildend, ist die Glanzgranula aufzufassen, die in den paraplasmatischen Structurhohlräumen vorkommt und dort Molecularbewegungen, die bezüglich ihrer Art und Stärke zu den Lebensvorgängen in einem correlativen Verhältniss stehen, ausführt. Bemerkenswerth ist ihre sowie zum Theil schon der früheren Granulationen gedachte concentrische Schichtung, die zuweilen eine Höhlung umfasst, indem der weiche innere Bildungskörper schwindet; ihre weitere Beschaffenheit wurde schon früher erläutert. Auch bei den Metazoen fand ich vielfach ähnlich geschichtete Granulationen. Die Granulationen sind nicht gleichmässig in der Zelle vertheilt, sondern häufen sich entweder peripher oder im unteren Theile des Zellleibes an oder bringen eine gewisse Schichtung in diesem wie bei den Rhizopoden zum Ausdruck und deuten hiedurch eine Art von Polarität in der Localisation gewisser specieller Stoffwechselvorgänge in der Zelle an. Die Lagerung der Körnchen ist von ihrer jeweiligen Affinität zum Hyaloplasma und der für jede Art specifischen Consistenz und Rigidität des Plasma abhängig und verhält sich verschieden in sich theilenden

download unter www.biologiezentrum.at

Zellen, Cysten, Syzygien, sowie regenerirenden Zellen (*Ulva*, *Bryopsis*, *Ectocarpus*, Hypotrichen etc.).

Zum Schluss sei noch auf die für weitere Schlüsse und Betrachtungen vielleicht vom Nutzen sich erweisende Thatsache hingewiesen, dass nämlich in den Cysten die Molecularbewegung der besagten Einschlüsse sistirt oder abgeändert ist, dass hier vornehmlich Hyalogranula auftritt, ferner dass die Granulationen sich bei conjugirten Thieren, besonders den Ciliaten, vielfach verändern, was schliesslich auch noch von all den anderen Entwicklungsvorgängen der Protisten wohl gilt — doch sind dies Verhältnisse, die noch weiterer genauer Untersuchungen bedürfen und die aufs Innigste mit dem Problem der Natur des lebenden Plasmas, für das uns bis jetzt leider fast jede chemische Grundlage abgeht, im Zusammenhang stehen.[1])

* * *

Anhangsweise sei hier noch einiger ectoplasmatischen Structuren von Protozoen, die bei schwachen Vergrösserungen schon gewissermassen gestreift aussehen, gedacht.

Bei der *Condylostoma patens* (Taf. I, Fig. 26) zeigt der grosse Mittelstreifen eine feine alveolare, senkrecht angeordnete Structur; durch seine Mitte verläuft ein Streifen von entweder meist zu zweien aggregirten oder einzeln vorkommenden, ovalen länglichen oder sichelförmigen Körnchen, die in kleinen dicht anliegenden Vacuolen ruhen; zu beiden Seiten dieser Körnchenlinie findet man im Mittelstreifen hie und da zerstreut eine punktartige Granula von matter grünlicher Färbung; unter der Alveolarschichte ist auf optischen Querschnitten eine dünne, sehr undeutliche Schichte von Corticoplasma anzutreffen, der gegen die Alveolarschichte eine feine Körnelung zukommt, die aber gegen das Entoplasma hyalin ist. Die Netzwaben sind gegen das Entoplasma zu etwas länglich gestaltet und bergen in den Zwischenräumen grössere hirsekornähnliche oder ovale Granula, im eigentlichen Entoplasma findet man verschieden grosse, olivengrüne Excretkörnchen, spärliche prismatische Excretkryställchen, sowie in den oft gleichsam fädig ausgebildeten Wänden der Structuren punktartige matte Körnchen. In den Cilien konnte ich keine feinen Fädchen nachweisen. Der sogenannte Myophan ist

[1]) Weitere Literatur: G. Galeotti, Ricerche s. colorabilita della cellule vivanti. Z. f. wiss. Mikroskopie, 1884, Bd. XI; P. J. Mitrophanow, Ueber Zellgranulationen. Biolog. Centralbl., 1890, Bd. IX; A. Fischel, Ueber vitale Färbung v. Echinodermeneiern etc. Anat. Hefte, 1899, Heft 37; A. M. Przesmycki, Biolog. Centralbl. 1894, Bd. XIV u. 1897, Bd. XVII.

download unter www.biologiezentrum.at

grünlich, erscheint gleichmässig gekörnelt (rauh) und verläuft seitlich in einer rinnenartigen Bildung, von der auf der einen Seite die Cilien entspringen. Die Cilien sind fast spitzig, zeigten basal eine Art von Verdickung und zerflossen unten blasenartig beim Absterben, wogegen die Cilien einer *Colpoda* aus dem Waldmoos fortwährend noch langsam schlagend wieder in ihrem ganzen Umlaufe varicöse Verdickungen erhielten.

Beim *Spirostomum ambiguum* Ehrb. sind in den gleichfalls netzwabig ausgebildeten Mittelstreifen zwei Reihen von Granula und zwar eine grössere, lichtbrechende, citronengelbe und eine weiter von ihr entfernte kleinere Körnelung, während dazwischen unregelmässig zerstreut matte, weissliche Leukogranula mit einer Art von centraler Höhlung gelagert ist. In dem feinen Zwischenstreifen verläuft etwas gewellt ein feiner fibrillenartiger Myophan.

Diese Structur kann man besonders genau über der gespannten Vacuole untersuchen (Fig. 23).

