

## Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien

von

**Dr. Ferdinand Cohn**

in Breslau.

---

Mit Tafel VII.

---

Die Infusorien stehen gegen fast alle übrigen Gebiete mikroskopischer Forschung dadurch im Nachtheile, dass es bei ihnen nur in den seltensten Fällen möglich ist, eine und dieselbe Species, geschweige denn ein nod dasselbe Individuum, längere Zeit fortlaufend und in seinen verschiedenen Zuständen zu beobachten. Das Erscheinen der Arten und ihr Verschwinden ist in dieser Thierklasse so plötzlich und anscheinend so wenig dem Willen des Menschen unterworfen, dass man sich beinahe immer damit begnügen muss, einzelne glücklich aufgefasste Phänomene festzuhalten, ohne ihre weitere Entwicklung oder ihre Bedeutung für das Leben des Thieres erschöpfen zu können; denn die ganze Art ist in der Regel spurlos verschwunden, bevor man ihren Entwicklungskreis vollständig zu durchlaufen im Stande war. Dieses Verschwinden einer Art aus einer bestimmten Localität, das in der Regel mit dem Auftreten einer andern verknüpft ist, lässt sich im Kleinen, namentlich in den sogenannten Infusionen, am leichtesten verfolgen; doch findet es ebenso in der mikroskopischen Fauna und Flora grösserer Teiche und Gewässer statt — wenn auch hier vielleicht die einzelnen Arten nach einer bestimmten Zeit periodisch wiedererscheinen, was bei der Cultur im Kleinen nicht der Fall ist. Dieser Artenwechsel stellt sich so dar, dass in einer und derselben Wassermenge zuerst eine bestimmte Species fast ausschliesslich vorhanden ist; alsdann treten einige Individuen einer anderen Art auf, die sich mit der früheren durchaus nicht in genetischen Zusammenhang bringen lässt; erst wenig an Zahl, vermehren diese sich von Stunde zu Stunde, während die frühere Art abnimmt und zuletzt spurlos verschwindet; auch die zweite Form erreicht ihr Maximum, wo sie fast ausschliesslich das

Wasser erfüllt, und wird in Kurzem in derselben Weise von einer dritten Art verdrängt; alles dies geschieht in der Reihe von wenigen Tagen, ohne dass das Wasser eine äusserlich auffallende Veränderung erlitten hätte und ohne dass man berechtigt wäre, die eine Form als eine Entwicklungsstufe der andern zu betrachten. So enthielt beispielsweise ein mit faulenden *Spirogyren* gefülltes Gefäss anfänglich ausschliesslich zahllose Individuen von *Paramecium Aurelia*; diese wurden bald durch den Baker'schen *Proteus* ersetzt, dessen schwer zu bestimmende Synonymie wahrscheinlich auf *Lacrimaria Proteus* oder *Trachelocerca Olor* hinweist; auch dieser verschwand bald, und an seine Stelle trat *Chilodon Cucullulus*, statt dessen nach wenig Tagen eine *Colpoda*; alsdann erschienen grosse *Euplotes*, die durch grüne Kügelchen im Innern charakterisirt, wahrscheinlich eine neue Art bilden, und zuletzt zeigten sich ausschliesslich die kleineren, farblosen Formen des *Euplotes Charon*; alle diese Arten waren innerhalb drei Wochen auf einander gefolgt. In ähnlicher Weise beobachtete ich im Pflanzenreiche, dass ein spangrüner *Oscillarienfilz* oder eine Haut, wie die Fäden dieser Algen sie über die Oberfläche des Wassers zu weben pflegen, von Zeit zu Zeit aus ganz verschiedenen Arten bestand, ohne dass man mit blossem Auge eine Veränderung des äusseren Ansehens hätte wahrnehmen können, und ohne dass man eine *Species* von der andern abzuleiten vermöchte. Ich weiss nicht, ob diese auffallende Erscheinung des Artenwechsels bei den Infusorien einfach nur in der kurzen Periode ihres Lebenscyclus beruht, indem die gewöhnliche Vermehrung durch Selbsttheilung nicht ins Unbegrenzte möglich ist, sondern nach einer Reihe von Generationen sich erschöpft und dann der Verjüngung in der eigentlichen Fortpflanzung durch Sporen oder Keime bedarf, die letztere aber nur unter besonderen Bedingungen einzutreten pflegt — wenigstens sind uns ähnliche Verhältnisse im Pflanzenreiche bekannt<sup>1)</sup>. Vielleicht auch, dass die ganze Erscheinung zum Theil auf

