

Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwicklung der Protozoen.

Von

Dr. B. Gabriel,
Privatdocent in Breslau.

Mit Tafel XX.

Vorwort.

Seit einer Reihe von Jahren mit eifrig gepflogenen und über mannigfache Hindernisse hinweg consequent fortgesetzten Untersuchungen über die noch so viel des Unaufgeklärten darbietende Organisations- und Generationsverhältnisse der Protozoen beschäftigt, darf ich wohl jetzt, wo ich die Ergebnisse meiner mühsamen und zeitraubenden Arbeiten meinen geehrten Fachgenossen zu unterbreiten im Begriff stehe, mit dem unter Uebung rücksichtslosester Selbstkritik sich aufbauenden und in mehr concreter Form mir entgegenstehenden Gesamtergebnisse nicht ganz unzufrieden sein. Das Bewusstsein, einige der Lücken wenigstens, welche die Morphologie und die Entwicklungsvorgänge im Gebiete dieser niedern Thierformen noch aufweisen, ausgefüllt und damit die Grenzen unseres Erkenntniss in Betreff der Lebensbedingungen und Lebenserseheinungen dieser so interessanten Lebewesen einigermassen erweitert zu haben — dieses Bewusstsein lässt es mich weniger schmerzlich empfinden, dass ich das mir vorgesteckte Ziel nicht ganz zu erreichen, die schwierige und bei der präcisirtesten Fassung einer bestimmten Abgrenzung sich entziehende Aufgabe nicht vollständig zu lösen im Stande war. — Einer Bestätigung der aus meinen Untersuchungsreihen gewonnenen, manches Neue, wohl auch Unerwartete beibringenden Ergebnisse von Seiten meiner geehrten Fachgenossen entgegensehend, leihe ich dabei beredten Ausdruck dem innigen Wunsche, dass weitere, auch von ihnen diesem so interessanten und in seiner Bedeutung nicht zu unter-

schätzenden Gegenstände gewidmete Beobachtungen ergänzende und einen befriedigenden Abschluss erzielende Resultate liefern mögen!

Die in den Kreis meiner Studien gezogenen, dem Protozoenreiche (im weitesten Sinne) angehörenden Lebewesen sind alle — die meisten ausschliesslich — Bewohner der feuchten Erde, des Sandes kleiner Gewässer und verschiedener Moose. Sie bilden zwar keine eng begrenzte, aber doch eine, nur durch einzelne wenige vermittelnde Uebergangsformen mit der des süssen Wassers zusammenhängende, eigenartige, an Gattungen und Arten reiche, freilich nur bei aufmerksamer, oft mühevoller Pflege wissenschaftlichen Zwecken erhaltbare Fauna.

Die Bearbeitung des im Laufe der Jahre bedeutend angewachsenen Materials habe ich allerdings einer gleichmässigen Sorgfalt unterzogen, wenn auch, wie es in der Natur der Sache liegt, in Folge hie und da sich ergebender, grösserer, nicht in gleicher Weise zu überwindender Beobachtungsschwierigkeiten und daraus resultirender Lücken, die einzelnen Abhandlungen ein gleichwerthiges Gesamtbild nicht liefern konnten.

Breslau im Juli 1875.

I. Der Entwicklungscyclus von *Troglodytes zoster*.

Einleitung.

Bei meinen, den in feuchter Erde, den Wurzelfasern verschiedener Moose u. s. w. lebenden Protozoen gewidmeten Untersuchungen traf ich auf einen bisher noch nicht beschriebenen, beschalten Rhizopoden, welcher zwar alsbald als zu den monostomen Monothalamien (LESSER-HERTWIG) gehörend sich auswies, aber als eine neue Species keiner der bisher bekannten Gattungen derselben einzuverleiben war¹⁾.

¹⁾ Corollarien zu einer auf morphologischer Basis aufgebauten Systematik werde ich, unter Benutzung und einer kritischen Beleuchtung des auf diesem Gebiete bisher Geleisteten, erst am Schlusse meiner Arbeiten beizubringen mir erlauben; ich kann indessen nicht umhin, an dieser Stelle schon die Bemerkung laut werden zu lassen, dass die von LESSER-HERTWIG in ihren Rhizopodenstudien aufgestellte Eintheilung der monostomen Monothalamien in *M. lobosa* und *rhizopoda* mir nicht stichhaltig scheint, da, wie es im Verlaufe meiner weiteren Darstellungen sich ergeben wird, beide Formen der Pseudopodien bei fast allen Rhizopoden als vorhandene beobachtet werden können, wenn auch die Häufigkeit ihres gleichzeitigen Erscheinens und ihres wechselnden Ver-

Die Aufstellung einer neuen Gattung erschien deshalb geboten; ich habe ihr den Namen *Troglodytes* beigelegt in Anbetracht später noch zu erörternder Räumlichkeitsverhältnisse, die zwischen der Schalenhöhle und der Leibesmasse des Thieres obwalten. Sie wird — so weit die Ergiebigkeit des mir zu Gebote stehenden Materials eben reichte — durch zwei Arten repräsentirt, von denen indessen hier nur die eine, *Tr. zoster*, uns beschäftigen soll.

Eine kurz gefasste Beschreibung vorausschiekend, behalte ich mir eine eingehendere Darlegung der morphologischen Verhältnisse vor; ich will mich hier hauptsächlich darauf beschränken, dem geneigten Leser ein detaillirtes Bild, wie es die eigenthümlichen und complicirten Zeugungs- und Entwicklungsvorgänge dieses Thieres darbieten, aufzurollen.

Obgleich zu jeder Jahreszeit in feuchter, mit thierischen Excretionsstoffen geschwängelter Erde, wenn auch nicht immer in sich gleich bleibender Menge, anzutreffen, zeigt *Tr.* indessen eine, wenn ich mich des Ausdrucks bedienen darf, zart besaitete Leibesconstitution, welche den doch immer unter veränderten Lebensbedingungen befindlichen Rhizopoden, wie solche in seinem zwar natürlichen, doch unter dem bestimmenden Einflusse anderer Verhältnisse stehenden Aufenthaltsmedium sich geltend machen, sehr bald der Verkümmern und einer schnell eintretenden gänzlichen Vernichtung anheimfallen lässt. Ich stehe deshalb nicht an, an dieser Stelle den geehrten Fachgenossen zur Erleichterung ihrer etwaigen, auf unsern interessanten Rhizopoden gerichteten Untersuchungen diejenigen Massnahmen anzugeben, welche nach vielen vergeblichen Bemühungen sich mir als die geeignetsten erwiesen, um dieselben für längere Zeit in durchaus normalem Zustande zu erhalten. Vor Allem ist genau darauf zu achten, dass der Feuchtigkeitsgrad der sie beherbergenden Erde so viel als möglich dem des Fundortes angepasst bleibe, weil vornehmlich hierauf bezügliche Schwankungen das Leben unseres Rhizopoden auf sehr ungünstige Weise beeinflussen; ein höhergradiges Eintrocknen der Erde erwies sich mir von nicht so

schwindens keine constante, so wie ihr functioneller Werth nicht der gleiche ist; immer sind sie aber als unzweifelhafte Spuren einer beginnenden, mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Differenzirung des Protoplasma anzusprechen. — Uebrigens gestehen es HERTWIG-LESSER (p. 86) zu, dass »die Fortsätze desselben Thieres unter einem vielgestaltigen Bilde erscheinen können«, und dass die als rhizopode und lobose Formen bezeichneten Pseudopodien keine zu schroffen und unvermittelte Unterschiede hierin darbieten.

verderblichen Folgen, als ein nicht aufmerksam genug controlirtes, zu reichliches Auftröpfeln von Wasser, wie denn überhaupt alle von mir aufgefundenen neuen Gattungen und Arten ungemein empfindlich gegen Nässe erscheinen. Es werden sich deshalb während des Sommers kühle, von der Sonne nicht direct getroffene Orte, im Winter ein nicht über 12—15° R. erwärmter Raum am besten zu Aufbewahrungsplätzen eignen. Sollte das vorrätbig gehaltene Material im Winter, wie es zuweilen statt hat, als gänzlich unergiebig sich kundgeben, so genügt eine den angegebenen Normen entsprechende Behandlung einer handvoll, aus tiefern Schichten hervorgeholter humusreicher Erde, die mit einer nur ganz geringen Menge von Enten- oder Hühnerexcrementen gedüngt, gleichsam gezüchtet werden muss, um die darin befindlichen, übrigens ungemein kleinen Keime zu erhöhter Lebensthätigkeit anzuregen; es gelingt dann bald, sowohl vollständig ausgebildete Exemplare, wie die alle Phasen der Entwicklung durchmachenden Keime vor Augen zu bringen. Ein etwa 7 Cm. tiefes und 5 Cm. breites Glas eignet sich am besten zur Aufbewahrung des Materials; dieses darf aber zu einer nicht mehr als höchstens $\frac{7}{8}$ Cm. tiefen Schicht angehäuft sein und muss etwa jeden zweiten Tag mit einem gläsernen Stabe so umgerührt werden, dass ein Wechsel in der bisherigen Lage der Schichtungen erzielt und damit die sonst sehr bald massenhaft und in ausgedehnten Colonien auftretenden, das Leben der Thiere beeinträchtigenden Schimmel- und Baeterienbildungen so viel als möglich verhütet werden; das Glas muss unbedeckt bleiben und der Hinzutritt der Luft in keiner Weise behindert werden.

Vollkommen ausgebildet erscheint *Tr. zoster* als ovoider, nach der Schalenöffnung hin sich etwas verschmäligerender Körper, dem auch die Form der monaxon angelegten Schale entspricht. Er erfüllt indessen nicht ganz die Höhlung der übrigens structurlosen, häutigen Schale, innerhalb deren das Thier seine Gestalt mehr oder minder verändernde Evolutionen auszuführen im Stande ist; bei der ändern Art sind diese Bewegungen noch ergiebigere und der von der Leibmasse nicht eingenommene Theil des Schalenhöhlenraumes noch grösser. Die Schalenöffnung erscheint als ein genau von der Längsaxe halbirt, nicht scharf contourirt, glatter, selten deutlich sichtbarer, elliptisch geformter Spalt. Durch die die homogene Leibmasse des Thieres bildende protoplasmatische Substanz werden ausschliesslich die innerhalb der Schale vor sich gehenden und mit Formveränderungen verbundenen Bewegungen des Thieres bedingt; in ihrem am weitesten

nach hinten gelegenen (aboralen), dem geräumigsten Abschnitte der Schalenhöhlung angehörenden Theile, liegt der Kern eingebettet. Diese homogene Substanz ist einer gewissen an ihren äussersten Grenzschichten, namentlich bei starken Contractionen eintretenden und deutlich erkennbaren Verdichtung fähig, eine von mir auch bei vielen andern Protozoen beobachtete Erscheinung. In der granulirten, von der homogenen Substanz umhüllten und sich von ihr scharf abgrenzenden Zone lassen sich zwei durchaus verschieden differenzirte Substanzen nachweisen, eine protoplasmatische, das Licht matt bläulich brechende, und die in ihr suspendirt enthaltenen, rundlichen, stark lichtbrechenden, kaum wahrnehmbare Dimensionsunterschiede zeigende Körnchen. Eine dritte, weniger körnchenreiche, doch auch nicht gänzlich homogene, an räumlicher Ausdehnung hinter den andern zurückstehende Zone schliesst sich der mittleren an, in ähnlicher Weise, wie sie F. E. SCHULZE¹⁾ bei *Euglypha alveolata* beschreibt. Als ganz besonders interessant muss ich es hervorheben, dass sich ausser den angegebenen Differenzirungen der Leibessubstanz noch ein aus grösseren und dunkler gefärbten, zuweilen gelblich, bei älteren Individuen beinahe rostbraun erscheinenden Körnchen bestehender, gleichmässig angeordneter Gürtel, zoster, fast die ganze Breite der granulirten Zone einnehmend, vorfindet. Diese den Gürtel zusammensetzenden, meist anscheinend unbeweglich liegenden Körnchen werden in unregelmässig wiederkehrenden, einige Secunden andauernden Perioden über die Grenzen der granulirten Zone hinaus dispergirt, man könnte sagen geschleudert, um dann, allmählig sich sammelnd, ihren früheren Platz wieder einzunehmen; es ist ihnen, wie wir sehen werden, eine nicht unbedeutende Rolle bei den die Zeugung begleitenden Vorgängen zugetheilt. — Zwei grössere, in Lagerung und Zahl stets constante Vacuolen finden sich, die äusserste Grenzschicht der homogenen Substanz einnehmend, an der Stelle, wo die Kernzone in die mittlere, granulirte übergeht, und zwei andere kleinere, mehr nach innen gelegene zwischen der granulirten und dritten Zone. Diese mit Flüssigkeit erfüllten, das Licht unwandelbar blassrosa brechenden, wandungslosen Räume lassen zwar, allerdings in unregelmässiger Wiederkehr, ein durch das Auspressen der in ihnen angesammelten Flüssigkeit gesetztes Collabiren erkennen, dem nach einiger Zeit wieder ein Anschwellen folgt — ob indessen dieser innerhalb der Protozoengruppe so ungemein weit verbreiteten

¹⁾ Arch. f. mikroskop. Anat. XI, p. 100.