Bei einer *Blepharismaspecies* aus dem Waldmoos war die alveoläre Structur des Ectoplasmas förmlich einseitig gegen den einen Zwischenstreifen stärker ausgebildet und verkleinerte sich dann zusehends; wo die Structur deutlicher entwickelt war, formirten die feinen Granulationen einen Streifen, wogegen sie sonst zerstreut waren; im Querschnitt ist die Alveolarschichte sehr niedrig und unter ihr findet man fast nur spurenweise eine gekörnelte Schichte, die man eventuell dem Corticoplasma zurechnen könnte. Die Cilien inseriren seitlich vom Zwischenstreifen und sind basalwärts verdichtet und verbreitert; der Zwischenstreifen ist als ein dunkler bläulicher Canal von einer Flüssigkeit erfüllt.

Das Entoplasma ist dicht structurirt und führt verschiedene gelblichgrüne lichtbrechende Granulationen (Fig. 24).

* * *

Eine der merkwürdigsten Plasmastructuren hatte ich mehrmals die Gelegenheit bei einer marinen *Holostricha rubra*, die zahlreiche kleine (30 +) Kerne führte, zu untersuchen: In der oberflächlichen Plasmaschichte findet man wahrscheinlich aus veränderten Diatomin hervorgegangene, rothgelbe, fettig glänzende Körper, die besonders um die seitlichen Cirrenbasen, wo wohl der Stoffwechsel am stärksten vor sich geht, eine Art von geflochtener Kettenlinie bilden, während sie auf den Zwischenfeldern regelmässige Rosetten in bestimmten Abständen zur Darstellung brachten; dazwischen finden sich dieselben oft bisquitförmig gestalteten Gebilde zerstreut vor. In der ectoplasmatischen

download unter www.biologiezentrum.at

Schichte, sofern man von einer solchen bei den Hypotrichen im eigentlichen Sinne des Wortes sprechen kann, wurden nun runde oder mässig ovale, scheibenartige Bläschen, d. h. grünliche, ziemlich gleichmässig doppeltcontourirte feine Ringe festgestellt, die mit einer im röthlichen Interferenzlicht erscheinenden Flüssigkeit erfüllt waren; sie selbst wurden aber noch durch eine helle rigide Substanz aneinander gekittet, so dass sie oft beim zunehmenden Deckglasdruck durch die darunter entstehenden Vacuolen, die bei ihrem fortgesetzten Wachsthum zwischen ihnen emportauchten, auseinander gerissen wurden, um später wieder zusammen zu treten. In dieser Kittsubstanz befand sich hie und da auch feine Granula. Die eigentliche Plasmastructur war erst unter dieser Schutzlage, die dem mittelalterlichen Kettenhemd bezüglich ihres Aussehens beim ersten Anblick nicht unähnlich war, genauer zu erkennen. Einzelne der besagten Bläschen erschienen seitlich eingeschnürt, als ob sie sich theilen wollten; beim fortgesetzten Deckglasdruck isolirt, nahm bald ihre Peripherie ein punktirtes Aussehen an und sie zerflossen (Fig. 27, 28).

* * *

Bei einer grösseren Stäbchenbakterienform aus feuchtem Waldmoos konnte ich nach Hämatoxylinfärbungen einen zarten Centralkörper, in dem Spuren von fast querverlaufenden Alveolarwänden nachweisbar waren, feststellen; an den beiden Polen der peripheren Region färbte sich eine Ansammlung feinster Körnelung, wogegen auf den Knotenpunkten des Centralkörpers gegen die periphere Zone oft vorspringend, zuweilen aber direct in ihr befindlich, roth-blaue Körnchen deponirt waren, die wohl mit denen, die Palla, Hieronymus und Bütschli beobachtet haben[1]), identisch sind. Neben diesen „normalen" Bakterien hatten einzelne einen kurzen Centralkörper, während die röthliche Körnelung fast die Hälfte des Stäbchens erfüllte (Fig. 29 *b*), andere trugen deutliche Stigmata einer Rückbildung, indem der Centralkörper als solcher in seiner Abgrenzung „gleichsam" verschwunden war und seine Körner auswanderten, wobei noch einzelne ganz ausserhalb an der Peripherie hafteten; zuletzt waren die Bakterien klein, oval, unansehnlich und mit wenigen Körnchen ausgestattet; sie scheinen auf diese Weise sich zu verjüngen oder ganz zu degeneriren. Später im August fand ich einzelne derselben Formen, in denen

[1]) O. Bütschli, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Leipzig, Engelmann, 1896.

download unter www.biologiezentrum.at

nun mehrere grössere, runde, mit einer undeutlichen Structur ausgestattete Körper — sicherlich Sporen — entwickelt waren (Fig. 29 *g*).

Ausserdem hafteten an einzelnen vielfach gekrümmte Fäden, die aus glänzenden, durch eine Schleimmasse verbundenen Körnchen gebildet waren — ich wüsste für sie keine andere Erklärung zu geben, als dass, zumal die Bakterien normal aussahen, sie wieder irgendwie parasitische Schizophyten waren (Fig. 29 *f*).

* * *

Im November 1898 fand ich in überaus grosser Menge den *Stentor igneus* Ehrb. im freischwimmenden Zustand im Heustadelwasser im Prater bei Wien; derselbe erwies sich als sehr deutlich positiv heliotropisch. Im farbigen Sonnenbilde [1]) sammelten sie sich besonders in Gelb, dann aber auch etwas in Blau an. Da sie Zoochlorellen führten, so ist dieses Resultat auf die assimilative Thätigkeit der chlorophyllführenden Symbionten und auf die Aenderung der Sauerstoffspannung zurückzuführen.[2])