<sup>1)</sup> Bei *Chlamydococcus pluvialis* A. Braun (*Protococcus pluv. Kütz.*) vermehren sich die beweglichen, *Chlamydomonas* ähnlichen Formen durch Selbsttheilung eine Zeit lang so stark, dass sie das Wasser grün oder roth färben; aber schon nach mehreren Generationen hört alle Theilung in bewegliche, an der Oberfläche erscheinende Formen auf; die Zellen gehen sammtlich in den ruhenden Zustand über und schlagen sich als *Protococcus* ähnliche Kugeln am Boden nieder. So bleiben sie unverändert Monate lang, und zersetzen sich endlich, ohne dass sich wieder Schwärmzellen erzeugen, bis einmal durch Verdunstung des Wassers eine völlige Austrocknung eingetreten ist. So kurz oder so lang diese Unterbrechung des Lebens auch mag gewesen sein, so reicht sie doch hin, um alle Zellen zu verjüngen; und wenn dann von neuem Wasser hinzutritt, gehen dieselben sämmtlich in Theilung und Erzeugung beweglicher Brut ein. Auch eine jede Veränderung des Wassers übt schon diesen belebenden Reiz aus.

einer allmähigen Veränderung in den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers beruht, welche das letztere der einen Art nicht mehr zuträglich, der ändern um so gedeihlicher macht; vielleicht, dass die Infusorien selbst, wenn sie sich übermässig vermehren, dem Wasser zuletzt die Bedingungen entziehen, welche sie zu ihrer eigenen Existenz bedürfen, während andere Arten in ihm noch einen geeigneten Boden finden: etwa wie in grossartigereu Verhältnisse ein Klee-feld durch längere Cultur zwar für Leguminosen, nicht aber für andere Pflanzen erschöpft wird; vielleicht endlich, dass doch spätere Untersuchungen noch zwischen einzelnen aufeinanderfolgenden Formen einen entwickelungsgeschichtlichen Zusammenhang nachweisen werden. Sei es nun, dass eine dieser Ursachen, sei es, dass alle zusammen, oder dass noch andere völlig unbekannte hierbei von Einfluss sind: ihre Wirkung liegt vor Augen; nur bei wenigen Infusorien ist es möglich, dieselben länger als einige Tage oder höchstens Wochen, und einzelne Entwicklungsstadien oft kaum ein Paar Stunden der Beobachtung zugänglich zu erhalten. Dazu kommt, dass gewisse Fortpflanzungs- und Entwicklungszustände zwar sehr häufig, andere dagegen nur sehr selten und ausnahmsweise angetroffen werden, weil sie von noch unergründeten Bedingungen abhängen: weil sie entweder nur im Freien oder nur in der Cultur, nur am Grunde oder nur am Rande der Gewässer, nur zu gewissen Stunden oder zu einer bestimmten Jahreszeit, überhaupt nur in solchen Verhältnissen einzutreten pflegen, die höchstens zufällig dem Naturforscher zu Gebote stehen. Daher gelingt es dem Einzelnen nur selten, ein an einem Infusorium angetroffenes Entwicklungsstadium auch später wiederzufinden und dadurch seine Beobachtungen nach allen Seiten hin zu vervollständigen; und allein das Zusammenwirken möglichst vieler Beobachter in demselben Gebiete wird dieses ungünstige Verhältniss auszugleichen im Stande sein. Dar- aus ergibt sich aber auch auf der andern Seite die Entschuldigung, wenn über diese mikroskopischen Organismen unvollständige Untersuchungen der Oeffentlichkeit übergeben werden, wie sie vielleicht in keinem andern Gebiete der Physiologie heut gerechtfertigt wären; denn um endlich einmal zu einer vollständigen, erschöpfenden und empirisch begründeten Entwicklungsgeschichte der Infusorien zu gelangen, wie