Erscheinung der physiologische Werth der Function eines pulsirenden Organs substituirt werden kann, will ich einstweilen dahingestellt sein lassen; es wird sich mir in der Folge noch des öftern Gelegenheit bieten, das sogenannte Pulsiren dieser auch contractile Blasen genannten Hohlräume (der dann nach HAECKEL's geistreicher Bezeichnung constant gewordenen Vacuolen) ausführlicher zu besprechen, so viel indessen sei mir hier schon zu bemerken gestattet, dass ich meinerseits ganz entschieden denjenigen Forschern beipflichte, die eine principielle und für die Systematik zu verwerthende Trennung in contractile und nicht contractile Behälter von der Hand weisen. — In der am weitesten nach hinten gelegenen homogenen Zone liegt, von den Schalenwandungen gleich weit abstehend, der zwar blasse, aber dennoch auch ohne Hülfe von Reagentien deutlich sichtbare Kern, der in seinem Innern ein bläulich schimmerndes Kernkörperchen birgt. — Bei länger andauernden und öfter wiederholten, die Pseudopodien betreffenden Beobachtungen erkennt man bald, dass sie in verschiedenen, mit einander abwechselnden, ineinander übergehenden Formen erscheinen; so stellen sie entweder kuglig gewölbte, mit feinen Ausläufern versehene Hervortreibungen, wohl auch zwei grössere cylindrische warzenförmige Hervorragungen dar, oder treten in Form strahliger, mit einander nicht verschmelzender, körnchenloser, matt glänzender Fäden zu Tage; vor ihrem Verschwinden zeigen die eben erwähnten spitzen Ausläufer eine blitzschnell vorübergehende kolbige Anschwellung. Nur während der Copulation treten hiervon abweichende Formen auf, die ich bei Besprechung jenes Actes noch ausführlicher beschreiben werde. — Als nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen zeigen sich die Grössenverhältnisse der Thiere, sowohl der ausgebildeten, als die ihrer eigenartigen Entwicklungsstufen, Schwankungen, die wegen der Häufigkeit und regelmässigen Wiederkehr ihres Auftretens indessen, wenn überhaupt, jedenfalls nicht auf Rechnung ungleichgradiger Ernährungszustände allein zu setzen sein dürften; möglicherweise treten uns in ihnen allmählig erworbene und stabil gebliebene individuelle Verschiedenheiten entgegen. Wo ich im Verlaufe meiner Darstellungen Grössenwerthe angebe, repräsentiren sie die aus durchschnittlich zwölfmal wiederholten Messungen gezogenen Mittel.

Die die Generationsverhältnisse der Protozoen, speciell der Rhizopoden betreffende Literatur hat in jüngster Zeit einen sehr werthvollen Zuwachs in HERTWIG's¹⁾ Untersuchungen über die Colonie-

1) Arch. f. mikroskop. Anat. X. Suppl. p. 1 sq.

bildende *Microgromia*, und in GREEFF's¹⁾ an *Pelomyxa palustris* angestellten Studien erfahren. Erstgenannter Forscher weist als Generationsmodus der *Microgromia* eine in morphologischer und physiologischer Hinsicht durchaus sich unterscheidende und auch in der Zeit ihres Vorkommens variirende Quer- und Längstheilung nach, von denen die erstere nur, in keinem Zusammenhange mit der Colonie stehende Schwärmer, die als Mutterthiere einer neu zu gründenden Colonie zu betrachten sind, hervorbringt, während durch fortgesetzte Längstheilung, wobei die neu entstandenen Individuen im Zusammenhange bleiben, dem Zustandekommen einer Colonie die Wege gebahnt werden. Hervorzuheben ist es ferner, dass HERTWIG auch nicht die geringste Spur einer geschlechtlichen Differenzirung aufzufinden und eine Bethheiligung des Kerns an diesen übrigens vortrefflich geschilderten Vorgängen nur in der Weise nachzuweisen vermochte, dass der Theilung der Leibmasse eine Proliferation des Kerns — ob durch Theilung oder Neubildung herbeigeführt, liess sich nicht sicher feststellen — vorangeht. — GREEFF beschreibt die Fortpflanzung von *Pelomyxa* als höchstwahrscheinlich so von statten gehend, dass sich in Folge einer bedeutenden durch Theilung hervorgegangenen Kernvermehrung in dem Parenchym sporenartige, diesen Organismen eigenthümliche Glanzkörper entwickeln; aus letzteren soll dann eine zahlreich auftretende Amöbenbrut ihren Ursprung nehmen, die wiederum eine Umbildung in flagellatenähnliche Schwärmer erfahren. Der genannte Forscher lässt es unentschieden, ob aus letzterer Uebergangsform direct junge *Pelomyxen* sich hervorbilden, oder ob, was er für wahrscheinlicher erachtet, die Flagellatenform nach einiger Zeit in den Amöbenzustand wieder zurücktritt. — Von früher erschienenen Arbeiten, die übrigens HERTWIG²⁾ einer allgemeinen Besprechung unterzieht, erwähne ich nur CARTER's³⁾ Untersuchungen, weil er zuerst auf eine geschlechtliche, durch ovula und Spermatozoiden repräsentirte, Differenzirung bei Rhizopoden aufmerksam gemacht zu haben das Verdienst hat und, meines Wissens, bis jetzt der einzige Forscher ist, welcher die Weiterentwicklung eines so befruchtenden Keimes bei einer Monothalamienart (*Euglypha alveolata*) einige Stadien hindurch direct beobachtete. — Auf die von GREEFF⁴⁾ bei *Amoeba terricola* wahrgenommenen Zeugungsvorgänge werde ich in

1) Archiv f. mikroskop. Anat. X, p. 51.

2) l. c. p. 19.

3) Annals and Mag. of nat. hist. II. 1856. p. 223 sq.; III. Vol. 12.

4) Archiv f. mikroskop. Anat. II. p. 229.

einer meiner später folgenden Untersuchungsreihen noch ausführlicher zurückzukommen Gelegenheit haben. — Die Gesamtergebnisse aller auf dieses Gebiet gerichteten Beobachtungen sind wohl kaum streng geschiedenen, festen Kategorien unterzuordnen — wir begegnen Theilungen der gesammten Leibesmasse, des Kerns allein und ihnen folgenden Schwärmerbildungen, mit oder ohne vorangehende Encystrungen, auch frei im Körperparenchym entstehenden Keimkugelbildungen, bei gleichzeitigem Auftreten von als Spermatozoiden gedeuteten, fadenförmigen oder rundlichen Gebilden. Wenngleich schätzenswerthe und bei weiteren Untersuchungen zu verwerthende Anhaltspunkte bietend, gehen diese Beobachtungen doch fast alle über fragmentarisch gehaltene Darstellungen nicht hinaus — einen beinahe lückenlosen Entwicklungskreis eines Rhizopoden hat bis jetzt wohl nur HERTWIG gegeben. Dass die bisherigen Ergebnisse die Eruirung eines diesen Fortpflanzungsvorgängen zu Grunde liegenden einheitlichen „Planes“ vermischen lassen, ist nicht zu läugnen, sei es, weil die betreffenden Lebewesen in zu wenig oder gar keinen blutverwandtschaftlichen Beziehungen zu einander stehen, für deren Vorhandensein doch gerade analoge Fortpflanzungsmodi das vollgültigste Zeugniß ablegen, sei es, weil es bisher nicht gelungen ist, vermittelnde, die Kluft überbrückende Zwischenstufen aufzufinden. Nach beiden Richtungen hin den forschenden Blick zu richten und klärende Thatsachen zu sammeln, ist mein eifriges nicht ganz unfruchtbar gebliebenes Bestreben gewesen.

Mich nun der Darstellung des Entwickelungszyclus von *Tr.* zuwendend, kann ich dabei den Weg nicht inne halten, auf dem ich nach vielen fruchtlosen Versuchen und mit beträchtlichem Zeitaufwande zu einem Erkennen und einer nur allmählig emporwachsenden richtigen Deutung jener eigenthümlichen und complicirten Vorgänge gelangte. Ich halte dafür, dass der hier von mir gewählte, für eine Lösung der vorgestellten Aufgabe am besten sich eignende Weg, die Darstellung an Klarheit und Uebersichtlichkeit gewinnen lassen, eine freundlich erbetene Kritik gewissermassen erleichtern wird.

1. Die Copulation, der Zeugung-einleitende Act.

Von einigen Forschern bei diesem und jenem Rhizopoden wahrgenommen, von andern, wenn auch nicht geradezu gelängnet, so doch einer andern Deutung unterzogen oder für überhaupt bedeutungslos gehalten, erscheint die Copulation als ein die Zeugung einleitender Act, wie ihn wohl zuerst CARTER auffasste, in der That sehr weit

verbreitet und hat, wo er und unter welcher variirenden Form er immer angetroffen wird, stets gleichwerthige auf den weiteren Verlauf der Generationsvorgänge bezügliche Veränderungen innerhalb der Gesamtleibmasse der betreffenden Thiere in seinem Gefolge, wofür ich vollgültige Belege beizubringen Gelegenheit haben werde. — Ich schildere die dabei statthabenden Vorgänge genau und in allen ihren von mir eruirten Einzelheiten — ich halte dafür, dass über ein je reicheres durch Detailbeobachtungen geliefertes Material man verfügt, ein desto geläuterteres Erkennen des allgemein Gültigen und Gesetzmässigen im Leben der Organismen zu erzielen sein dürfte.

Kommen bei ihren übrigens nicht sehr häufigen Locomotionen zwei ausgebildete Troglodyten einander nahe und treffen dabei mit ihren Pseudopodien aufeinander, so ändern sie, nach derartig erfolgter Kenntnissnahme von ihrer gegenseitigen Nähe, die Richtung ihrer, wie es scheint, dann etwas beschleunigten Bewegung, deren Resultat darin besteht, dass die Schalenöffnungen und die aus ihnen tretenden Pseudopodienbüschel einander genau gegenüber zu liegen kommen, zwischen denen indessen noch ein geringer Zwischenraum übrig bleibt, um einer bald auftretenden eigenthümlichen Verschmelzung letzterer Raum zu gönnen. Nach kurzer Zeit nämlich werden die zu äusserst liegenden, nach verschiedenen Richtungen hin divergirenden Fäden eingezogen, und die nun nur in gerader Richtung aus den Schalen austretenden Pseudopodienmassen verschmelzen zu einem gelblich tingirten, bedeutend der Länge nach anwachsenden, cylindrisch geformten Knoten (Fig. 1 *a*). Es findet dabei eine so innige Verbindung, eine so hochgradige gegenseitige, ich möchte sagen unter der Form einer Verfilzung auftretende Durchdringung des Protoplasma statt, dass auch nicht einmal die Spur einer Grenzlinie zwischen den beiden verschmolzenen Pseudopodienmassen mehr nachweisbar ist. Von diesem Knoten gehen, mehr die Richtung der Längsaxe innehaltend, zahlreiche, spitz auslaufende, strahlig angeordnete, körnchenlose Fortsätze aus, die indessen keine Bewegungsercheinungen wahrnehmen lassen. Während dieses etwa durchschnittlich eine halbe Stunde andauernden Vorganges findet ein Ortswechsel nicht statt und es vollziehen die copulirten Individuen diesen Act in träger Ruhe, die nur durch seltene und wenig ergiebige Drehbewegungen unterbrochen wird. Ein gegen früher verändertes Verhalten der contractilen Behälter konnte nicht beobachtet werden. Nach und nach beginnt dann die Masse des Knotens an Umfang zu verlieren, die

strahligen Ausläufer verschwinden allmählig, eine sehr zarte, kaum angedeutete Grenzlinie zwischen den beiden aus ihrer Verschmelzung sich lösenden Pseudopodienmassen wird sichtbar und die Thiere entfernen sich etwas von einander. Als immer deutlicher von einander sich scheidend treten die Umrisse der Pseudopodien hervor, die dann aber gleichzeitig in die Schalenhöhlungen zurückgezogen werden, bis nur ein schmaler beide verbindender Strang übrig bleibt, mit dessen Zerreißen der Act der Copulation beendet ist. An eine bestimmte Jahreszeit nicht gebunden, doch, so weit meine Erfahrungen reichen, im September und October am häufigsten anzutreffen, ist diese Art und dieser Act der Copulation aufzufassen lediglich als ein durch das Verschmelzen der Pseudopodien vermittelter gegenseitiger Austausch von (homogener) Leibessubstanz, die wahrscheinlich einer gewissen bei dem gegenwärtigen Stande unserer Hilfsmittel freilich nicht näher erkenn- und definirbaren Differenzirung unterliegt, was wohl aus der beträchtlich veränderten Färbung des Verschmelzungsknotens mit einiger Sicherheit zu folgern wäre. Zugleich aber werden wir diesem Austausch von Leibessubstanz die Fähigkeit vindiciren müssen, eine, wie aus den Folgezuständen unzweifelhaft hervorleuchtet, entschieden sich kundgebende Modificirung der Lebensthätigkeit in beiden copulirt gewesenen Individuen anzuregen. Ohne eine solche Annahme wenigstens entzögen sich die der Copulation folgenden (und bei allen diesen Act eingehenden Rhizopoden auf einen gemeinsamen Typus zurückzuführende) Veränderungen jeder Erklärung. Eine dahin zielende Frage, ob ohne das Zustandekommen eines solchen Zeugung-einleitenden und durch die angegebene Deutung seines physiologischen Werthes gekennzeichneten Actes eine Sterilität der betreffenden Individuen gegeben sei, ob also die durch eine ungünstige Chance des Zufalls von der Copulation ausgeschlossenen, gleichsam zu einer Art von Cölibat verurtheilten Individuen als jeder Fortpflanzungsthätigkeit baar und unfähig betrachtet werden müssen, ist wohl bejahend zu beantworten, und um so mehr, als bei Troglodytes ein anderer, mit dem zu beschreibenden abwechselnder Fortpflanzungsmodus nicht vorhanden ist. Ich betone dieses deshalb in nachdrücklicher Weise, weil ich, allerdings bei nur sehr wenigen Arten einzelner Rhizopodengattungen einen gewissen Dimorphismus der Keime, hervorgegangen aus zwei durchaus ihrem Princip nach verschiedenen, gewissermassen parallel neben einander verlaufenden, doch alternirenden und einander stets ausschliessenden Zeugungsprocessen beobachtet habe. Diesen weit verbreiteten Act