Diese interessante Stentorform besitzt an dichten, engen äusseren Streifenzonen zahlreiche unregelmässig angeordnete dunkle, violettröthliche bis indigoröthliche Körnchen, die bei höherer Einstellung grünlich, etwas lichtbrechend erscheinen; sie sind besonders stark zwischen den Membranellen angehäuft, oberhalb deren noch ein dunkler Pigmentstreifen verläuft. Die Körnchen lösen sich in Essigsäure langsam auf und verfärben alsdann das Plasma violettröthlich, in Jodlösungen geben sie keine auffallende Reaction, Osmiumsäure löst das Pigment nicht auf, greift es nur an, es hebt sich aber dann eine Art von Schleimdecke, insbesondere in der Nähe der Membranellen ab, die sich später leicht bräunt; concentrirte Kalilauge löst die Körnchen auf. In der äusseren Schichte des Plasmas findet man eine Unzahl von Zoochlorellen (Fig. 30), deren Chloroplaste entweder ausgebuchtet, gefaltet, kappenartig oder

[1]) Ich benutzte hiezu Lösungen: für Roth: Jod im Schwefelkohlenstoff, Gelb: Kalibichromat, Grün: Chlorkupfer (Farbe etwas matt), Blau: schwefelsaures Kupferoxydammoniak; mit Ausnahme der ersten Flüssigkeit, die in einer platten Kufe aufbewahrt wird, kann man alle übrigen zwischen zwei Gläser giessen, deren Seitenwände aus mit Canadabalsam zusammengeklebten Glasstreifen gebildet sind.

[2]) Nach Čelakovsky (Einige Beziehungen zur Athmung und Bewegung aërober Organismen. Referat von Němec im Bot. Centralbl., Nr. 28, 1899) beträgt die minimale Sauerstoffpression für Stentor coeruleus 2·6—3·2 Mm. Hg, für Monas guttula 0·6 Mm. Hg. Mit einer Steigerung des Durchmessers ist auch eine Erhöhung der Sauerstoffspannung verbunden, wenn die Athmung nicht ausschliesslich auf die peripherische Plasmaschichte gebunden ist.

download unter www.biologiezentrum.at

nierenförmig sind, seitlich von diesen kommt das helle, etwas lichtbrechende Plasma zum Vorschein, das von einer deutlichen Membran nicht umgrenzt ist; wenigstens konnte ich nur nach Zusatz von Essigsäure eine äussere dichtere, nicht weiter abgegrenzte Plasmaschichte zur Darstellung bringen.

Im oberen hellen Plasmatheil sieht man entweder ein grösseres, oft geknicktes lichtbrechendes Körnchen oder zwei ovale Körperchen, oder wieder drei bis vier kleinere Granulationen, die mit Jod keine Reaction lieferten, nach Zusatz von Neutralroth aber eigenartig ziegelroth erschienen; daneben kommen aber auch Amylumkörner vor; nach der Jodtincturbehandlung kam schliesslich ein grösseres Korn in einer Art „Kerntasche" im Innern der Zelle zur Darstellung, doch blieb es mir trotz Färbungen zweifelhaft, ob ein Kern hier vorliegt oder nicht. Oefters wurden Theilungsstadien beobachtet. Wurden die Zoochlorellen vorsichtig durch Druck isolirt, so blieben sie sowohl in der feuchten Kammer als in kleinen Tuben aufbewahrt, längere Zeit am Leben, theilten sich und assimilirten.[1]) In der Nähe des Stentorkernes, der oval ist, sich mit Congoroth schwach gelblichroth färbt, dicht „faserig" und chromatinreich ist und eine Unzahl deutlich abgegrenzter Körnchen neben eigenartigen grünlichen, innen hohlen Binnenkörperchen enthält, findet man merkwürdigerweise fast immer Ballen, die von zerfallenen Zoochlorellen herzurühren scheinen und peripher zahlreiche, dem Pigment ähnliche Körnchen um einen inneren helleren Körper besitzen (Fig. 31). — Wurden die Stentoren nun im Dunklen gehalten, so gingen sie bis auf wenige meist nach 29—30 Stunden zugrunde. Setzte man solchen Dunkelculturen aber schon früher eine Spur von Neutralroth zu, so konnte man folgende Veränderungen stufenweise constatiren:

I. Die Zoochlorellen sammeln sich besonders unten im Thiere an und verändern ihre grüne Farbe in verschiedenen, Gelbgrün naheliegenden Nuancen. Um einzelne Zoochlorellen begann sich eine Partie von Entoplasma rosa zu verfärben, so dass eine Art von Plasmanest entstand; in der Nähe erscheinen dunkelröthliche Körnchen.

Analoge Verfärbungen der Chloroplasten konnten in der unteren Partie einer *Difflugia elegans* Penard, wo der rohere Verdauungsvorgang vor sich geht, constatirt werden; oben fand

[1]) Vergl. Brandt, Ueber morpholog. u. physiolog. Bld. des Chlorophylls bei Thieren. Arch. f. Anat. u. Phys. 1882, I. Th., sowie Bütschli in Bronn's Classen und Ordnungen.

download unter www.biologiezentrum.at

ich dann rothgelbe bis brennend rothe, für diese Form ganz specifische Concretionen vom theilweise verdauten Chlorophyll.

II. Einzelne Zoochlorellen in dem Plasmanest wurden schmutziggrünlich, andere sind ausgesprochen gelblich-grün, das Plasma wird auf einer circumscripten Stelle gelbroth, die Zoochlorellen schrumpfen sodann etwas und färben sich dunkelgelbroth; in dem Plasmanest bilden sich einzelne dunkle Körnchen, die Molecularbewegungen ausführen, daneben sind einzelne lichtbrechende längliche oder hantelförmige Körper (Stärke?) anzutreffen.

III. Das Plasmanest wird schliesslich dunkelgelbroth; daneben treten viele weisse lichtbrechende Körper und einzelne rothbraune Körnchen auf; der Inhalt der Zoochlorellen wurde dunkel und ringsherum bildeten sich röthliche plattenartige Körperchen aus.