Als ich ein Glaschen mit ruhenden Chlamydococcenzellen, das bereits neun Monate lang keine beweglichen Sporen mehr erzeugte, zerbrochen und den Inhalt in ein grösseres Gefäss gegossen hatte, erschienen schon am folgenden Tage die Schwärmzellen in Masse. (Vergleiche *A. Braun*: Die Ver- jungung in der Natur p. 219 und meine Nachträge zur Naturge- schichte des Protoc. pluv. Nov. Act. Acad. Caes. G. L. nat. cur. XXII II p. 749.) Auch bei Closterium und den Diatomeen kann die Vermehrung durch Selbsttheilung nur eine Zeit lang vor sich gehen und die Art stirbt ganz aus, wenn nicht etwa Sporenbildung dazwischen tritt.

wir sie heute noch von keiner einzigen Art besitzen, gibt es einmal keinen andern Weg, als dass recht Viele ihre an sich vielleicht ungenügenden und aphoristischen, aber sich gegenseitig erläuternden und ergänzenden Beobachtungen der Oeffentlichkeit zur Vergleichung und Anregung übergeben. Von diesem Gesichtspunkte aus wünschte ich auch die nachfolgenden Beobachtungen beurtheilt zu sehen.

## I.

### Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von *Loxodes Bursaria Ehr.*

Hierzu Tab. VII. Fig. 4—12.

Dem *Loxodes Bursaria Ehr.* ist schon zum zweiten Male das eigenthümliche Loos zu Theil geworden, dass sich an dieses Thierchen eine Umwälzung in der Lehre von den Infusorien geknüpft hat. Und zwar gehören die Beobachtungen, welche selbhergestalt in der Geschichte der mikroskopischen Physiologie Epoche gemacht haben, beide *Focke* an; vorzugsweise durch seine Entdeckung des Kreislaufs im Innern von *Loxodes* wurde die Lehre vom anatomischen Bau und der Ernährung, durch seine Beobachtung lebendiger Jungen bei diesen Thierchen die Lehre von der Fortpflanzung der Infusorien umgestaltet.

Bevor noch *Ehrenberg* durch Herausgabe seines grossen Werkes einen Codex für die neuere Infusorienkunde geschaffen und seine Ansichten vom Bau dieser Thiere in einem, wie er glaubte, unangreifbaren Systeme abgeschlossen hatte, war seine Theorie bereits in ihrem wesentlichen Punkte, in der Lehre von den Ernährungsorganen, durch eine Beobachtung von *Focke* erschüttert worden. Dieser theilte nämlich der Versammlung deutscher Naturforscher zu Bonn im Jahre 1835 mit, „dass er zwar *Ehrenberg's* Entdeckungen über die Infusorien bis ins kleinste Detail bestätigen könne, in der Ansicht vom Bau des Darms aber von ihm abweichen müsse. Bei *Loxodes* (*Paramecium*) *Bursaria* nämlich seien die den Körper erfüllenden, grünen Kugeln, welche *Ehrenberg* für Eier halte, unbeweglich, so weit sie dicht am Rande und im Centrum lägen; die zwischen beiden befindlichen aber bewegten sich sammt den Kugeln des aufgenommenen Farbstoffs in einer ganz ähnlichen Kreisbahn und mit ähnlicher Geschwindigkeit an der einen Seite hinauf und an der andern wieder herab, wie die Chlorophyllkörnehen in den Blattzellen von *Vallisneria spiralis*. Hier müsse also eine andere Organisation des Darmkanals, als die von *Ehrenberg* angegebene, stattfinden. Ein analoges Verhalten zeige das Innere einer grünen *Vaginicola* und des *Stenter Mülleri*.“ (Isis 1836. p. 786.)

*Ehrenberg* citirte diese Beobachtung *Focke's* im Jahre 1838 in sei-

nem grossen Infusorienwerke, glaubte jedoch, dass die Bewegung bei *Loxodes* wie bei *Stentor* nur eine scheinbare, passive sei, beruhend auf der grossen Contractilität des weichen, gallertartigen Körpers, in Folge deren die einzelnen Mägen sammt dem sie verbindenden Darms sich stark in ihrer Lage gegen einander verschieben könnten, ohne doch wirklich aus ihrer Continuität zu kommen. Er verglich diese Erscheinungen mit den Bewegungen des bekannten Scheeren- und Zangenspiels, bei dem die auf die Enden der Scheerenarme gesetzten Figuren sich weit von einander entfernen könnten, ohne doch von ihrem wahren und festen Orte zu kommen. (*Die Infusionsthierchen* p. 262.)