der Copulation der bei Gregarinen z. B. Platz greifenden Zygose gleichzustellen oder gar unterzuordnen, erscheint meiner Meinung nach nicht ganz gerechtfertigt; der durch erstere gesetzte Austausch von Leibessubstanz ist einer totalen Verschmelzung, einem gänzlichen Aufgehen der dabei beteiligten Individuen ineinander nicht gleichwerthig zu erachten. — Die Zygose schliesst eine nach Ablauf des Vermischungsprocesses wieder eintretende Trennung der Individuen unter allen Umständen aus, mit ihr ist sofort die Grenze des individuellen Lebens gesteckt, ganz davon abgesehen, dass dieser Process schon deshalb auch an morphologischer Bedeutung einbüsst, weil, wie durch LIEBERKÜHN festgestellt, einige Gregarinenformen ohne vorangegangene Zygose in Pseudonavicellen sich umzuwandeln im Stande sind. Die Copulation hingegen characterisirt sich lediglich als Austausch- und Anregungs- aber nicht Verschmelzungsprocess der Gesamtleibesmasse zweier Individuen, sie gestattet eine nachmalige Trennung der diesen Erscheinungscyclus durchmachenden Einzelwesen, und wahrt so deren Individualität, deren jede nun selbstständig und allein aus sich heraus in Folge eigenthümlicher und an geschlechtliche Zeugungsvorgänge anklingender Differenzirungen eine der Keimbereitung ausschliesslich gewidmete Lebensthätigkeit entwickelt, in der und durch die doch unzweifelhaft so eine höhere Organisation zum Ausdruck gelangt. — Ob aber alle diese bei der Copulation in Betracht kommenden Einzelmomente ihre Begriffsfassung als eines in der That geschlechtlichen Zeugungsvorganges gestatten, muss wohl, bei der nothwendig geboten erscheinenden Vorsicht in Deutung und Ausdruck, negirt werden. Ich werde im Verlaufe meiner Darstellung diesen nicht unwichtigen Punct nochmals und ausführlicher zu berühren Gelegenheit haben.

2. Die Zeugung des Keimes.

a. Nach der Copulation auftretende Veränderungen.

Die nach Beendigung der Copulation ihrer Individualität gleichsam wieder zurückgegebenen Thiere offenbaren eine mehr inneren Processen gewidmete, weniger der Aussenwelt zugewendete Lebensthätigkeit, eine Erscheinung, welche bei allen einen analogen Entwicklungscyclus unterworfenen Organismen sich ausnahmslos wiederholt. Bewegung, Empfindung, Nahrungsaufnahme — diese durch das Pseudopodienspiel vermittelten und deshalb als dem Functionsrayon der hyalinen Leibessubstanz angehörend zu betrachtenden Vor-

gänge — bekunden unzweifelhaft einen geringeren Grad von Thätigkeitsäusserung, eine gewisse Lässigkeit hat sich des uns beschäftigenden winzigen Organismus bemächtigt. Bewegungserscheinungen zum Zwecke des Ortswechsels kommen immer seltener zur Beobachtung, nicht minder die jetzt meist in abwechselnder Form sich ausbreitenden Pseudopodien, womit wohl eine verminderte Nahrungsaufnahme verbunden ist. Dagegen treten die Dispersionserscheinungen des zoster in immer kürzer werdenden Zwischenpausen ein, und das ist als bedeutungsvolles Zeichen seiner beginnenden und einflussreichen Betheiligung an den weiteren nun in den Wahrnehmungshorizont tretenden Keimzeugungsprocessen aufzufassen. Dieser Zustand — eine genauere Zeitangabe bin ich zu machen ausser Stande — dauert mehrere Tage. Zunächst macht sich dann ein, namentlich in der hinteren Zone prägnanter hervortretendes Erblassen der hyalinen, homogenen Leibsubstanz bemerklich; ihr früher perlmutterartiger, geronnenem Hühnereiweiss vergleichbarer Schmelz verliert an Gleichmässigkeit der Consistenz und des Lichtbrechungsvermögens und erscheint deshalb an einzelnen Stellen wolkig getrübt; die sonst ziemlich markirt verlaufenden Contouren der Zonengrenzen erscheinen wie verwischt, so dass letztere sich nicht mehr deutlich von einander abheben. Weniger betroffen von diesen aus inneren Vorgängen resultierenden Veränderungen, lässt die mittlere Zone und die ihr angehörende Granulation irgendwie auffallende Unterschiede in Färbung, Grösse und Lagerung der Körnchen bis jetzt nicht wahrnehmen. Ein etwas verändertes Verhalten zeigen dagegen die contractilen Behälter, indem sie nicht allein seltener auftretende Füllungsmomente darbieten, sondern auch eine progressive Abnahme der nach jeder Auspressung sich wieder ansammelnden Flüssigkeitsmenge erkennen lassen, so dass ihr Schwellungsdurchmesser gegen früher beinahe um die Hälfte reducirt erscheint. Unberührt von dem alterirenden Einflusse der durch die Copulation gesetzten Veränderungen bleibt nur der Kern und sein Kernkörperchen; durchaus unbetheiligt an der Zeugung des Keimes, bewahrt er seine Integrität und kann deshalb innerhalb der diesem Fortpflanzungsmodus unterworfenen Rhizopodengruppe meiner Meinung nach nicht als Geschlechtsdrüse im Sinne von CLAPARÈDE und LACHMANN¹⁾, sondern wohl nur als ein besonderes Secretionsvorgängen dienendes Gebilde aufzufassen sein.

Die nächsten Vorgänge, welche in den Kreis der durch die noch

¹⁾ Études sur les Infus. I. p. 430.

nachhaltig wirkende Copulation gesetzten Umbildungen gehören, zugleich aber auch der Zeugung des Keimes mehr unmittelbar vorausgehen, betreffen den zoster beinahe allein. Welchen dabei direct auf ihn einwirkenden ursächlichen Momenten seine nun beginnende Trübung beizumessen sei, liess sich nicht näher ermitteln; wahrscheinlich mögen theils modificirte Ernährungszustände, wohl nicht schwer aus dem sehr selten gewordenen Pseudopodienspiel eruirbar, theils die schon beschriebenen und eine Art von Abschluss bildenden Veränderungen im Gebiete des homogenen Protoplasma, wenn auch nicht in gleichmässiger Weise dabei betheilt sein. Diese Trübung gibt sich in einer gesättigteren Färbung seiner Körnchen zu erkennen, wodurch wohl ein gesteigerter Grad von Lichtabsorptionsvermögen derselben herbeigeführt werden dürfte; dann liegen die Körnchen auch dichter aneinander gedrängt, kommen so in einem gegen früher modificirten Bilde zur Anschauung und gestatten dem beobachtenden Auge, trotz ihrer scharf umschriebenen Contouren, nicht so leicht als früher ein deutliches Sondererkennen. Mit den jetzt immer schneller sich folgenden, etwa zwei bis drei Mal innerhalb fünf Minuten von statten gehenden Dispersionen derselben paaren sich eigenartige, ruck- und stossweise auftretende, fast als krampfhaft zu bezeichnende, zur Kugelform führende Maximal-Contractionen des Thieres (Fig. 2), wobei ich indessen die früher erwähnten, an den Grenzschichten sich bemerkbar machenden Verdichtungen der homogenen Substanz durchaus vermisse; dass dadurch eine noch erhöhte Trübung, eine fast totale Undurchsichtigkeit der Gesamtleibesmasse herbeigeführt werden muss, leuchtet ein. Die dispergirten Körnchen gelangen nicht alle mehr während der ihnen gegönnten Sammelmomente auf ihren früheren Platz zurück, sei es wegen der schnellen Reihenfolge der sich fast überstürzenden Dispersionen, sei es, weil wohl schon einzelne der Körnchen einem Auflösungsprocesse, einem Aufgehen in die übrige Masse unterliegen — bis auf die letzte zur Beobachtung kommende Dispersion überhaupt kein Ansammeln mehr folgt. Von diesem Momente an ist eine allmählig von statten gehende und zu einem sichtbaren Ausdruck gelangende Auflösung der zoster-Körnchen und eine so angebahnte Verschmelzung derselben mit der übrigen gesammten Leibesmasse zu constatiren; büsst nun auch so der zoster zwar seinen morphologischen Character ein, so gibt doch andererseits die, wie wir sehen werden, wirkungsreiche Beimischung seiner Körnchen das Signal zur Inszenesetzung eines vitalen Phänomens, das unter einigen Modifi-

cationen von mir auch bei allen anderen einem Copulationsacte unterworfenen Rhizopoden (im weitesten Sinne) beobachtet worden ist. Diesen sich gegenseitig bedingenden und in analoger Form zu Tage tretenden Erscheinungen einer auf einen einzigen Punet hin — die Keimbildung — gerichteten Lebensthätigkeit ist so der Stempel des allgemein Gültigen und Gesetzmässigen aufgeprägt. — Nicht unerwähnt darf ich es lassen, dass sich nun an den, wie bereits erwähnt, sehr spärlich auftretenden Pseudopodien eine eigenthümliche, ihre Consistenz betreffende Veränderung vollzieht; sie erscheinen zäher, dickflüssiger und deshalb nicht mehr in fadenartiger Ausbreitung, sondern nur noch in Form von conischen, am Rande wie zerfetzt, eingerissen ausschenden, zottenartigen Zipfeln (Fig. 3); langsam hervortretend, langsam verschwindend und nur noch einzelne Male dieses Spiel wiederholend, haben auch sie bald gänzlich ihre Thätigkeit eingestellt.

b. Die Befruchtungskörperchen.

Mit der letzten Dispersion des zoster ist die Umwandlung der gesammten Leibessubstanz des Thieres in eine schmutzig gelbliche, flockige, neblige Masse vollendet, aus welcher zwar nicht mehr deutlich, aber doch noch immer erkennbar die Contouren des alle bisherigen Metamorphosen standhaft überdauernden Kerns hervortreten. Etwa eine halbe Stunde später, nachdem mit der letzten Dispersion die Auflösung der zoster-Körnchen sich vollzogen, beginnt sich die auf der umgewandelten Leibessubstanz liegende Wolke etwas zu lichten. Weit entfernt davon einem scheinbar sich nahenden, unvermeidlichen Zerfalle entgegen zu gehen, beginnt ein neues, bald in mächtigen Wogen pulsirendes Leben darin sich dem beobachtenden Auge zu offenbaren, so unerwartet nach den bisher geschilderten, einem natürlichen Zerfallsprocesse ähnlichen, jeder Lebensthätigkeitsäusserung anscheinend so fern stehenden Vorgängen. Zuerst am Rande der umgebildeten Körpermasse zur Erscheinung kommend und Anfangs in geringer Zahl, von der immer noch obwaltenden Trübung verschleiert, betreten unmessbar feine, runde, nicht gefärbte Körperchen die Bühne, und keineswegs in untergeordneter, bedeutungsloser Statistenrolle. Was diesen bald in grösserer, zu einem wahren Gewimmel ansteigender Menge auftretenden Körperchen beim ersten Anblick schon ein besonderes Gepräge verleiht, ist ihre Anfangs nicht bedeutende, tanzende, hüpfende Bewegung, welche ich, bevor eine häufigere Beobachtung dieses Phänomens eine dem wahren

Sachverhalte entsprechendere Deutung mir gestattete, für eine Molecularbewegung zu halten geneigt war. Im weiteren Verlaufe dieses interessanten, 1—1½ Stunden hindurch der Beobachtung zugänglichen Phänomens, brechen dann jene Körperchen an unzähligen Stellen zugleich und in immer dichter werdenden Scharen hervor und breiten sich über die ganze Oberfläche aus; bald stellt sich dann auch ein schnelleres Tempo in ihren nun wahrhaft tumultuarischen, sowohl centrifugalen als centripetalen Bewegungen ein, welche nach kurzer Zeit aber eine deutlich markirte Bahnrichtung innehalten, auf der die nun einer weitaus ergiebigeren Locomotion fähigen Körperchen sich tummeln; es ist dies ein um den Mittelpunkt, von links nach rechts kreisender, vollfluthiger Strom, dessen Schnelligkeit ein aufmerksames Verfolgen einzelner in besonderes Augenmerk genommener Körperchen keineswegs erschwert. Ohne weitere bemerkenswerthe Veränderungen darzubieten, ohne dass bei der wenig geräumigen Arena und der grossen Zahl der gleichzeitig dabei betheiligten Körperchen irgend welche störende Stockungen eintreten, weicht diese etwa eine Stunde anhaltende rotirende Bewegung dann einem chaotischen, wirren Durcheinander der auf ihren nun verschlungenen Wegen nicht verfolgbaren Körperchen: es gelangt darin wohl das Bestreben zum Ausdruck, möglichst vielen Körperchen möglichst zahlreiche Berührungspuncte mit der von ihnen nach allen Richtungen hin durchkreuzten Leibesmasse zu bieten und diese oft durchfurchten, multipolaren Bahnen in einen wahrhaft fruchtbaren Boden umzuwandeln. — Mit dem allmähigen Nachlass dieser nun anscheinend regellosen Bewegungen macht sich gleichzeitig und in auffälliger Weise gleichen Schritt damit haltend, eine Verminderung der Körnchen bemerkbar, wohl hervorgegangen aus einer Auflösung und nachfolgendem Vermischen mit der übrigen Masse — Genaueres darüber anzugeben bin ich ausser Stande, es gelang mir, auch unter Anwendung mittelkräftiger Immersionssysteme, niemals, diesen muthmasslich statthabenden Vorgang auch nur in einem einzigen Bilde festzuhalten: bald ist jede Spur verwischt, die Körperchen verschwunden. Sowohl die Dauer dieser Bewegungserscheinungen, der darin sich kundgebende ergiebige Ortswechsel der Körperchen, als das durch ihre Strombahn gelieferte optische Gesamtbild derselben, die Regelmässigkeit, mit der sie bei jedesmaligem Eintritt ein und derselben Entwicklungsphase wiederkehren, der darin deutlich ausgeprägte Character einer vollgültigen Lebensthätigkeitsäusserung, die vollständig negative Resultate erzielende Einwirkung an Dichtigkeit

verschiedener, im Uebrigen indifferenten Flüssigkeiten — liefern hinreichende Argumente, dass uns darin keine Molecularbewegung, sondern eine einem lebensfähigen Organismus angehörende Bewegung von physiologischem Werthe entgegentritt.