Behandelt man nun normale Stentoren in gleicher Weise, so treten im Entoplasma gleichfalls einzelne röthliche Plasmanester auf, während die nachgedunkelten Zoochlorellen peripher einen röthlich dunklen Körnchenbesatz tragen, daneben sind aber auch noch eigenartige helle, mässig lichtbrechende Körnchen anzutreffen, die sich nur an der Peripherie fast nach Art von Attmann'schen Granulationen rosa verfärben; sie scheinen zuweilen zu länglicheren Gebilden, die noch eine Art von Einschnürungen zeigen, zu verschmelzen (Fig. 33).

Aus diesen Beobachtungen scheint nun hervorzugehen, dass im Entoplasma zeitweilig die Zoochlorellen thatsächlich verdaut werden (Verfärbung des Plasmas, Veränderung der Chloroplasten bis zu dunklen Körpern, Auftreten des Peripherbesatzes aus dunklen violettröthlichen Körnchen, Auftreten von *a)* rothbraunen Kügelchen, *b)* weissen, rosa umsäumten Körnchen, *c)* runden bis löskindelartig gestalteten weissen Körpern [Stärke?]) und dass diese Verdauung im Dunkeln, da die Zoochlorellen absterben, rascher und an vielen Orten vor sich geht, bis einerseits der Stentor an einer Art von Uebersättigung und Ueberhäufung von Excretproducten andererseits aber an Erstickung zugrunde geht; daneben mag aber noch das Abgehen gewisser Producte, die die assimilirenden symbiotischen Zoochlorellen lieferten, auch eine gewisse Rolle spielen.

* * *

An einer rundlichen *Monasform* ohne „Augenfleck" und Mundleiste, die am Oberflächenhäutchen vorkam, konnte in einer kurzen Zeit ihre Kerntheilung untersucht werden. Die Thiere besassen zumeist eine Geissel, die in fast zwei Wellen schlug, neben dieser

download unter www.biologiezentrum.at

kam aber nicht immer eine kurze Nebengeissel zum Vorschein. Thiere, die sich zur Theilung anschickten, erschienen im oberen Theile kolbig angeschwollen, bald erhob sich auch neben der alten Geissel ein anfänglich feines Fädchen, das alsbald zu einer mittellangen neuen weiter wachsenden Geissel sich entwickelte. Unter der Geissel erscheint das Plasma, das im unteren Theile dichter, körnchenreicher ist, lichter und alveolärer, gleichzeitig beginnt die neue Geissel unter fortgesetzter Dehnung und Streckung des Flagellaten langsam gegen das Hinterende zu wandern. An dem rundlichen, etwas grünlich lichtbrechenden Kern kann man dann die Membran als eine feine punktartige Linie unterscheiden; der Kern nimmt sodann eine ovale, später bisquitartige Gestalt an und beginnt sich unter Dehnungserscheinungen zu der bekannten zarten Hantelform umzugestalten; weitere Details sind wegen seiner Kleinheit nicht nachweisbar. Das Thier beginnt sich inzwischen meist von der einen Seite einzuschnüren. An den beiden Polen ist das Plasma verdichtet, matt bläulich und es treten zwei Vacuolen auf, die sich bei 19° C. ruckweise in 60 Secunden nach aussen entleerten. Auf diesen Stadien tauchte oft in der Mitte, unterhalb des sich inzwischen zu einem Faden verdünnenden mittleren Kerntheiles, eine linsenartige, helle Stelle auf, in der mässig lichtbrechende Körnchen einen Moleculartanz ausführten; oft wird seitlich (besonders bei zunehmendem Deckglasdruck) ein Theilchen Plasma, ein Nahrungstheilchen oder ein excretorisches Körnchen gleichsam auf einem zarten Plasmastiel nach aussen abgeschieden. Inzwischen hatte sich der Kern fast getheilt, die Plasmaeinschnürung rückte von der einen Seite gegen die andere stetig vor, bis die Thiere fast ganz durchgeschnürt waren, sodann begannen die Geisseln stärker zu schlagen, die Thiere legten sich oft ganz seitlich nebeneinander, bis schliesslich der letzte Verbindungsfaden zwischen beiden durchriss und die beiden Individuen oscillirend, zuweilen auch im Gegenzeigersinne rotirend, sich von einander entfernten. — Bei einer eben aus der Theilung hervorgegangenen grossen excentrischen marinen *Amoeba* quoll nach der Trennung das so blossgelegte Plasma hernienartig vor und umgab sich mit einer Niederschlagsmembran, es gewann den Anschein, als ob dieses plasmatische Stück zur Abschnürung gelangen sollte; nach 10 Minuten trat aber in ihm eine Vacuole auf und es wurde in das Zellinnere wieder aufgenommen. Von dieser *Amoeba* kamen auch amöboide kleine Schwärmerstadien zur Beobachtung.

Abgeschlossen September 1899.

* * *

download unter www.biologiezentrum.at

Myxodiscus crystalligerus.

Nach den Sommerferien 1899 entwickelten sich in einem, längere Zeit hindurch nicht durchgelüfteten Seewasseraquarium, das früher verschiedene der Adria entstammende Actinidae und Mytilus bevölkerten, zahlreiche Heliozoen, auf die mich zuerst Herr Priv.-Doc. Dr. K. C. Schneider aufmerksam zu machen die Güte besass und mir sodann ihre weitere Untersuchung überlassen hatte; es sei mir gestattet, ihm an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Die besagte Heliozoe, deren Habitus und innere Morphologie mit keinen der bisher bekannten und genauer beschriebenen Heliozoen übereinstimmte und die ich eben deswegen unter dem Namen *Myxodiscus crystalligerus* einer näheren Schilderung unterziehe, fand sich meistens auf der Dunkelseite des Glasaquariums in einem derart festsitzenden Zustande, dass fast immer nur etwas zerrissene Exemplare mit der Pipette gewaltsam losgelöst werden konnten. Der Durchmesser des Thieres schwankt zwischen 0·5—0·7 Mm.; sein Körper stellt ein längliches oder ovales und rundliches Protoplasmaklümpchen dar, das im auffallenden Lichte weisslich, im durchfallenden opak mit einem etwas dunkleren, selbst noch dunkler umsäumten Centrum ausgestattet erscheint.