In demselben Jahre erklärte *Rymer Jones* bei der Versammlung britischer Naturforscher zu New Castle die Bewegungen der Nahrungsballen im Innern der Infusorien, namentlich bei *Paramecium Aurelia*, für unvereinbar mit der Existenz eines Darmkanals. Dagegen vertheidigte sich *Ehrenberg* und erklärte diese Angaben nur für eine Folge unvollständiger Beobachtung von Seiten weniger geübter Beobachter, indem er zugleich eine neue Erklärung für die Bewegungen aufstellte. Der Darmkanal gewisser Infusorien könne sich nämlich auf Kosten der anhängenden Magensäcke so weit ausdehnen, dass er die ganze Körperhöhle ausfülle, und dann schienen die verschluckten Stoffe, die Magensäcken sehr ähnlich sähen, im ganzen Körper zu circuliren. (*Müller's Archiv*. 1839. p. 80. *Taylor's Ann. of nat. hist.* Oct. 1838. p. 124.)

Dagegen trat im Jahre 1839 *Meyen* auf, indem er aus den bisherigen Beobachtungen die Consequenzen zog. Er gründete auf dieselben den Schluss, dass die Infusorien blasenartige Thiere mit Mund und Speiseröhre, aber ohne Magen und Darmkanal seien, deren Körperhöhle mit einer schleimig sulzigen Substanz erfüllt sei und oft wässrige Bläschen enthalte, wie sie auch im Schleime der Pflanzenzellen, namentlich der Wasserpilze, entstünden; diese würden von *Ehrenberg* fälschlich für Mägen gehalten (*Müller's Archiv*. 1839. p. 75). *Meyen* wurde dadurch der Gründer der neueren Lehre vom Bau und der Ernährung der Infusorien, welche seitdem in Frankreich durch *Dugardin*, in England durch *Rymer Jones*, in Deutschland durch v. *Siebold* durchgeführt und wissenschaftlich entwickelt, gegenwärtig von den meisten Naturforschern anerkannt und bestätigt worden ist.

Am *Loxodes Bursaria* selbst entdeckte *Erdl* im Jahre 1844 den Kreislauf von neuem, indem er die *Focke'schen* Beobachtungen übersehen hatte, und beschrieb ihn als einen in sich geschlossenen, überall gleich breiten, elliptischen Strom, in welchem die zunächst an der Peripherie gelegenen, grünen Körnchen ohne alle eigene, seitliche Bewegung fortgeführt würden, und zwar auch bei völliger Ruhe des Thierchens. (*Müller's Archiv*. 1844. p. 280.) Zwar bestimmte *Erdl* selbst das Thier, an dem er seine Beobachtungen gemacht hatte, als

*Bursaria vernalis*; doch vermuthete schon *v. Siebold* in dieser Angabe einen Bestimmungsfehler, während derselbe zugleich das Vorhandensein des Kreislaufs selbst bestätigte. (Jahresbericht über die Leistungen im Gebiete der Infusorien. *Wiegmann's Archiv.* 1842. II.)

Indem ich mich auf diesen historischen Abriss beschränke, schliesse ich demselben jetzt eine Beschreibung der Beobachtungen an, welche ich selbst im vergangenen Frühjahr zu machen Gelegenheit gehabt habe. In dem Graben des hiesigen botanischen Gartens nämlich, der auch durch eine grosse Menge anderer seltener mikroskopischer Formen interessant ist, zeigte sich gegen das Ende des März das Wasser, besonders an einzelnen sonnigen Stellen, schön grün gefärbt und schäumte lebhaft im Sonnenlicht; die Ursache dieser, Sauerstoff und einen eigenthümlichen, an Ozon erinnernden Geruch entbindenden Färbung waren neben *Chlamidomonas Pulvisculus* auch zahllose Individuen von *Loxodes Bursaria*. Ihre Menge war so gross, dass in einer mit Wasser von daher gefüllten Porzellanschale bald der Boden mit grossen grünen Flecken, bald die Oberfläche, und namentlich der Rand sich mit breiten grünen Säumen gefärbt zeigten, welche ausschliesslich von den sich gesellschaftlich zusammendrängenden, oder an feste Körper sich ansetzenden *Loxodesthierchen* gebildet wurden. Ein Tropfen von einer solchen Stelle enthielt eine so grosse Menge von Individuen, dass dieselben sich fast ohne Zwischenraum an einander hinbewegen mussten, und wenn das Wasser verdunstet war, blieb an dem Boden des Gefässes ein dicker, grüner Ueberzug zurück, der intensiv und reichlich genug war, um mehrere Zeichnungen, welche die Entwicklung des *Loxodes* darstellten, ausschliesslich mit seinen eigenen Körpern coloriren zu können. Die *Loxodesthierchen* erhielten sich in solcher Menge nicht über die Mitte des Aprils; alsdann verschwanden sie, bis auf einzelne, zugleich mit der *Chlamidomonas Pulvisculus*, während das Grabenwasser sich mit anderen Infusorien und Algen erfüllte. An diesen Thierchen und in der erwähnten Zeit sind meine Untersuchungen angestellt worden, von denen ich hier nur diejenigen mittheilen werde, die mir in irgend einer Weise den Kreis unserer Kenntnisse zu erweitern schienen, während ich mich in Betreff des Uebrigen auf die citirten Darstellungen beziehe.