Eine ihrer Wesenheit auch entsprechende Deutung dieser Körperchen ist nur an der Hand der weiteren Veränderungen zu gewinnen, welche in der so sorgsam vorbereiteten, durch das Einschlagen wahrhaft labyrinthischer Wege zu Stande gekommenen Bildung der eigentlichen Keimmasse gipfeln. Sehr nahe lag es diese langandauernde und specifischer Bewegung fähige Körperchen, welche unmittelbar der Keimmassenbildung vorangehen, die ursächlichen Momente ihres Entstehens ausschliesslich bilden, sie zu weiterer bedeutungsvoller Thätigkeit anregen, sie befruchten — wie die weiteren Vorgänge solches unzweifelhaft documentiren — es lag sehr nahe, sage ich, diese Körperchen mit denjenigen Gebilden in eine Parallele zu bringen, die wir mit dem Namen der Spermatozoiden belegen und auch ihnen diese Bezeichnung zu belassen. Da aber hier von einer geschlechtlichen Zeugung, auch im weitesten Sinne genommen, nicht die Rede sein kann, besonders differenzirte keimbereitende Organe nicht vorhanden, zu befruchtende weibliche Keime nicht gegeben sind, ein auch nur im Geringsten accentuirter Gegensatz zwischen männlichen und weiblichen Zeugungsstoffen deshalb nicht obwaltet, obwohl es mindestens wahrscheinlich ist, dass die zoster-Körnchen theilweise zur Bildung der befruchtenden Elemente beitragen, so nahm ich deshalb Anstand, eine freilich nahe liegende Analogie bis auf eine gleiche, keineswegs aber auch nur einigermaßen motivirte Bezeichnung auszudehnen, und so zog ich es vor, die in Rede stehenden Gebilde »Befruchtungskörperchen« zu nennen; dass sie mit Recht auf diese Bezeichnung Anspruch haben, geht, wie wir sehen werden, aus dem Gesamtergebnisse ihrer Wirksamkeit hervor — sie und nur sie allein bringen in der zu befruchtenden Leibmasse eine zu einer besonderen Umbildung führende Thätigkeit zu Wege, verändern durch ihre Beimischung dieselbe derartig, dass die eigentliche Keimbildung nun von Statten gehen kann. Uebrigens scheinen schon frühere Forscher diese Körperchen oder doch ihnen analoge Bildungen beobachtet zu haben; so geht aus einzelnen Andeutungen hervor, dass CLAPARÈDE-LACHMANN ¹⁾ in ihren, der sogenannten zweiten Entwicklungsreihe von *Urnula Epistylidis*

¹⁾ l. c. p. 208 sq.

gewidmeten Untersuchungen ähnliche und auch analog gedeutete Körperchen zu Gesicht bekommen haben. Bündelweise beisammenliegende, als Samenfäden bezeichnete Körper, wie sie GREEFF¹⁾ von *Amoeba terriola* beschreibt, habe ich weder bei beschalteten noch bei nackten Rhizopoden (incl. Amoeben) angetroffen. Solche Befruchtungskörperchen sind von mir freilich erst im Verlaufe andauernder Beobachtungen, bei denjenigen der von mir entdeckten Rhizopoden, die einem dem geschilderten analogen Fortpflanzungsmodus unterliegen, aufgefunden worden; ihre Entstehung geht aber hier von der umgewandelten Leibessubstanz allein aus, und sie selbst erscheinen unter mancherlei Modificationen, die speciell zu erörtern ich in den betreffenden noch zu veröffentlichenden Arbeiten nicht unterlassen werde. So viel steht fest, dass die hierauf bezüglichen Vorgänge dieselben vorbereitenden Stadien durchmachen, nach demselben Typus verlaufen und dieselben Folgeerscheinungen herbeiführen. — Ich habe es trotz vielfach in meinen Diarien vorhandener Zeichnungen unterlassen eine Abbildung dieser Körperchen zu geben, weil das hauptsächlich Charakteristische derselben, ihre tumultuarischen, erst eine bestimmte Stromesrichtung innehaltende, dann einem chaotischen Durcheinander Platz machende Bewegungen durch eine Zeichnung auch nicht einmal annähernd wiedergegeben werden kann. — Bald nach Auftreten der Befruchtungskörperchen entzieht sich der Kern nebst Kernkörperchen jeder weiteren Beobachtung; ob er schrumpfend gänzlich atrophirt, oder seinen Inhalt jetzt erst — was übrigens nicht das Wahrscheinlichere ist — der übrigen Masse beimischt, liess sich trotz wiederholt darauf gerichteter Bemühungen nicht definitiv entscheiden. Ist es indessen erlaubt aus analogen, bei anderen Rhizopoden zur Beobachtung kommenden Verhältnissen einen Schluss per analogiam zu ziehen, so dürfte die erste Annahme weitaus grössere Wahrscheinlichkeit für sich haben.

c. Die Keimmasse, Chagrin.

Mit dem Verschwinden der Befruchtungskörperchen haben alle für die Bildung der Keimmasse gesetzten, nothwendigen Vorbedingungen ihren Abschluss gefunden: mit jenem ist auch das individuelle Leben des Thieres in seinen letzten Thätigkeitsäusserungen als erloschen zu betrachten. Verfolgen wir nun die weiteren Erscheinungen, welche das Zustandekommen des Keimes begleiten und ihm die Wege ebnen. Nachdem die Befruchtungskörperchen mit

¹⁾ Arch. f. mikrosk. Anat. II. p. 299 sq.

ihren Bewegungen auch ihre Function beendet, sehen wir eine von der immer noch intacten Schalenhaut umgebene, regungslos daliegende, jeder accentuirten Lebensthätigkeit scheinbar entrückte Masse vor uns, welche, begegnete ihr das Auge eines nicht in die verborgenen Tiefen ihres Lebens Eingeweihten, von diesem wenn auch nicht übersehen, so doch wohl nur als ein detritischer Auflösung anheimgefallenes Gebilde organischen Ursprungs und deshalb als einer weiteren Beachtung nicht werth angesehen werden würde. Bemerkenswerth ist es in der That, wie lange diese Masse allen Einflüssen der Temperatur n. s. f. Widerstand zu leisten und auch bei dem Mangel jeglicher Pflege ihre Entwicklungsfähigkeit zu bewahren vermag. So zart Troglodytes und die ihm unmittelbar vorangehenden, durch die Mono- und Diplostigma-Form, wie ich sie nenne, repräsentirten Entwicklungsphasen sich bekunden, so widerstandskräftig und derb erscheint die Keimmasse, deren endgiltige Umbildung und dabei zu Tage tretende Charactereigenthümlichkeiten ich jetzt besprechen will. Zunächst ist eine Aufhellung derselben zu registriren, nur noch an einzelnen durchaus nicht regelmässig angeordneten Stellen wirft eine wolkige Trübung ihre Schatten darüber. Wie mich durch wiederholtes Vergleichen geprüfte Erfahrungen lehrten, wird sie unter Anwendung einer in allen Beziehungen sich stichhaltig erweisenden Pflege zu einer viel schnelleren und mit Bequemlichkeit stufenweise zu verfolgenden Entfaltung ihres sonst längere Zeit in einem latenten Zustande verharrenden Lebens angeregt. Ein wenig Feuchtigkeit bei eingetrocknetem Material, ein wenig Wärme bei kalten Temperaturverhältnissen, ein Beimischen geringer Quantitäten thierischer Abgangsstoffe genügen, um jenes latente Leben in ein offenkundiges und in mannigfaltigen Aeusserungen sich documentirendes zu verwandeln. Aber auch ohne solche Pflege, nur bedeutend langsamer die weiter folgenden Phasen durchmachend, verliert sie, wie oben angeführt, keineswegs weder die Tendenz noch die Fähigkeit zu ferneren Umbildungsprocessen, und kann ich gerade diese ihr anhaftende, andauernde Zähigkeit nicht genug hervorheben gegenüber der schnellen Vernichtung, welcher die Entwicklungsphasen der einem andern Fortpflanzungsmodus unterworfenen Rhizopoden unter gleichen ungünstig influirenden Bedingungen anheimfallen. — An vielen Stellen dieser Masse gleichzeitig entstehend, treten dann kleine, scharf contourirte Pünctchen auf, die bald an Umfang gewinnend, als tüpfelartige Hervorragungen erscheinen; wir haben also in jener die Keime erzeugende, immer noch aber als selbstständiger Rest verbleibende,

aus den beschriebenen Umwandlungen hervorgegangene, gelb nünancirte Tinten zeigende Grundsubstanz, in welcher zufolge nicht näher zu ermittelnder Vorgänge kleine Körnchen, die eigentlichen Keime, entstehen, aus denen wiederum dann die weiteren Entwicklungsphasen sich hervorbilden. Diese in Form tüpfelartiger Erhabenheiten auftretenden Keime zeigen eine ausserordentlich gleichmässige Anordnung, stehen dicht gedrängt, meist gerade Linienfluchten bildend, nebeneinander und lassen deshalb auch ebenso regelmässig angeordnete, äusserst winzige Zwischenräume zwischen sich. Bei hoher Einstellung, von der Fläche aus gesehen, erscheinen sie wie die nur wenig über das Nivean hervortretenden wärzchenförmigen Knötchen des sogenannten Chagrinpapieres, und habe ich sie in Ermangelung einer zutreffenderen und motivirteren Bezeichnung in concreter Weise Chagrín genannt.

Anfangs die ganze Höhlung der Schalenhaut einnehmend, ballt sich der Chagrín später etwas zusammen (Fig. 4), wohl in Folge eines veränderten, durch Flüssigkeitsabgabe herbeigeführten Zustandes der Grundmasse und lässt am oralen Pol eine halbmondförmige Lücke übrig. Bald macht sich auch nun ein beginnendes Zerbröckeln der Schale bemerklich, einzelne Stellen erscheinen rissig, hier und da treten klaffende Oeffnungen auf, bis zuletzt Grundsubstanz und der in ihr abgelagerte Chagrín frei werden und in die Aussenwelt gelangen. Nicht mehr in enge Grenzen gebannt und in seiner fortschreitenden räumlichen Ausdehnung mit dem Auge verfolgbar, verliert die Chagrínkugel immer mehr und mehr von ihrer ursprünglich runden Form, plattet sich unter allmäliger Ausgleichung der Dicke der Schichten ab und stellt dann einen unregelmässig begrenzten, nicht stark lichtbrechenden Körper dar, dessen Oberfläche wegen der stärker hervortretenden Körnchen wie rauh erscheint, eine durchaus charakteristische Eigenschaft. Betrachtet man den Chagrín in diesem Zustande, so käme man wohl in die Lage der Annahme sich zuneigen, dass der Process damit beendet und der Weiterentwicklung der einzelnen Körnchen nichts mehr im Wege stünde, in analoger Weise etwa, wie aus der zu rundlichen Körpern umgewandelten Keimmasse der Gregarinen¹⁾ sich ohne weitere Zwischenphasen die sogenannten Pseudonavicellen hervorbilden. Dem ist indessen nicht so, die Natur schlägt hier ein complicirteres Verfahren ein und un-

¹⁾ Nicht alle Gregarinen übrigens sind diesem Fortpflanzungsmodus unterworfen, wie ich auf das Bestimmteste versichern kann.

terwirft den Chagrinhaufen einem Zerklüftungs-Furchungsprocesse, eine weitere und meiner Meinung nach wohl zu beachtende Andeutung eines Anklingens an spezifische Vorgänge der geschlechtlichen Zeugung. Freilich werden wir hier nicht allein eine nach bestimmter Progression erfolgende, zunehmende Vermehrung der Furchungskugeln und das darin deutlich genug sich aussprechende Bestreben vermischen, womöglich gleichwerthige Theilmassen hervorzubringen, wir werden auch eine vergebliche Umschau nach jenen Gebilden halten, die als Gravitationscentra, als mitbewegende Ursachen des Furchungsprocesses gelten — den Kernen — immerhin tritt aber dasselbe Princip auch bei dem in Rede stehenden Vorgange zu Tage, welcher wohl in dieser ursprünglichen Form zu weit älteren Perioden der Stammesgeschichte der Organismen hinaufreichen und vielleicht als erste Andeutung des so wirkungsreichen Gesetzes der Arbeitstheilung aufgefasst werden dürfte.