Die Heliozoenzelle weist gleichsam eine polare Sonderung auf, indem sie mit der einen Seite dem Aquariumglase ansitzt und hier auch die verdauten Algen — vor allem Diatomeenreste — wallartig ausscheidet, wogegen die Gegenseite frei mit ihren zahlreichen Pseudopodien die Jagd nach der Beute besorgt; andererseits nimmt die Centralkapsel eine oft recht excentrische Lagerung ein; aus dem Centrum der Centralkapsel, um die das Plasma lichter gefärbt ist und fast eine circuläre eigenartige Structur zu besitzen scheint, strahlen allseitig zahlreiche, rasch sich verjüngende, etwas lichtbrechende blaugrünliche Strahlen aus, die mit einer knopfartigen Verdickung, central eine Art von Lücke in der Kapsel formirend, beginnen und rasch sich verjüngen; ihren Verlauf bis zur Peripherie konnte ich trotz aller Bemühungen nicht verfolgen. Diese Radien sind oft einseitig dichter ausgebildet. Unter der Centralkapsel ruht der gleichfalls excentrisch gelagerte Kern, der von einer Art dicken gallertigen Membran, die bei Anwendung von starken Vergrösserungen eine senkrechte „Strichelung" zu besitzen scheint, umgeben ist. Sie besitzt aber selbst noch einen mikrosomalen Aufbau, so dass bei manchen Individuen eine concentrische Schichtenfolge zustande kommt. Der Kerninhalt selbst

download unter www.biologiezentrum.at

ist ziemlich homogen, grünlich, etwas schimmernd und färbt sich lebhaft.

An der Oberfläche des schleimigen Zellleibes lagern unregelmässig zerstreut nicht übermässig viele, etwas gebogene, zugeschärft endende Stachelbildungen von verschiedener Grösse und Mächtigkeit; im allgemeinen konnte man kleinere feinere und grössere, die oft im mittleren Verlaufe plötzlich gewellt erscheinen, feststellen. Die Pseudopodien sind äusserst fein und scheinen peripher von einer Art von Schleimschichte bedeckt zu sein; in dieser führen runde, gelbliche lichtbrechende Körnchen, die sich mit Neutralroth in einer schönen ziegelrothen Nuance tingiren, Molecularbewegungen aus, ohne dass man im strengen Sinne des Wortes von regelmässigen Strömungen sprechen könnte. Die Pseudopodien durchkreuzen sich öfters und verschmelzen sodann zuweilen anastomosenartig an ihrem Kreuzungspunkt.

Von einer directen Sonderung in Ecto- und Entoplasma kann bei unserer Form wohl nicht die Rede sein; das innere, dem Entoplasma vergleichbare Plasma ist nach aussen hin von einer Zone von dunklen lichtbrechenden Körnchen oder Kryställchen abgegrenzt, welcher Rindenschichte eine dünne ectoplasmatische Hüllschichte folgt. Eine plasmatische Structur lässt sich nur mit Mühe beobachten; bei gehöriger Abblendung sieht man stellenweise in der zähen, grünlich-gelben Masse, die von vielen Granulationen durchsetzt ist, gerade noch eine dichte Netzstructur. In der centralen Plasmapartie kommt neben einer matten, äusserst feinen Mikrogranula noch eine gleichfalls feine Glanzgranula vor; ausserdem trifft man dortselbst stellenweise auch angesammelte längliche ovale, meistentheils aber runde hell-olivengrüne, eiweissartige Körper. Die Kryställchen stellen zumeist bläulich-grüne, stark lichtbrechende Prismen oder Pyramiden, selbst Deutropyramiden dar; nicht selten kann man knieförmige Zwillungsstücke beobachten.

Zur Nahrung dienen verschiedene Ciliaten, wie kleine Vorticellenköpfchen, deren Inhalt zuerst körnig trübe wird, dann aber, in das Innere des Thieres aufgenommen, sich bald verwandelt und verflüssigt. Am längsten bleibt die Membran und der Kern des Beutethieres erhalten. Das Diatomin der aufgenommenen Diatomeen verändert sich insofern, als es körniger und compacter wird und in den zahlreichen braunen glänzenden Kügelchen des schon gedachten Walles von Nahrungsresten glaube ich es in seiner am weitesten veränderten Gestalt wieder zu erkennen: es wird also derart ausgestossen.

download unter www.biologiezentrum.at

Zwischen diesen Nahrungstheilen findet man fast immer eine kleine Cothurnia.

Vor dem Zerfliessen des Thieres werden die zarten Pseudopodien gegen ihre Basis zu sachte gesenkt und verfliessen sodann oft zu einer Art von Schleimnetz, wobei die specifische Körnelung in vortrefflicher Weise zum Vorschein kommt; später fliesst das Plasma tropfenartig stellenweise zusammen, um langsam zum Theil auch noch in das Innere des Thieres zurückzukehren.

Einmal wurde ein Thier mit zwei kleinen getrennten Centralkapseln und zwei aus der Theilung hervorgegangenen, mässig ovalen, auf der Gegenseite noch gestreiften, durchgeschnürten Kernen beobachtet (Taf. II, Fig. 1 und 2).

Phacodinium muscorum m.