Der *Loxodes Bursaria* zeigte die bekannte, einem Pantoffel etwas ähnliche Gestalt, indem der Mund fast in der Mitte des Körpers die Ausmündung eines schiefen Trichters bildet, dessen oberer hinterer Rand länger und breiter, etwas concav und oben schief abgestutzt ist; dieser wird von *Ehrenberg* als heilartig verlängerte Oberlippe bezeichnet (Fig. 1—6). Vom Munde aus erstreckt sich die Speiseröhre schief ins Innere und lässt sich bis an den Körperrand verfolgen; sie flimmert an ihrer Oberfläche (Fig. 4). Der äussere Umriss des Thierchens

gleich dem von *Chilodon Cucullulus Ehr.*, während die Bildung der Mundhöhle ganz an *Paramecium* erinnert und die übrigen Eigenthümlichkeiten eine nahe Verwandtschaft mit *Bursaria*, besonders mit der ebenfalls grünen und nur durch Grösse und etwas abweichenden Umriss verschiedenen *B. vernalis* beweisen <sup>1)</sup>. Der längere Durchmesser von *Loxodes Bursaria* beträgt nach meinen Messungen im Durchschnitt  $\frac{1}{25}$  W. L., der kürzere Durchmesser erreicht etwa  $\frac{1}{35}$ ''' ; doch kamen auch grössere Formen vor.

In der Structur des Körpers unterscheiden wir zunächst eine äussere, starre, dicke Schicht, welche die Umhüllung oder Rinde des Thierchens darstellt, und eine innere, flüssige, in der Rotation begriffene Substanz, welche die Leibeshöhle erfüllt. Die Rindenschicht besteht selbst aus zwei Lagen: einer äusseren, welche farblos ist und die Flimmereilien trägt, und einer inneren, welche grüne Kügelchen eingebettet enthält. Erstere ist in ihrer ganzen Oberfläche durch enge, spiralg um den Körper verlaufende und sich kreuzende Furchen bezeichnet, in Folge deren der Rand des Thierchens fein gekerbt erscheint. Namentlich deutlich tritt dieser Bau hervor, wenn das Thier auf dem Objectglase eingetrocknet ist, ohne zu zerfliessen; alsdann erscheint seine ganze Oberfläche gitterförmig durchbrochen und in lauter kleine, rhombische Felder chagrinartig eingetheilt (*reticulé Duj.*). Von den Erhöhungen, welche durch die Furchen begränzt werden, gehen die Wimpern aus, die sehr dicht stehen und am ganzen Körper ziemlich gleich lang sind. *Ehrenberg* zeichnet, wie er im Allgemeinen bei den Infusorien die Flimmereilien viel zu kurz abbildet, so auch bei *Loxodes* dieselben als kaum sichtbar, dagegen an dem Rande der Oberlippe breit und lang; ich kann d'ies nicht ganz bestätigen und erkenne die Wimpern auch am lebenden Thiere sehr deutlich, namentlich wenn es nach seiner Gewohnheit stillstehend an der Oberfläche fortflimmert, besonders aber wenn es durch Jod getödtet ist. In der That sind die Wimpern aber bei weitem