Der hier stattfindende Modus ist folgender:

Nachdem zuerst einige, meist in unregelmässigen Curven verlaufende, anscheinend oberflächlich gelegene Linien, die aber keineswegs die ganze Breite der Masse durchsetzen und plötzlich wie unterbrochen scheinen, sich bemerkbar gemacht haben, werden sie, einander entgegenkommend und schneidend, bald zu tiefer eindringenden und die Keimmasse in ungleich grosse Ballen abtheilende Furchen; die so von einander geschiedenen Theilmassen (Fig. 5) trennen sich immer mehr, und es vollzieht sich an ihnen ein dem eben beschriebenen gleicher Process. Das gemeinsame Resultat dieses wohl mit vollem Rechte als Zerklüftung, Furchung zu bezeichnenden Vorganges besteht darin, dass sich nun eine durchaus nicht constant bleibende Menge grösserer und kleinerer, verschiedentlich und oft bizarr geformter, nebeneinander liegender, doch in keinem Zusammenhange stehender Haufen gebildet hat. Die grösser gewordenen, durchsichtigen, nicht mehr scharf contourirten Körnchen treten nun, sich mehr und mehr sondernd, mit der Aussenwelt in nähere Berührung, da die Grundsubstanz, in der sie eingebettet lagen, zusehends schwindet, in einen feinkörnigen Detritus zerfällt und so ein gänzliches Freiwerden der einzelnen Körnchen veranlasst. Je mehr letztere nun an Umfang zunehmen, eine desto deutlicher in die Augen fallende Umwandlung erleiden sie; bald rundlich, bald mehr elliptisch, zuweilen (in der Seitenansicht) an der einen Fläche eine concave Einbuchtung zeigend, sind sie zu matt-bläulich das Licht brechenden, protoplasmatischen Klümpehen geworden und stellen so die

eigentlichen, aus allen bisher beschriebenen Metamorphosen als Endresultat hervorgegangenen Keime oder Keimkörner dar, an denen sich bereits bei aufmerksamer Beobachtung kleinste Bewegungserscheinungen in Form von um die Längsaxe vor sich gehender Drehungen erkennen lassen (Fig. 6). — Beiläufig erwähnt sei es, dass die bei anderen Rhizopoden von mir beobachtete Chagrinbildung sich von der eben beschriebenen nur in so weit unterscheidet, als bei jenen nicht die Gesamtkörpermasse in Chagrin sich umbildet: es geht hier nämlich nur eine partielle Chagrinbildung in der Weise von statten, dass in der Leibmasse 2, 3—5 von einander getrennte und von Anfang an in keinem Zusammenhange stehende Chagrinkugeln sichtbar werden, deren Weiterentwicklung, ohne vorangehenden Zerklüftungsprocess, indessen nach demselben Typus verläuft. — Nach einer in AUERBACH'S¹⁾ bekannter Arbeit gelieferten Beschreibung unterliegt es für mich keinem Zweifel, dass der genannte Autor bei seiner mit *Cochliopodium Hertwig*²⁾ wahrscheinlich identischen *Amoeba bilimbosa* ähnliche Bildungen gesehen hat; er nennt sie granulirte Innenkörper und ist in seiner vorsichtigen Weise zweifelhaft, ob er dieselben als Stadien eines Encystirungsprocesses aufzufassen oder in Beziehung zu bringen hat zu einer erst nach Erlöschen des Lebens auftretenden fettigen Entartung, welcher letzteren Deutung er am Schlusse seiner Mittheilungen sich entschieden zuneigt; er hebt, was mich in meiner Annahme, er habe Chagrinbildungen vor sich gehabt, noch bestärkt, es besonders dabei hervor, dass er bei diesen Umwandlungsstufen der erwähnten Amöbe keine Spur eines Kernes mehr habe auffinden können. Warum übrigens nicht auch bei Süßwasser-Rhizopoden ein ähnlicher Keimkörner-Bildungsprocess stattfinden könne, vermag ich nicht abzusehen; ich habe in Aufgüssen, in dem schlammigen, lemnareichen Wasser kleiner Teiche unzweifelhafte Chagrinbildungen angetroffen und halte mich überzeugt, dass bei weiteren darauf bezüglichen Untersuchungen, zu denen aufzufordern ich hiermit mir erlaube, sich noch manche Rhizopoden finden werden, welche die Erscheinungen analoger Zeugungsvorgänge darbieten. Vorläufig wenigstens fehlt es an auch nur annähernd triftigen Argumenten, anzunehmen, dass an den allerdings andern Lebensbedingungen unterstellten Aufenthalt in feuchter Erde u. s. w. das Vorkommen eines so prägnant sich darstellenden Fort-

1) Zeitschrift f. wiss. Zool. VII. p. 388, 390. Taf. XIX, Fig. 20—23.

2) l. c. p. 66.

pflanzungsmodus gebunden sei; jedenfalls werden hierfür noch andere ursächliche Momente massgebend sein, deren Erkennen und Verständniss nur aus einer unendlichen Reihe auf denselben Punct gerichteter Beobachtungen erzielt werden könnten.

3. Die Entwicklung des Keimes.

a. Erstes Stadium, die Monostigmaform.

Hatten wir es bisher mit Umbildungen der schon durch die Copulation veränderten und durch die Befruchtungskörperchen zu einer specifischen Thätigkeit angeregten Leibesmasse zu thun, Umbildungen und Veränderungen, welche sich innerhalb der noch intact gebliebenen Schalenhaut vollzogen und mit der Zeugung des Keimes ihren Abschluss fanden, so begegnen wir von nun an in diesem einem neu beginnenden individuellen Leben, dessen mannigfache, oft seltsame Durchgangspuncte aufweisende, in der Aussenwelt vor sich gehende Entfaltung wir bis zur endständigen Bildung des jungen Troglodytes ununterbrochen verfolgen können.

Mit einer zusehends ansteigenden Zunahme seines Umfangs lässt der nicht constante Formen darbietende Keim — wahrscheinlich resultirend aus minutiösen, der Wahrnehmung sich entziehenden wechselnden Contractionszuständen seines Protoplasma — eine unzweifelhaft sich als solche documentirende Neubildung erkennen, die als unzweideutiger Ausdruck des in ihm thätigen Lebens erscheint; es ist eine allerdings durchaus spärliche, kaum durch einige Körnchen vertretene, blasse, von dem Protoplasma sich wenig abhebende Granulation, welche nicht allein als erste Differenzirung innerhalb jener, sondern auch als erste Anlage der später massenreicher vorhandenen granulirten Leibessubstanz des künftigen Troglodytes sich darstellt. Bald fesselt eine neue Erscheinung das beobachtende Auge, die in einer noch mehr accentuirten Weise den Character des vor uns befindlichen, winzigen organischen Gebildes enthüllt und von einer höhergradigen Thätigkeit innerhalb desselben Zeugnis ablegt. An einem der beiden Pole des Keimes nämlich macht sich eine ungemein kleine, blassrosa das Licht brechende Stelle bemerklich, die jüngstentstandene erste Vacuole, die, bis zur endgiltigen Entwicklung des Tr. persistirend, ungemein selten collabirt; um sie von den erst später auftretenden, weit häufigere Füllungsmomente darbietenden grösseren contractilen Behältern zu unterscheiden, habe ich sie stigma genannt, und von diesem Attribute auch die Bezeichnung für dieses erste

Stadium der vor sich gehenden Keimesentwicklung, die Monostigmaform, entnommen (Fig. 7). Geraume Zeit hindurch blieb ich nun in Betreff der ferneren Schicksale der Monostigmen in vollständiger Unklarheit; an ihnen liess sich keine fortschreitende Umbildung, keine zu einer höheren Entwicklungsstufe führende, eine solche vorbereitende Veränderung nachweisen, und ich mühte mich vergebens ab, für irgend eine meiner darauf bezüglichen Combinationen einen Anhalt, eine sichere Basis zu gewinnen; ich war freilich schon lange auf eigenthümlich geformte, gewisser Bewegungen fähige Gebilde aufmerksam geworden, die sich fast immer zu gleicher Zeit mit jenen in meinem Material vorfanden, und wenn auch Manches in ihrer Erscheinung auf einen genetischen Zusammenhang mit den Monostigmen hindeutete, so vermochte ich doch nicht für diese wohl leise aufdämmernde Vermuthung auch nur einigermaßen stichhaltige Argumente aufzufinden, bis ein glückliches Ungefähr, eine einzige Beobachtung, mich den Schlüssel zu dem vorliegenden Räthsel auffinden liess: ich sah zwei nebeneinander liegende Monostigmen als Vertreter gleichwerthiger Rollen ein seltsames Schauspiel aufführen — sie verschmolzen miteinander (Fig. 8—14). Dass ich es mir fortan sehr angelegen sein liess, so oft wie möglich als aufmerksamer Zuschauer diesem Vorgange, dem ich oft stundenlang geduldig entgegenharrte, beizuwohnen, bedarf nicht der Versicherung; von den dabei statthabenden, stets in derselben Folge sich aneinander reihenden Erscheinungen können mir nur sehr wenige entgangen sein. Es legen sich zwei Monostigmen unter Beihülfe eines mit Drehbewegungen verbundenen minimalen Ortswechsels so aneinander, dass sie sich mit den ihren Längsaxen entsprechenden, die meisten Berührungspunkte liefernden Flächen berühren, um für eine kurze Spanne Zeit dasselbe gegenseitige Lagerungsverhältniss innehaltend, sich dann wieder etwas von einander zu entfernen, doch weit genug, dass der sie trennende Zwischenraum deutlich wahrgenommen werden kann. Hat das Spiel in dieser Weise zwei bis dreimal sich wiederholt, so zeigen dann die wiederum einander näher rückenden Monostigmen eine Formveränderung, indem die Berührungsfläche des einen eine concave, die des andern eine convexe Linie darstellt; es gibt sich darin das Bestreben zu erkennen, die geplante und so vorbereitete Verbindung zu einer innigeren zu gestalten, eine Annahme, die in dem Folgenden eine vollkommene Bestätigung findet; sehr bald sieht man nämlich aus der convex erscheinenden Berührungsfläche des einen Individuum eine sich deutlich markirende, zipfelartige Verlängerung

hervorgehen, die sich weiter entwickelnd zu einem kegelförmigen, zapfenartigen Vorsprunge wird und in das Protoplasma des andern, seine Concavität ihm zukehrenden Monostigma eindringt. Weder einer durch Fortschieben des Deckblättchens herbeigeführten Lageveränderung der so einen grösseren gegenseitigen Halt aneinander findenden Monostigmen, noch einem stärkeren auf sie ausgeübten Drucke weicht diese als Vorläufer der eigentlichen Verschmelzung zu betrachtende und auf eine einzige nicht umfangreiche Stelle beschränkte Verbindung, welche schon aus diesem Grunde nicht als ein blosses, nur die Oberfläche betreffendes Hinüberschieben eines protoplasmatischen Fortsatzes erachtet werden kann, und um so weniger, als das Eindringen jenes keilartigen Vorsprunges ein Verdrängen der protoplasmatischen Substanz des andern Monostigma involvirt, wofür nicht allein die an der betreffenden Stelle vor sich gehende, durch Farbennüancirung sich kundgebende Lageveränderung der Schichten des Protoplasma, sondern auch der Umstand spricht, dass während des Eindringens jenes Vorsprunges ein nur auf mechanische Ursachen zurückzuführendes Auseinanderdrängen der die spärliche Granulation bildenden Körnchen stattfindet. Dieses localisirte Aneinanderhaften schliesst deshalb aber in keiner Weise eine gesonderte Bewegungsfähigkeit jedes der beiden Monostigmen aus, es beschränkt sie kaum; bald dreht sich das eine in der Richtung seiner Längsaxe, bald schiebt sich das andere mit dem einen Pole über den entsprechenden des ersten hinüber, zuweilen in solcher Ausdehnung, dass sie mit zwei Drittel ihres Leibsumfanges einander decken. Diese Bewegungserscheinungen lediglich als in zufälligen Formen erscheinende, den Endzweck der Verschmelzung nicht fördernde Contractionen des Protoplasma zu betrachten, entspräche dem Character dieser stets nach demselben Schema sich abspielenden Vorgänge in keiner Weise; sie laufen alle darauf hinaus, den auf physikalischen Gesetzen beruhenden Widerstand, der sich einem schnell erfolgenden Ineinanderfliessen, Vermischen zweier im Ganzen und Grossen morphologisch und chemisch gleichwerthig zu erachtender protoplasmatischer Substanzen entgegenstellt, allmählig zu überwinden. — Haben diese Bewegungen eine Zeitlang gedauert, so tritt eine keine bestimmte Zeiteinheiten innehaltende Ruhepause ein, bis das Spiel unter gewissen Modificationen von Neuem beginnt. Vor Allem fällt dabei das Bestreben der beiden Monostigmen in die Augen, diejenigen ihrer (gleichartigen) Pole einander geflissentlich zu nähern, die an dem Verschmelzungsprocess participiren, Verschmelzungs-