Im nach dem Regen gesammelten oder erst später befeuchteten üppigen Waldmoos aus Tannenwaldungen fand ich in wenigen Exemplaren eine Ciliatenform, die in allen Punkten mit der gewünschten Genauigkeit zu untersuchen ich zwar nicht in der Lage war, von der ich aber trotzdem eine Beschreibung und naturgetreue Abbildung hier liefere, da die besagte Form, soweit ich an der Hand der mir zugänglichen Literatur zu beurtheilen imstande bin, neu zu sein scheint und ich ihrer kaum in absehbarer Zeit habhaft werden kann. Dieses Protozoon nenne ich vorläufig *Phacodinium muscorum m.*

Die Gestalt der Ciliate ist, wie der gegebene Name schon besagt, seitlich comprimirt, linsenförmig, seitlich klafft nach Art einer Voluta- oder Buccinummündung eine eigenartige Peristomplattenbildung, deren noch weiter oben ausgebuchteter Rand im oberen Theile eine marginale Umbildung erleidet; auf dieser Platte sitzen zahlreiche starke membranellenartige Cilienbildungen, die einzeln seitlich vibrirend, periodisch das Bild einer Welle zur Anschauung bringen. Von der anderen Seite schiebt sich zum Theil eine andere Plattenbildung vor, die erst in der unteren Zellleibpartie in der Gegend der Vacuole mit einer sanften kurzen Ausbuchtung endet.

Zwischen diesen beiden Formationen verläuft eine einseitig etwas mehr ausgeschweifte, muldenartige Rinne, von der im unteren Theile etwa, trichterförmig beginnend, der nach oben gedrehte Schlund, in dem man einzelne cilienartige Bildungen wahrnehmen kann, abgeht. Seitlich besitzt der von einer grünlich-gelben Pellicula umgebene Zellleib sechs flache Wülste, an deren Kuppen in der

download unter www.biologiezentrum.at

Längsrichtung etwa 20 zarte Cilien entspringen, die sehr hell sind, mit einer mässigen Verbreiterung beginnen und fast spitz enden; dadurch, dass sie seitlich schlagen, bewirken sie bei dessen Vorwärtsbewegung eine unausgesetzte Achsenrotation des Thieres. Der Grosskern, dem mehrere Kleinkerne seitlich ansitzen, ist wurstförmig und ziemlich dicht structurirt; er ähnelt dem Vorticellenkern, doch ist er etwas kürzer, gedrungener und bläulich-grün schimmernd.

Das helle Plasma ist fein structurirt und besitzt eine Art von Hyalogranula neben verschiedenen fettartigen Körnelungen und Excretbildungen. Die Vacuole bildet sich schon vor der Entleerung der alten, die sich durch einen deutlichen Porus successive gegen ein Punctum fixum, wobei das Plasma faltig erscheint, nach aussen entleert. Sie pulsirte in 45—50 Secunden. Die Nahrungsvacuolen lösen sich wie beim Paramaecium ab, das Thier verhält sich bei der Nahrungsaufnahme, die unter Vacuolenbildung sich vollzieht, meistens ruhig; in den Vacuolen sind zum grossen Theil Schizomyceten anzutreffen. Beim Absterben zerfliesst das Thier nicht sofort, sondern wird trübe, matt, wobei die Pellicula anfangs gleichsam zusammenschrumpft, um erst später plötzlich zu zerfliessen (Taf. II, Fig. 3).

1. November 1899.

* * *

Nachschrift: Die Schleppgeissel eines marinen Entosiphon zeigte nach der Essigsäurebehandlung eine helle, vermuthlich selbst alveoläre, cylindrische centrale Differenzirung, die von zwei deutlichen Doppelcontouren umschlossen war. — Bei der Oxyrrhis entstehen die Geissel von Anfang an aus einer plasmatischen hellen Wölbung als zarte Plasmaspitzchen, während die Cilien des ersten Wimperkranzes des Dinophilus aus einer vibrativen Plasmaleiste, die sich zerklüftet, sich entwickeln.

download unter www.biologiezentrum.at

Tafelerklärung.

Allgemeine Bezeichnungen:

nucl. Nucleus.
pl. Plasma.
vc. Vacuole.
ecp. Ectoplasma.
enp. Entoplasma.
mf. Myonem od. Myophan.
alv. Alveolarschichte.
crtp. Corticalplasma.
glgr. Glanzgranula.
lgr. Leukogranula.
z. Zwischenstreifen.
r. Reussenapparat.
pn. Plasmanest.
dt. Detritus.

Taf. I.

Fig. 1. *a, b, c* Copulationszustände von *Euglypha alv. Duj.* 1 *c, d, e,* Verbindung der Kerne. (Gez. Obj. 7, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 2. Copulation von *Trinema enchelys* Ehrb. (Gez. Obj. Homog. Im. $^1/_{12}$". 18 *b*, u. Ocul. 8 Reichert.)

Fig. 3. Sog. Reductionstheilung der *Nebela collaris* Leidy. (Gez. Obj. 7, Ocul. 4, Reichert.)

Fig. 4. Verschmelzungszustände der Kerne einer jungen *Amoeba terricola* Greeff. *a* = ein gew. Individuum, *b, c, d, e* verschiedene Kernstadien, *f* = ein fast normaler Kern. (Gez. Obj. Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, u. Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 5. Zwei junge Nebelen in einer alten leeren Schale; die eine von oben gez.

Fig. 6. *Euglypha compressa Carter.* mit vielen Fortpflanzungskörpern. (Beide Gez. Obj. 7, Ocul. 8.)

Fig. 7. Zuerst in einer Plastogamie verbundene, dann encystirte *Difflugia elegans* Penard. Linke Schale leer. (Gez. Obj. 7, Ocul. 8.)

Fig. 8. Cyste von *Difflugia elegans* mit Fortpflanzungskörpern. (Obj. 7, Ocul. 8.)

Fig. 9. Umrisszeichnung einer Doppelschale von *Difflugia elegans.*

Fig. 10. *a) Trinema enchelys* Ehrb. mit Fortpflanzungskörpern, *b)* einer stärker vergrössert. (Ocul. Im. $^1/_{12}$ Leitz, Ocul. 4, 1000fache Vergr.)