<sup>1)</sup> Der *Loxodes Bursaria* hat das eigenthümliche Schicksal, im System von Cuvier zu Familie geworfen zu werden, ohne eine feste Stelle gewinnen zu können. *Ehrenberg* nannte ihn zuerst *Paramecium Chrysalis* und stellte ihn demnach unter die Colpodea; später ordnete er ihn als *Bursaria Chrysalis* und zuletzt als *Loxodes Bursaria* unter die Trachelina. Dagegen nannte *Focke* das Thierchen *Paramecium Bursaria*; *Diesing* in seinem *Systema Helminthum* wieder *Bursaria Chrysalis*, und *Dujardin*, der dasselbe nicht selbst beobachtet zu haben scheint, stellt es in seiner *Histoire des zoophytes* an einer Stelle (p. 481) unter die *Parameciens*, an einer andern (p. 512) als „*Loxodes Bursaria*“ unter die *Bursariens*, während er die eigentliche Gattung *Loxodes* in seine wunderliche Familie der *Ploesconiens* (*Euplota? Ehr.*) aufnimmt. Bei der nothwendigen Umgestaltung, welche diesem verwirrten Theile der Systematik bevorsteht, wäre es unnütz, jetzt Familiengrenzen festzustellen.

länger, als man sie so verfolgen kann; denn wenn man das Thier auf Glas eintrocknen lässt, so starrt nicht nur der ganze Rand des Thierchens von den sehr langen Fäden, sondern dieselben werden auch zum grossen Theile abgestossen und bedecken das Glas im ganzen Umkreise, so dass ich sie anfänglich für Krystallnadeln hielt, wie dies *Ehrenberg* auch von *Bursaria vernalis* abgebildet hat (T. XXXIV. Fig. 7); ich mass Wimpern, die  $\frac{1}{140}$  W. L. lang waren. Die Wimpern erscheinen von oben gesehen als schwarze Pünktchen, die auf der Oberfläche des Thierchens vertheilt sind; an sich dagegen ist die äussere Rindenschicht homogen und farblos.

Erst in einer gewissen Tiefe sind die grünen Kügelchen eingelagert, welche unter dem Mikroskop ringförmig erscheinen, als ob sich eine Hülle oder ein Kern nebst Inhalt an ihnen unterscheiden liesse (Fig. 2. a.); besonders tritt dieses Aussehen nach der Einwirkung von Essig- oder Salpetersäure hervor; alsdann erscheinen die grünen Kügelchen als Bläschen mit einem deutlichen Kern in der Mitte; durch caustisches Kali werden sie nicht zerstört. Dieselben verhalten sich ihrem Ansehen nach ganz wie die Chlorophyllkügelchen mehrerer Algen, namentlich von *Vaucheria* (vergl. *Naegeli* Zeitschr. f. wissensch. Botanik. 1847. p. 410). Dass sie auch wirklich aus Chlorophyll bestehen, davon glaube ich mich durch Behandlung mit Schwefelsäure überzeugt zu haben. Ich beobachtete nämlich, dass eine hinreichend concentrirte Schwefelsäure das Chlorophyll der Pflanzen nicht, wie *Schleiden* und *Naegeli* annehmen, unverändert lässt oder verkohlt, sondern dass dieser Farbstoff dadurch in charakteristischer Weise spangrün, allmählig immer intensiver blaugrün, und zuletzt unter Auflösung fast blau gefärbt wird. Ganz ebenso verhalten sich aber auch die grünen Kügelchen im Innern von *Euglena*, *Loxodes*, *Stentor*, *Hydra viridis* und einer grünen Turbellarie gegen Schwefelsäure, so dass ich kein Bedenken trage, den optisch ganz übereinstimmenden, eine ähnliche chemische Funktion (Sauerstoffausscheidung, wenigstens bei *Euglena* und anderen grünen Infusorien) vermittelnden und in ähnlicher Weise geformten Farbstoff dieser grünen Thiere für identisch mit dem im Pflanzenreich verbreiteten Chlorophyll zu erklären<sup>1)</sup>. Dass die Chlorophyllkügelchen von *Loxodes* die Fortpflanzung als Eierchen vermitteln sollten, stützt sich auf keine Beobachtung und ist an sich unwahrscheinlich.