pole, welche ausnahmslos die umfangreicheren und an Masse überwiegenden sind, während die ihnen entgegengesetzten, schmäleren, constant die, wie bereits erwähnt, persistirenden Stigmen beherbergenden, die Stigmenpole, einander ferne bleiben und, jeder für sich einen mehr oder weniger der conischen Form sich nähernden Lappen darstellend, einen je nach den auch hier sich bemerkbar machenden Schwankungen bald grösseren, bald kleineren zungenförmigen Ausschnitt zwischen sich lassen — innerhalb des Rayon derselben findet keine Verschmelzung statt, die erst in einem viel späteren Entwicklungsstadium zum vollständigen Austrag gelangt. Damit ist die bisherige Parallelität der Längsaxen aufgehoben, die nun an den Verschmelzungspolen beinahe ineinanderfallen, an den Stigmenpolen am meisten divergiren. Bald treten dann heftig zu nennende, rollende, mit Ortswechsel verbundene Bewegungen ein, abwechselnd mit starken Contractionen nur eines Monostigma, gewöhnlich desjenigen, in den der zapfenartige Vorsprung des andern hineinragt und das deshalb von kleinerem Umfange, kugelig zusammengeballt und von dunklerer Contour umgeben erscheint. Blieb bisher auch an den Verschmelzungspolen noch ein kleiner, die Monostigmen trennender Zwischenraum, so verkleinert derselbe sich immer mehr und mehr, die Contouren jener geben sich nicht mehr als deutlich und scharf von einander sich abgrenzende Linien zu erkennen, und unter einer nochmaligen, blitzschnell vollführten Axendrehung haben sich die zum Bezirk der Verschmelzungspole gehörenden, bis zum zapfenartigen Vorsprunge hin sich erstreckenden protoplasmatischen Substanzen zu einer einzigen, nur durch eine Contour begrenzten vereinigt, und der Act der theilweisen Verschmelzung hat damit sein Ende erreicht. Das Product dieser Verschmelzung, die als eine nothwendige und entwicklungsfördernde Zygose betrachtet werden muss, ist ein neues Lebewesen, welches, obgleich ungleichwerthig jedem der beiden ihn bildenden mütterlichen Organismen, von ihnen die spärliche Granulation und die Stigmen in unveränderter Weise entlehnt, in sich aufnimmt und sich zu eigen macht, und das zweite Stadium in der Entwicklungsreihe des Keimes, die Diplostigmaform darstellt.

Bei aufmerksamer Durchmusterung eines ergiebigen, unter Beachtung der bereits früher angegebenen Normen stets ausnutzbaren Materials, ist dieser Vorgang der theilweisen Verschmelzung zweier Monostigmen zu allen Jahreszeiten anzutreffen. wengleich auch hier gewisse durch die Summen der Einflüsse äusserer Verhältnisse gegebene Schwankungen in Betreff sowohl der Häufigkeit seines Vor-

kommens, als der Schnelligkeit seines Ablaufens sich geltend machen, zwischen welchen ein unverkennbares Gegenseitigkeitsverhältniss obwaltet. Nach meinen bisherigen Erfahrungen sind die Monate April und Mai als diejenigen zu bezeichnen, welche die besten Chancen für ein häufigeres Antreffen dieses partiellen Verschmelzungsprocesses liefern, das freilich wiederum mit dem Nachtheil verknüpft ist, dass jener schon innerhalb von zwei bis drei Minuten seine Phasen durchläuft; im September kommt er seltener zur Beobachtung, währt dann aber etwa eine halbe Stunde und gestattet so eine eingehendere und resultatreichere Beobachtung.

Aus der morphologischen Bedeutung dieses Vorganges resultirt zugleich sein physiologischer Werth — zwei als Individuen anzusprechende, bewegungsfähige, nur einen geringen Grad von Differenzierung zeigende, doch kernlose Protoplasmaklümpchen gehen, theilweise miteinander verschmelzend, eine derartige und bleibende Verbindung ein, dass sie zu etwa zwei Drittel ihres Umfangs (am Verschmelzungspol) zusammenfliessen, während am entgegengesetzten (Stigmenpol) noch eine in Gestalt lappenartiger Zipfel erscheinende Sonderung, ein Fortexistiren noch nicht ineinander vollständig aufgegangener individueller Reste statthat. Mit dieser partiellen Verschmelzung indessen beginnt sehr bald eine nachdrücklich sich kundgebende erhöhte Lebensthätigkeit, wie wir sehen werden, deren das einzelne Monostigma für sich allein nicht fähig wäre, eine Functionsveränderung, eine Functionsvermehrung, und damit ein nur so allein ermöglichtes Aufsteigen zu einem höherwerthigen Organismus — niemals kann ein einzelnes Monostigma sich zu einem Troglodytes, der Endform, umbilden, wodurch indessen nicht ausgeschlossen bleibt, dass, nachdem es die äusserste Grenze der seiner Individualität gewährten Entwicklungsfähigkeit erreicht hat, das einzelne Monostigma als solches seine individuelle Existenz eine Zeit lang fortzuführen vermag.

Eine wahrhaft überraschende Aehnlichkeit in der Reihenfolge der Erscheinungen bieten hierzu die Verschmelzungsvorgänge der Kerne der Furchungszellen im Nematodenei, welche AUERBACH¹⁾ im zweiten Heft seiner organologischen Studien uns kennen gelehrt und in vortrefflicher, ausführlicher Weise geschildert hat; die folgerichtig sich uns aufzwingende Deutung der Gesamtleistung dieser Vorgänge ist wohl im Stande, das mysteriöse Dunkel, welches bisher

¹⁾ AUERBACH, Organolog. Studien 2. Hft 3. Abschn. p. 210—214, Fig. 3—8.

immer noch die ersten Entwicklungsstadien des befruchteten Eies umgab und ein geläutertes Erkennen des bewegenden Princip der- selben zur Unmöglichkeit machte, zum allergrössten Theile zu lichten. — Würde es nicht geradezu gewagt erscheinen, die Monostigmen als echten Zellkernen gleichwerthige Zellenderivate zu betrachten, so dürfte ein Parallelisiren beider Vorgänge auf Grund dann unzweifelhaft vorliegender Analogien, selbst Homologien, nicht unfruchtbare Resultate liefern; so aber muss ich selbstverständlich davon absehen, doch aber darauf hinzudeuten mir erlauben, dass von weiteren und auf einen grösseren Bezirk ausgedehnten Untersuchungen immerhin ein Auffinden vermittelnder Bindeglieder nicht ganz hoffnungslos er- scheint. Einen einzigen darauf bezüglichen Punet nur will ich zum Zwecke eines anzubahnenden Vergleiches in Erwägung ziehen. AUER- BACH lässt das Entgegenrücken und die spätern Rotationserscheinun- gen der Kerne lediglich aus den Contractionen des Protoplasma resultiren — dagegen ist trotz der noch mangelnden näheren Kennt- niss des dabei freilich wohl zum plastischen Ausdrucke gelangenden und innerhalb der einzelnen Eibezirke wohl nicht gleichmässig wir- kenden Mechanismus nicht viel einzuwenden — wie und warum aber dieser Mechanismus gerade mit der Bildung der auf Tafel IV, Fig. 8 wiedergegebenen, spindelförmigen Kerne abschliesst, darüber wäre ein durch fortgesetzte Beobachtungen, welche AUERBACH doch mei- sterhaft anzustellen versteht, sich ergebender Aufschluss erwünscht; nicht minder erscheint es mir unerfindbar, aus welchem Grunde die Bewegungen der Kernkörperchen nicht gleichen Ursachen zu unter- stellen sein sollten; ist letzteres aber der Fall, so können sie nur auf Contractionen des Kernsaftes zurückgeführt werden, und damit wäre die Annahme einer selbstständigen, von den Contractionen des Protoplasma unabhängigen, wenn auch nur minimalen Bewegungs- thätigkeit des Kerns nicht zurückzuweisen, der doch auch morpho- logisch nichts anderes darstellt, als ein aus protoplasmatischer und deshalb contractiler Substanz bestehendes Gebilde.

b. Zweites Stadium, die Diplostigmaform.

Die vielfachen Schwierigkeiten, welche sich bisher den Beob- achtungen entgegenstellten und nur, wenn auch nicht ganz, so doch zum grossen Theil unter bedeutendem Zeitaufwande und geduldigem Harren überwunden werden konnten, ebnen sich von nun an und es fällt nicht schwer, die weiteren, zur endgiltigen Umbildung führen- den Entwicklungsphasen stufenweise zu verfolgen.

Das aus einer theilweisen Verschmelzung zweier Monostigmen hervorgegangene Diplostigma bietet innerhalb der ersten Phasen seiner bedeutend längere Zeit beanspruchenden Weiterentwicklung nur wenige und äusserst langsam von statten gehende Veränderungen dar (Fig. 14, 15). Wegen Mangels an festen und bestimmten Normen in Betreff der Architectur seiner Umrisse lässt sich eine allgemein gültige und den mancherlei Variationen unmöglich entsprechende Bezeichnung für die Körperform schwer geben, am ehesten könnte man sie eine der Herzform sich nähernde nennen. Die den Verschmelzungspol umgebende einfache, zarte, zuerst in der Form eines Kreisabschnittes erscheinende Contour wird in Folge einer nicht genau die Mitte einhaltenden Einbuchtung unregelmässig wellenförmig und geht in einer bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägten, geschwungenen und convergirenden Linie jederseits in die meist zitzenartig endenden Lappen über, der Rest der nicht miteinander verschmolzenen früheren Monostigmen. Mit dem Aufhören seiner Function, einen Stützpunkt für die der Verschmelzung vorangehende Zygoose abzugeben, hat der zapfenartige Vorsprung auch seine morphologische Bedeutung eingebüsst; er plattet sich ab, verblasst, seine Contouren sind nicht mehr deutlich zu verfolgen, kaum noch angedeutet, und bald verschwindet er gänzlich, wahrscheinlich vollzieht sich dann im Umkreise dieser Stelle ein bisher verhindertes Zusammenfliessen des Protoplasma. Die Lappen dagegen bleiben durch zwei mehr oder weniger gekrümmte und je nach der augenblicklichen Lage, welche Diplostigma einnimmt, nebeneinander verlaufende oder sich kreuzende Linien begrenzt, an deren wechselndem optischen Ausdruck wohl auch die freilich minimalen Contractionen des Protoplasma participiren; dass aber diese Lappen durch eine ganz allmählig erfolgende Verschmelzung mehr und mehr ineinander aufgehen, ergibt sich aus der Breiteabnahme des sie trennenden zungenförmigen Ausschnittes; sie erscheinen deshalb einander näher gerückt und vertauschen ihre zitzen- oder zipfelartige Form mit einer mehr sich abrundenden. Dabei geht zugleich ein in demselben Maasse fortschreitender gegenseitiger Ausgleich der verschmolzenen protoplasmatischen Substanzen vor sich und wird besonders ersichtlich aus einer nun gleichmässigeren Vertheilung der übrigens bald zahlreicher auftretenden Körnchen, welche unmittelbar vor und nach dem Verschmelzungsprocesse, wie bereits oben angeführt, aus dem Rayon des Verschmelzungspoles nach den Lappen hin zurückgedrängt wurden. Bei noch unveränderten Dimensionsverhältnissen erscheinen die

Stigmen fast immer abwechselnd, nur höchst selten gelangen beide zugleich zur Anschauung; sie liegen den Lappenenden jetzt etwas näher, doch ist diese Lageveränderung nur eine scheinbare, der optische Ausdruck einer solchen wird dadurch hervorgerufen, dass die nun eine mehr abgerundete Form annehmenden Lappenenden unter Contractionserscheinungen den Stigmen näher rücken. — In diesem Zustande verharrt *Diplostigma* lange und es gehen 1—2 Wochen darüber hin, ehe weitere und auffällige Umbildungsveränderungen sich einstellen; einer eigenthümlichen Erscheinung indessen muss ich hier Erwähnung thun, die ich zuerst auf Rechnung eines verdorbenen Zustandes des Materials bringen zu müssen glaubte, eine Annahme, welche jedoch mit den Ergebnissen fortgesetzter Beobachtungen keineswegs in Einklang zu bringen war — es kamen mir gerade während dieser eine Zeitlang in demselben status verharrenden Entwicklungsphase zu wiederholten Malen *Diplostigmen* vor Augen, welche unverkennbare, verschiedengradige Verkümmerniszustände wahrnehmen liessen; des Protoplasma mattbläuliche Färbung weicht einem schmutzigen Grau, die bisher in mehr oder weniger geschwungenen Linien verlaufenden glatten und zarten Umrisse desselben zeigen höckerige, grobcontourige Ausbuchtungen, an vielen Stellen der Oberfläche treten grössere und kleinere, unregelmässig vertheilte Plaques feiner, eigenthümlich glänzender Körnchen auf, welche, sich immer weiter ausdehnend, das *Diplostigma* einem schnell eintretenden Detritus entgegenführen. Ich überzeugte mich dann, dass auch die in frischem, den gewöhnlichen Fundgruben entnommenen Material sich findenden *D.* und oft in grosser Zahl diese — ich kann wohl sagen krankhafte Entartungen zur Schau tragen, bin aber bis jetzt nicht im Stande gewesen dieselbe auf bestimmte ursächliche Momente zurückzuführen — bestimmt kann ich aber versichern, dass darin weder Bacterien- noch Pilzbildungen vorlagen; ich füge hinzu, dass ich zeitweise auch an andern Erd- wie Süsswasserrhizopoden ähnliche, stets ein rapides Zugrundegehen derselben involvirende krankhafte Zustände angetroffen habe; ob überhaupt und wie weit dabei eine theilweise veränderte Beschaffenheit des Aufenthaltsmedium, oder aus andern Ursachen resultirende Ernährungsstörungen in eingreifender Weise betheiligt sind, muss ich einstweilen dahingestellt sein lassen.