Fig. 11. Theilungsstadien der Schale von *Platoum stercoreum* Cienk. b. in der Aufsicht. (Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, Ocul. 6 Reichert.)

Fig. 12. Eine eigenartige Cyste von *Euglypha compressa*, um den Kern ist das Plasma ballenartig verdichtet, aussen eine Zone von senkrecht gestellten Excretkörpern.

Fig. 13. Copulation von *Chilodon uncinatus* Ehrb. (Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*. Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 14. Spindel der *Trinema enchelys* Ehrb. (Oelim. $^1/_{12}$, Ocul. 4 Leitz. 1000fache Vergr.)

download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 15. Parasitäre Körper aus einer *Trinema* (dtto.).

Fig. 16. Vorderende von *Chilomonas paramaecium* Ehrb. (Geisselstructur).

Fig. 17. Geissel einer *Euglenaform*, nach der Osmiumbehandlung feine Punktfäserchenstructur und bei * innere etwas lichtbrechende Verdichtungen. (Beide Homog. Im. $^1/_{12}$ 18 *b*, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 18. Vorderende einer limaxartigen *Amoeba*, das Entoplasma durchbricht eine Art Decke und stürzt eruptivartig vor.

Fig. 19. Analoge Erscheinung bei *Dactylosphaerium rad.* (Deckglasdruck).

Fig. 20 *a*. Ein sich bildendes und ein rückgebildetes Pseudopodium von *Dactylosphaerium rad.*

Fig. 20 *b*. Feinere Structur in der Nähe des Pseudopodiums.

Fig. 21. Ein Theilstück einer durch Wasserzusatz gereizten *Amoeba terricola*, unter der Hautmembran und gegen das Entoplasma zu Netzstructur, verbunden durch „Faserbildungen".

Fig. 22. Granulationen der *Amoeba terricola*. *a* = Mikrogranula, *b* = Glanzgranula in Alveolen, *c* = Hyalogranula.

Fig. 23. Rippen oder Mittelstreifen von *Spirotomum*, unten Alveolarstructur, oben einige Cilien.

Fig. 24. Rippen oder Mittelstreifen von einer *Blepharisma* aus dem Waldmoos, oben Alveolarstructur, seitlich vom Zwischenstreifen die Cilien, von denen zum grossen Theil nur die Basen gezeichnet sind.

Fig. 25. Entstehung der Peristomalcilien derselben *Blepharisma*.

Fig. 26. Querschnittsbild der Rippenstreifen zwischen zwei Cilien der *Condylostoma patens*; unten freie Granulationen.

Fig. 27. *a)* äussere Structur einer *Holosticha rubra*, *b)* entoplasmatische, fein netzwabige Structur derselben.

Fig. 28. Etwas schematisirte Anordnung der röthlichen Granulationen der *Holosticha rubra;* eine Seitencirre ist nur gezeichnet. (Von Fig. 18—28 $^1/_{12}$" 18 *b*, Homog. Im. Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 29. Bakterien aus dem Waldmoos. *aa*, Centralkörper mit Wabenstructur; polare Verdichtung mit tinctiven Körnchen; *b*, auf dem einen Pol ist die Verdichtung besonders stark; *c*, vermuthliches Theilungsstadium; *d* u. *e*, degenerirende Bakterien; bei *d* tritt ein Korn aus; *f* lebende Bakterie mit parasitischen Kokken (?); *g*, dieselbe Bakterie mit Sporen. (Homog. Im. $^1/_{12}$, Ocul. 12, Leitz.)

Fig. 30. Verschiedene Formen d. Zoochlorellen, aus dem *Stentor igneus* Ehrb.

Fig. 31 *a*, *b*, *c*, *d*. Verschiedene Veränderungsstadien dieser in der Höhe des Kernes.

Fig. 32. Leukogranula des Stentor aus dem Ectoplasma.

Fig. 33. Mit Neutralroth an der Verdauungsstelle peripher sich färbende Körnchen.

Fig. 34. Innere feinere Glanzgranula des *Stentor igneus* Ehrb.

Fig. 35 u. 36. Zwei Verdauungsstadien aus einem „Dunkelthier" von *Stentor igneus*. *pn.* = ist das sich mit Neutralroth schwach färbende „Plasmanest".

Fig. 37. Granulationen des *Stentor coeruleus*, *a* = ectoplasmatische Leukogranula, *b* = grössere excretartige, olivengrüne Körper des Entoplasma, *c* = Glanzgranula, *d* = Mikrogranula.

Fig. 38. Einschlüsse von *Polystomella strigilata*; *a* = fettartige grünlichgelbe Kugeln und Ovoide, *b* = helle grössere Körper mit innerer feinerer Granulation, *c* = weniger lichtbrechende kleine Körnchen.

download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 39 *a*, *b*. Grösserer Excretkrystall von schwacher stahlblauer Nuance aus dem *Cochliopodium bilimbosum*, *b* = lichtbrechende Körnchen desselben Thieres und *c* = Mikrogranula.

Fig. 40. Kryställchen der *Nebela collaris* Leidy. (Fig. 30—40. Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 41. Theilungszustände eines Monasflagellaten, *b* = Wanderung der Geissel, *c* u. *d* = Ausstossung eines Excrettheiles, *f* = excretartige Kryställchen in Alveolen, *h* = peripher liegende mattere Körnchen, *g* = Glanzgranula aus der Mitte des Thieres. (Homog. Im. $^1/_{12}$" 18 *b*, Ocul. 12, Reichert.)

Fig. 42. Eine kleine *Amoeba* aus dem Waldmoos. (Oelim. $^1/_{12}$, IV. Ocul. Leitz, 1000fache Vergr.)