Die bisher nur unbedeutend an Umfang gewachsenen *Diplostigmen* lassen in den dieser Ruhepause folgenden, schneller ablaufenden und einander ablösenden Entwicklungsstufen zuerst eine bedeutsame Veränderung im Bereiche des Protoplasma erkennen; es erscheint

dunkler, weil consistenter geworden, doch mögen wohl auch zum Zustandekommen dieser gesättigteren Färbung die nun häufiger, doch in unregelmässigen Intervallen auftretenden und in ihren Leistungen zum sichtbaren Ausdruck gelangenden Contractionen desselben beitragen, welche nach der einen Seite geringe Veränderungen der Körperform, nach der andern minimale Locomotionen zu Wege bringen. Die jedenfalls durch Flüssigkeitsabgabe erzielte grössere Consistenz des Protoplasma hält gleichen Schritt mit den an Umfang gewinnenden Stigmen, an denen sich häufigere Füllungsmomente erkennen lassen; fast immer nur alternirend erscheinend, gehen sie von der runden zur langgestreckten Form über, stellen dann einen kleinzonigen, wie durch eine Sehne begrenzten Kreisabschnitt dar, um, plötzlich collabirend, für eine gewisse Zeit zu verschwinden, und wiederholen sich diese Erscheinungen des sogenannten Pulsirens ausnahmslos in derselben Reihenfolge. Einander noch näher gerückt, an ihren inneren Flächen durch zwei kürzer gewordene, gerade, nebeneinander verlaufende und sich fast schon berührende Contouren markirt, zeigen die Lappen an ihren frei liegenden, mehr abgeplatteten Enden nur noch einen ganz unbedeutenden Ausschnitt, beides der Ausdruck für eine über ein inneres grösseres Gebiet sich erstreckende, unaufhaltsam weiter fortschreitende Verschmelzung, mit der ein allmählig deutlicher sich manifestirender Uebergang von der herzförmigen zu einer stumpfkegeligen, einer vollkommenen Symmetrie aber entbehrenden Form des Diplostigmakörpers Hand in Hand geht (Fig. 16). — Neben der schnell reichlicher werdenden, doch noch feinen und blassen Granulation treten hier und da, bald einzeln, bald zu winzigen Häufchen sich ansammelnd, grössere und stärker lichtbrechende Körnchen auf, welche die erste Anlage des künftigen zoster darstellen, doch halten sie jetzt noch keineswegs die Mittelzone des Diplostigmakörpers ein, sondern finden sich eben so häufig in der Nähe der Lappen als an dem nun durch eine stärker gewölbte Linie begrenzten Verschmelzungspol. Gleichen Schritt mit der massenhafter, wenn ich so sagen darf, sich herauskrystallisirenden Granulation hält das mehr in der Richtung der Längen- als der Queraxe erfolgende Wachsthum des Diplostigma, an dessen Stigmenpol die nun wohl schon rudimentär zu nennenden Lappen inniger mit einander zu verschmelzen beginnen; ihre innern Flächen berühren sich so nahe, schmiegen sich so sehr einander an, dass nur mehr eine einzige, strichartige, durchaus nicht scharf sich abhebende Linie ihre Begrenzung bildet; auch die in unregelmässiger Curve verlaufenden Contouren ihrer freien,

unteren Flächen verlieren sich ineinander und damit ist auch der letzte Rest des aus einer weit zurückliegenden Periode stammenden zungenförmigen Ausschnittes verschwunden (Fig. 18).

Bewahrten bis jetzt die durch Mono- und Diplostigma repräsentirten Entwicklungsphasen des werdenden Troglodytes den zweifellosen Character von, allmählig sich potenzirender Differenzirung fähigen, doch immer noch kernlosen Protoplasmaklumpchen, welche, ohne feste Normen in Betreff der Architectur ihrer Körperrumisse darzubieten, doch in einer gewissen gesetzmässigen Folge ihre Formen anpassten den durch die augenblicklichen Verhältnisse der verschiedenen einander ablösenden Umbildungsphasen sowohl, als durch den Contractionscoefficienten ihres Protoplasma gelieferten Bedingungen — so tritt jetzt eine, auch eine grössere Summe von Zeiteinheiten beanspruchende, doch immerhin gefügigere Uebersicht gestattende Periode ein, von deren Beginn wohl die deutlicher sich hervorbildende Individualität des jungen bald kernbehafteten Organismus datirt; eine Reihe in bestimmterer Weise characterisirbarer Uebergangsformen führt in ihr zum morphologischen Höhenpuncte, der endgiltigen Troglodytesform.

c. Umbildung zu Troglodytes.

Die wichtigsten Vorgänge, welche innerhalb dieser letzten, beim Vorwalten günstiger äusserer Einflüsse in 5 — 6 Tagen sich abspielenden Periode zu registriren sind, betreffen vornehmlich die Entstehung und Wanderung des Kerns als desjenigen Gebildes, das in seiner morphologischen wie physiologischen Bedeutung so untrennbar innig mit dem Begriffe der Zelle, des organischen elementaren Bausteins, verwebt ist und mit dessen Bildung also auch hier derjenige Zeitpunkt anhebt, wo die aus differenzirter protoplasmatischer Substanz bestehende Urform zu einem höherwerthigen Organismus aufzusteigen beginnt, mit dem sie ihren ontogenetischen Höhepunct erreicht (Fig. 18—22).

Die erste Andeutung seines Entstehens coincidirt mit einer besondern Gruppierung der immer zahlreicher zu Gesichte kommenden Körnchen, welche zwar keine Stelle der protoplasmatischen Substanz vollständig entblösst lassen, aber doch in der Mittelzone derselben massenhafter angesammelt erscheinen und zu einem nicht scharf abgegrenzten rundlichen Ballen sich anhäufen, zu dessen Configuration mit Verschiebung seiner Schichten verbundene Contraktionen des Protoplasma unzweifelhaft beitragen, wenn der Beweis dafür auch nur

— doch, wie ich meine, hinreichend stiehhaltig — dadurch erbracht werden kann, dass jetzt häufigere, freilich nur langsam und stossweise erfolgende Axendrehungen statthaben. Bald darauf vollzieht sich im Centrum dieses Körnchenhaufens, zuerst auf einen minimalen Umfang beschränkt, eine Sonderung, ein multipolares Zurücktreten der einzelnen Körnchen, derartig, dass hier eine kleine, das Licht nicht matt-bläulich brechende, weisslich trübe, durchaus contourlose und deshalb an ihren äussersten Grenzen allmählig verschwindende Stelle hervortritt, der optische Ausdruck für einen in Betreff seines Consistenzgrades nicht prüfbaren Flüssigkeitstropfen. Im weiteren Verlaufe dieses höchst interessanten Vorganges bemerkt man nicht allein eine Umfangszunahme an diesem nun schon durch eine äusserst zarte Linie begrenzten Tropfen, sondern auch eine Lageveränderung, da er von den Stigmenpolen sich etwas entfernend nach dem frühern Verschmelzungspol, welchen ich von jetzt ab als Kernpol bezeichne, hinaufrückt. Gleichzeitig mit dieser beginnenden Wanderung des immer wahrscheinlich noch zähflüssigen, über den Werth eines Tropfens nicht hinausgehenden Kerns geht eine weitere Gruppierungsänderung der Körnchen und zwar in diametral entgegengesetzter Richtung von statten, indem sie aus der aboralen Kernzone nach und nach sich zurückziehen und nach der Mitte hin allmählig sich ansammeln, ohne indessen, so weit sie den entstehenden Kern noch umgeben, ihre frühere kranzartige Anordnung gänzlich vermissen zu lassen. Immer ausgeprägter erscheinen die Resultate dieser geradezu antipodalen Bewegungsercheinungen; je weiter der nun bereits schärfer contourirte runde Kern, genau die Längsaxe des jungen Troglodytenkörpers innehaltend, dem aboralen Pole zuwandert, desto weiter entrückt die Granulation dem nun bald ganz körnchenfreien Bezirke der Kernzone, um mit gleichzeitiger Accumulation der dunkleren und grösseren für den zoster bestimmten Körnchen ihren bleibenden Platz in der Mittelzone einzunehmen, während innerhalb des Rayon des Stigmenpols einzelne, noch von der frühesten Monostigmenperiode her datirende, regellos zerstreute Körnchen sich vorfinden. Aus diesen Gruppierungsverhältnissen ergeben sich schärfere Begrenzungen der einzelnen Zonen von selbst, die, darin unbeeinflusst von der im Gefolge des Wachstums einhergehenden Dimensionszunahme, immer prägnanter hervortreten. Der wandernde Kern erreicht indessen nicht ganz den Rand seiner Zone, sondern bleibt, sobald er die letzte Station auf der ihm zugestandenen Route zurückgelegt, etwas entfernt von jenem in einer von nun an unveränderten

Lage; so zur Ruhe gekommen, consolidirt er sich und lässt in Folge nicht genauer zu ermittelnder Differenzirungsvorgänge ein zuerst punctförmiges, meist peripherisch gelegenes Kernkörperchen erkennen, mit dessen sehr schnell erfolgender Grössenzunahme seine Ontogenese abschliesst.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die übrigen innerhalb der Kernbildungsperiode zu Tage tretenden Umbildungsvorgänge.

Die den weiter fortschreitenden Verschmelzungsprocess der Lappen kennzeichnende Linie verschwindet immer mehr und entzieht sich bald völlig der Wahrnehmung, nur bei hoher Einstellung gelingt es zuweilen sie als eine Reihe äusserst feiner Strichelchen aufzufinden. Mit dem endlichen Aufgehn der noch von der unvollständigen Monostigmenverschmelzung herrührenden Lappen ineinander, ist schliesslich noch eine Contourveränderung ihrer frei liegenden Endflächen verbunden; sie beiderseits mehr abrundend und, ohne jegliche Andeutung des früheren, sie trennenden zungenförmigen Ausschnitts unmittelbar ineinander übergehend, begrenzen sie die unterst gelegene an Umfang geringste, die orale Zone des jungen Troglodytes, der von der stumpfkegligen Diplostigmaform durch den letztberührten Verhältnissen entsprechende Uebergangsstufen in eine ovoide nach dem oralen Pol hin sich verschmächtigende Körperform übergeführt wird. In Betreff der Stigmen sind keine weiteren besonders in die Augen fallenden Veränderungen anzuführen, sie erscheinen nach wie vor fast nur miteinander alternirend und zeigen durch langandauernde Intervalle getrennte, seltene Füllungsmomente. — Zur Zeit etwa, wo der junge Kern schon etwas von dem Centrum aus nach der obern, aboralen Zone hinrückt, treten, anfangs in gleicher Höhe mit ihm, unmittelbar von den Randecontouren begrenzt, zwei nicht minder blassroth gefärbte, während der Collabirungsmomente zuweilen gezerzt erscheinende, grössere Vacuolen auf, welche später constant an der Grenze zwischen der homogenen und der granulirten mittlen Zone sich vorfinden, bedeutenderen Umfang als die Stigmen erreichen, fast immer gleichzeitig anschwellen und nur während der Evolutionen des Tr. innerhalb seiner Schale, ebenso wie während der Maximaldispersionen der zoster-Körnchen dem beobachtenden Auge entrückt werden. — Dass mit der Bildung des Kerns eine auch nach aussen gerichtete erhöhte Thätigkeit des jungen immermehr zu einer distincten Individualität heranreifenden einzelligen Organismus Platz greift — wengleich eine versuchte Abwägung der hierauf bezüglichen Einzelleistungen und deren gemuthmassten Förderung durch eine zwar