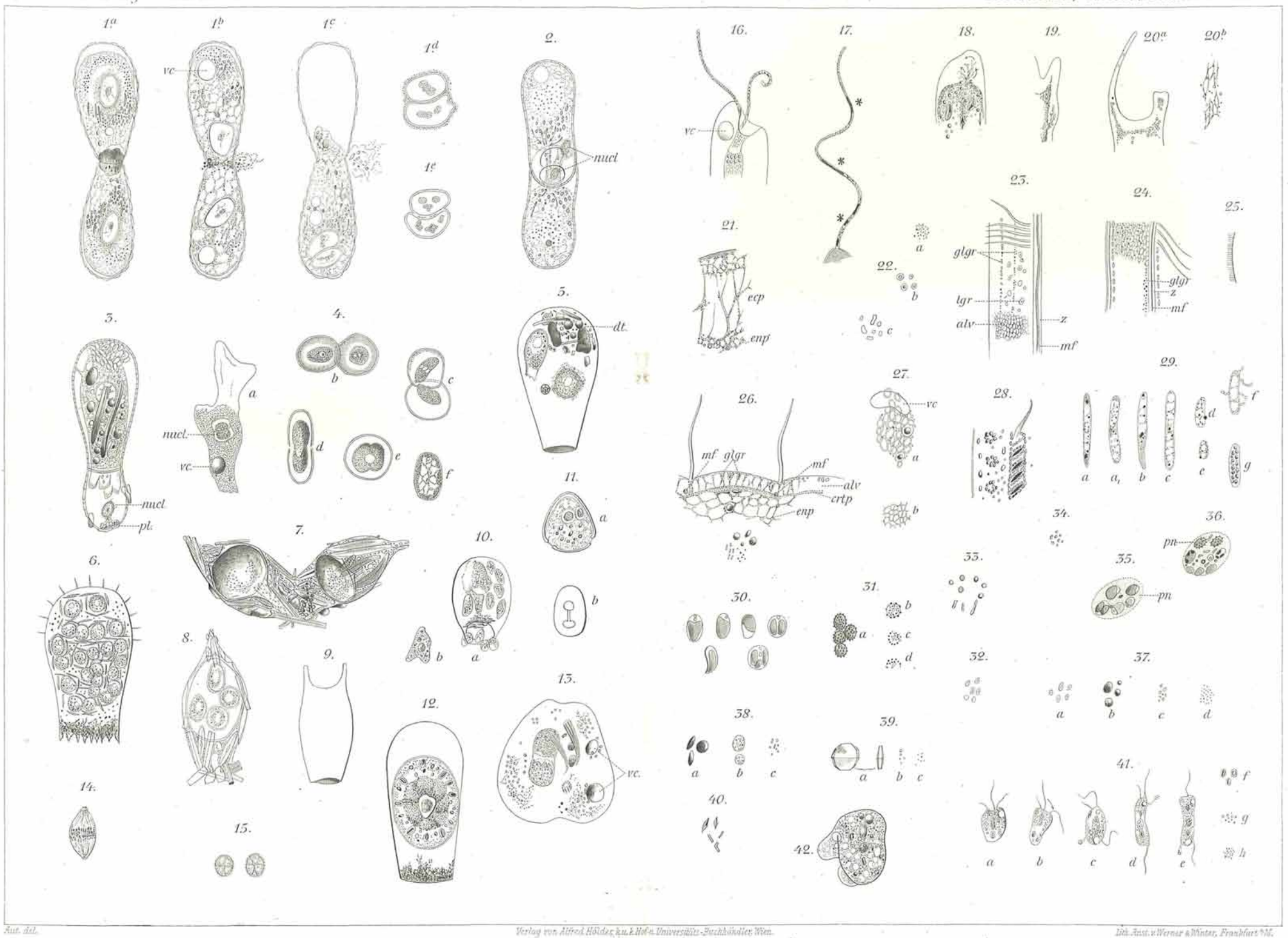
Taf. II.

Fig. 1. *Myxodiscus crystalligerus*. Totalübersicht. Ocul. 4, Obj. 3.

Fig. 2. Ein Theilstück aus der Mitte des Thieres; die der Centralkapsel = *c* anliegende Fläche ist die freie Fläche, *ncl* = Nucleus, *nv* = Nahrungsvacuole, Ocul. comp. 12, Obj. Im. $^1/_{12}$, die zarte Radiärstructur um die Centralkapsel ist leider bei der Reproduction nicht gut zur Darstellung gebracht worden.

Fig. 3. *Phacodinium muscorum*. Ocul. 4, Obj. Oelim. $^1/_{12}$, *sch* = Schlund, *nv* = Nahrungsvacuole, *vc* = Vacuole.

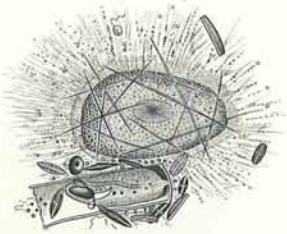
download unter www.biologiezentrum.at



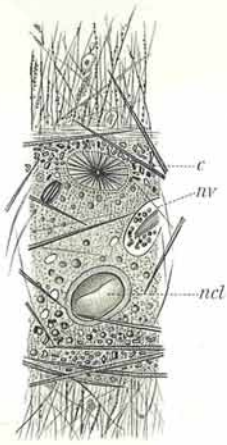
Aut. del. Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

download unter www.biologiezentrum.at

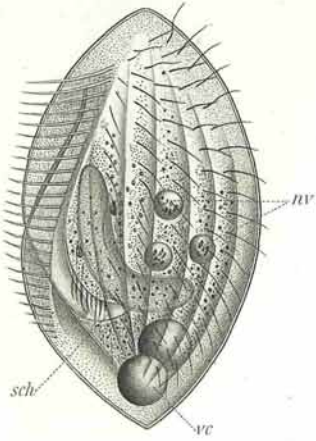
1.



2.



3.



Aut. del. Verl. v. Alb. v. d. Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler, Wien. Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Prowázek Stanislaus von Lanov

Artikel/Article: Protozoenstudien II. 243-300