logisch sich uns aufzwingende, doch nur theilweise in ihren Resultaten erkannte Arbeitstheilung zwischen Kern und Protoplasma kaum mehr als unfruchtbare Hypothesen liefern würde —, ich sage, dass eine aus der Gesamtwirkung dieser Factoren hervorgehende, erhöhte Lebensthätigkeit in der That Platz greift und zu einem messbaren, körperlichen Ausdruck gelangt, dafür setzt der Vorgang der Schalenbildung ein unwiderlegliches Argument. Als erste Andeutung derselben erscheint ein man könnte sagen hingebauchter, heller, den ovoiden Troglodytenkörper umgebender und dessen geschwungenen Contouren folgender Saum, der später dann sich zu einer äusserst zarten Linie verdichtet, um in den letzten Stadien zu einer doppeltumrandeten Hülle sich umzubilden. Nach welchem Modus indessen die Bildung der als elliptischer Spalt erscheinenden Schalenöffnung erfolgt, war mir zu eruiren unmöglich, hauptsächlich, weil die dazu wohl in ursächlichen Beziehungen stehende, mit ganzquadrantigen Drehungen verbundenen Contractionen des jungen Thieres genauere darauf hin gerichtete Beobachtungen vereitelten. Ist es erlaubt, aus gerade nicht fernliegenden Analogien nicht ganz zweifelwerthige Schlüsse zu ziehen, so würde durch eine ringförmige Einschnürung ein operculum entstehen und dieses mit vollendeter Abspaltung herausfallen. Die aus einer Secretionsthätigkeit der dabei wohl allein beteiligten äussersten Protoplasmaschichten hervorgegangene Schalenbildung der Rhizopoden erfolgt, so weit meine bisherigen Erfahrungen reichen, nach zwei verschiedenen Typen; entweder nämlich entsteht die Schale in den frühesten Zeiten der Keimkörnerbildung, als unmittelbar dem Protoplasma aufliegende, äusserste Verdichtungsschicht, wie z. B. bei *Euglypha*, *Trinema*, oder sie datirt erst, wie bei *Troglodytes*, von den spätesten Umbildungsstadien her und gestattet wegen ihrer geräumigen Höhle dem Innenkörper eine freiere Beweglichkeit. Vermittelnde Uebergänge sind mir bis jetzt nicht aufgestossen, so weit es sich eben um häutige und nicht kieselhaltige Hüllen handelt. — Die der homogenen protoplasmatischen Substanz allein angehörenden Pseudopodien treten zuerst während jener Umbildungsphase auf, wo der Kern beinahe das Ziel seiner Wanderung schon erreicht hat und in einem durchaus körnchenfreien, die homogene Zone bildenden Protoplasma eingebettet liegt; jene erscheinen anfangs in der Form eines kleinstieligen, mit einer knopfartigen Verdickung endigenden Vehikels, das sich bald zu fein verästelten, nach allen Richtungen hin ausstrahlenden, körnchenlosen Fäden, oder zu einem stiellosen, einzelne spitze Ausläufer treibenden,

mit einer kleinen Verdickung endenden cylindrischen Fortsatze umgestaltet — und so haben wir dann den fertig gebildeten jungen Troglodytes vor uns (Fig. 23).

Der vor uns liegende, in seinen Hauptphasen aufmerksam verfolgte, in seinen nicht ganz lückenlosen Details noch einiger Ergänzungen bedürftige Entwicklungscyclus von Troglodytes zoster schliesst sich keinem der bisher bei Rhizopoden aufgefundenen Fortpflanzungsmodus an und lässt sich auch, mit Ausnahme der Copulation, zu keinem der bisher dabei beobachteten Vorgänge in irgend eine Beziehung bringen. Dass hier eine durch irgend welche Theilungszustände des mütterlichen Organismus vermittelte ungeschlechtliche Zeugung von vornherein und bedingungslos ausgeschlossen sei, dazu bedarf es keiner weiteren Argumentation, und auch ein mit peinlichster Sorgfalt durchgeführter und die minutiösesten Einzelheiten berücksichtigender Vergleich desselben mit den bisher bekannten sogenannten Keimbildungen würde kaum irgend welche positive und verwerthbare Resultate liefern. Andererseits muss unter Festhaltung des unanfechtbaren Kriteriums der Vermischung zwiefacher, morphologisch verschiedener und innerhalb ebenso auseinander zu haltender bestimmter Organe gebildeter Zeugungsstoffe für eine geschlechtliche Zeugung, auch eine solche hier ausgeschlossen bleiben. Daran lässt sich Nichts ändern, da ist weder etwas hinzuzufügen noch hinweg zu nehmen — und es bleibt deshalb zur Gewinnung eines allgemeinen Gesichtspunctes, einer leitenden Idee, nichts Anderes übrig, als jenen Entwicklungscyclus, dem, meinen Erfahrungen gemäss, bei andern Rhizopoden vorkommende analoge Verhältnisse zur Seite stehen, für eine der vielleicht noch mehrfach vorhandenen Uebergangsstufen zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Zeugung zu betrachten; es dürfte an dieser Stelle wohl die Frage aufzuwerfen sein, ob sich für eine solche, die Verbindungsbrücke zwischen jenen bildende Zeugung überhaupt ein einfacher Modus denken liesse? oder ob ihr nicht vielmehr geradezu nothwendigerweise complicirte Vorgänge substituirt werden müssten? Es müssen doch die Thätigkeiten der hier mangelnden geschlechtlich differenzirten Organe und deren Wachsthumproducte in irgend einer Weise ersetzt werden, wie soll das, wie kann das auf andere Weise geschehen als mit Hülfe einer eigengearteten Differenzirung der zu diesem Zwecke vollständig in Anspruch genommenen gesammten Leibesmasse des mütterlichen Organismus, welche nicht allein das Bildungsmaterial für die Keim-

masse hergeben, sondern dieser auch einen Impuls zur Weiterentwicklung einflössen, sie einer selbstständigen Lebensthätigkeit fähig machen, sie befruchten soll — und allen diesen eine bedingungslose Nothwendigkeit einschliessenden Anforderungen kann auf einfachem Wege nicht Genüge geschehen, dazu bedarf es der Phasen und Umformungsstufen viele. Ob die uns beschäftigende, zwischen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher vermittelnde Zeugung sich im Laufe der Zeiten hervorgebildet habe aus, in Folge veränderter Lebensbedingungen modificirten Spaltungs-, Knospungs- oder Sprossungsprocessen — für letztere Annahme dürfte die übrigens kaum anklingende Analogie der Bildungsweise der durch Zygose zweier (oder mehrerer) Gregarinen entstandenen Pseudonavicellen in Betracht zu ziehen sein — oder ob ihr mit dem Vindiciren einer grösseren Selbstständigkeit der Character eines für sich bestehenden sonderartigen Bildungsprocesses zuzuerkennen sei, das definitiv zu unterscheiden wird vielleicht für immer ein vergebliches Bemühen bleiben. Hoffnungsberechtigter würden dagegen Untersuchungen sein, die es sich lediglich zum Vorwurf machten, verbindende Zwischenglieder zwischen dem vorliegenden und demjenigen als geschlechtlich angesprochenen Fortpflanzungsmodus aufzufinden, den einige Infusorien aufweisen und der nach BALBIANI'S Entdeckung — die freilich von einzelnen Forschern angezweifelt wird — durch die Vermischung der aus dem Nucleus und Nucleolus stammenden, geschlechtlich differenzirten Zeugungsstoffe eingeleitet wird.

Immerhin aber wird die Annahme, dass alle Rhizopöden einer geschlechtslosen Zeugung unterworfen seien, jetzt doch eine gewisse Beschränkung erfahren müssen, und um so mehr, als, was für in Betracht zu ziehende phylogenetische Verhältnisse einigermassen bedeutsam erscheint, bei einigen von mir entdeckten Erdamöben — muthmasslich auch bei einigen Süsswasserrhizopöden — unter gewissen Modificationen ganz analoge Verhältnisse sich finden, deren nähere Darlegung ich mir vorbehalte, und dürften damit jene in letzter Zeit in Betreff ihrer systematischen Stellung so ganz stiefmütterlich behandelten Protozoen wieder zu grösseren Ehren gelangen.

Breslau im Juli 1875.

Uebersichtliche Zusammenstellung von Durchschnittsmaassen.

Troglodytes.

Breite, obere, . . . =	0,0138—0,0150 Mm.
» untere . . . =	0,0120—0,0132 »
Länge =	0,01848—0,0201 »
Breite des Gürtels =	0,00747—0,0083 »
Kern =	0,00385—0,0042 »

Monostigma.

Breite =	0,0019—0,0023 Mm.
Länge =	0,0027—0,0038 »
Kurz vor ihrer Verschmelzung:	
Breite =	0,0036—0,0041 Mm.
Länge =	0,0069—0,0080 »

Diplostigma.

Breite =	0,010—0,014 Mm.
Länge =	0,0123—0,0166 »
Kern =	0,0014—0,0020 »

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XX.

- Fig. 1. Darstellung des Copulationsactes zweier Troglodyten
a, Verschmelzungsknoten der Pseudopodien.
n, der Kern mit Kernkörperchen.
s, die Schalenhaut.
v, die oberen, grösseren Vaeuolen.
gz, die granulirte Zone mit den zoster-Körnchen.
- Fig. 2. Contraction eines Tr. nach vollzogener Copulation.
z, die dispergirten zoster-Körnchen.
- Fig. 3. Trübung der Leibesmasse.
st, die Stigmen.
p, die zottenartigen Pseudopodien.
- Fig. 4. Die Gesamtleibesmasse in Chagrin umgewandelt.
ch, Chagrinkugel.
s, die noch intacte Schalenhaut.
- Fig. 5a. Zerklüftungsprocess der grobkörniger gewordenen Keimmasse, *ch*.
b, ungleich grosse, unregelmässig geformte Ballen.

Fig. 5b. Weiter vorgeschrittene Zerklüftung. Gänzliche Lostrennung einzelner Ballen; Bezeichnung wie in der vorigen Figur.

Fig. 5c. Detritus der Grundsubstanz.

k, die an Umfang zunehmenden eigentlichen Keimkörner.

Fig. 6. *k*, freigewordene Keimkörner, zu protoplasmatischen Klümpchen geworden.

Fig. 7. Monostigmaform.

m, ein Monostigma.

g, erste spärliche Granulation.

st, das Stigma.

Fig. 8—12. Verschmelzungsprocess der M.

g, Granulation.

c, die convexe Randfläche des einen M., daraus hervorgehend

f, der zipfelartige Fortsatz.

Fig. 13. Vollständige Verschmelzung zu Diplostigma, *dp*.

rs, Verschmelzungspol.

Fig. 14—17. Diplostigmaform.

l, die nicht verschmolzenen Lappen (Stigmenpol), den zungenförmigen Ausschnitt zwischen sich lassend.

st, Stigmen.

Fig. 18—22. Umbildung zu Troglodytes.

Fig. 19. *k*, erste Andeutung des Kernes.

Fig. 20. *n*, der gebildete (wandernde) Kern.

l, kaum noch wahrnehmbare Lappenreste.

Fig. 21. *s*, erste Andeutung der Schalenhaut.

v, Vacuolen.

gz, granulierte Zone mit einzelnen zoster-Körnchen.

st, Stigmen,

p, erstes stiel förmiges Pseudopod mit kleinem Knopfe endigend.

Fig. 22. *n*, Kern mit Kernkörperchen.

v, Vacuolen.

p, fädenartige Pseudopodien.

Fig. 23. Fertig gebildeter junger Troglodytes:

h, homogene (Kern-) Zone.

s, Schalenhaut.

gz, granulierte Zone mit zoster.

p, Pseudopodien in Form cylindrischer mit spitzen Ausläufern versehener Hervortreibung.

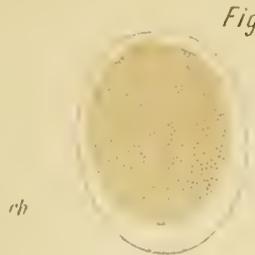


Fig. 4.



Fig. 3.



Fig. 2.



Fig. 5.a

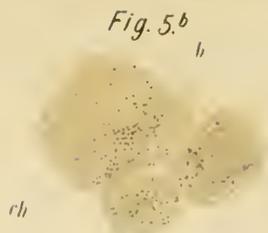


Fig. 5.b

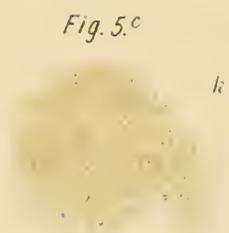


Fig. 5.c

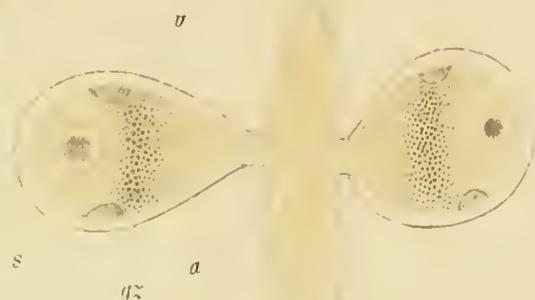


Fig. 1.

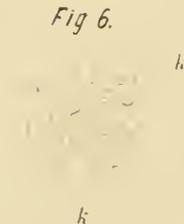


Fig. 6.

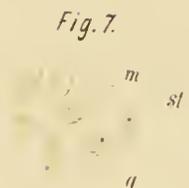


Fig. 7.

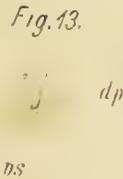


Fig. 13.

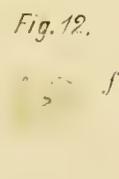


Fig. 12.

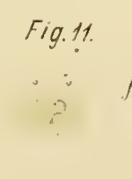


Fig. 11.

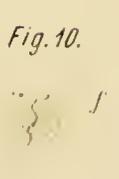


Fig. 10.



Fig. 9.



Fig. 8.



Fig. 14.



Fig. 15.

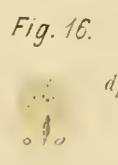


Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.

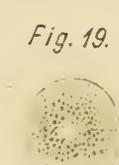


Fig. 19.



Fig. 23.



Fig. 22.



Fig. 21.

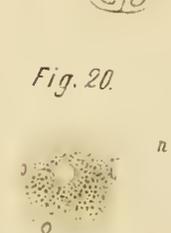


Fig. 20.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Gabriel B.

Artikel/Article: [Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwicklung der Protozoen. 535-572](#)