Die starre Rindenschicht von *Loxodes* hat in ihren beiden Lagen, der äusseren farblosen und der inneren grünen zusammengenommen, eine ziemlich bedeutende Dicke; sie beträgt beiderseits wohl  $\frac{1}{6}$  von

<sup>1)</sup> Vergleiche meinen Aufsatz „über rothe Färbungen durch mikroskopische Organismen“ in dem Bericht der naturwissenschaftl. Section der schlesischen Gesellschaft für 1850 pag. 43.

den Querdurchmesser des ganzen Thieres. Unmittelbar an diese Schicht gränzt nun der rotirende Inhalt, der die ganze Leibeshöhle erfüllt und ebenfalls zahlreiche Chlorophyllkügelchen eingebettet enthält. Etwa im ersten und im zweiten Drittel des Körpers befinden sich in demselben die beiden contractilen Blasen (S. Fig. 2, 3, 4, 6, v). In Betreff der Rotation selbst verweise ich auf die oben erwähnten Darstellungen, und bemerke nur, dass die Kügelchen, sowie die Ballen des aufgenommenen Nahrungsstoffes keineswegs in loser Reihe durcheinander laufen, wie Focke in der Versammlung deutscher Naturforscher zu Mainz im Jahre 1843 angab (Amtl. Bericht p. 227), sondern dass sie einen geschlossenen Strom ohne Seitenbewegung bilden, dass sie am obern und am untern Ende umdrehen und auf ihre alte Stelle zurückkommen, dass sie also einen wirklichen Kreislauf vollenden, in dem ich einzelne Kügelchen bei ihrem mehrmaligen Umlauf ununterbrochen verfolgen konnte, dass demnach von einer blossen Verschiebung der Theile, wie sie Ehrenberg voraussetzt, hier nicht die Rede sein kann.

Die Geschwindigkeit der einzelnen Kügelchen ist an verschiedenen Individuen eine ungleiche; bei einer Messung fand ich, dass ein Körnchen etwa in  $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten wieder auf die alte Stelle zurückkehrte, was einer Geschwindigkeit von  $\frac{1}{900}$ — $\frac{1}{1200}$ ''' auf die Secunde entspricht; doch kommen auch raschere Bewegungen vor<sup>1)</sup>. Die Richtung des Stromes finde ich noch nirgends angegeben, obwohl sie ganz constant ist; wenn man nämlich die Vorderseite des Thierchens, welche den Mund trägt, nach oben gekehrt unmittelbar unter dem Mikroskop betrachtet, so sieht man den Inhalt stets sich von links nach rechts bewegen (vergl. Fig. 4). Da nun auch der flimmernde Oesophagus sich von rechts nach links erstreckt, so setzt ein durch denselben in die Leibeshöhle von *Loxodes* getriebenes Körperchen seinen Weg unmittelbar nach unten fort, um in den allgemeinen Kreislauf überzugehen. In Beziehung auf das Thier selbst ist natürlich die Strömung seines Körperinhalts umgekehrt von seiner Rechten zu seiner Linken gerichtet.

Die Rotation bei *Loxodes* gestattet über den Bau des Thierchens wichtige Schlussfolgerungen; dass die rotirenden Massen (als Eier oder Mägen in einer unmittelbaren Verbindung durch Darm oder Eierstock festhalten seien, ist bei ihrer vollkommenen Kreisbewegung ebenso unmöglich, als etwa umgekehrt die alte Hypothese von wirklichen Um-

<sup>1)</sup> Die Geschwindigkeit der rotirenden Körnchen in den Zellen von *Chara* ist  $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{12}$ ''', bei *Vallisneria* =  $\frac{1}{125}$ — $\frac{1}{600}$ ''', bei *Tradescantia virginica* =  $\frac{1}{150}$ — $\frac{1}{200}$ ''', bei *Sagittariahaaren* =  $\frac{1}{126}$ — $\frac{1}{1300}$ ''', in *Kurbishaaren* =  $\frac{1}{160}$ — $\frac{1}{1700}$ ''' in der Secunde. Die Messungen bei *Loxodes* sind wegen der grossen Beweglichkeit des Thieres schwer mit hinreichender Genauigkeit anzustellen.

drehungen der Räderorgane bei Rotifer mit der Thatsache ihrer organischen Anheftung unvereinbar war. Ebenso wenig kann die zweite Erklärungsweise *Ehrenberg's* von dem ungeheuren Anschwellen eines einzigen Magens, der die ganze Körperhöhle ausfülle, hier zulässig sein; man braucht nur daran zu erinnern, dass die grünen, vorzugsweise in der Rotation begriffenen Kügelchen keine aufgenommene Nahrung und daher auch kein Darminhalt sein können. Ueber die wirkliche Ursache des interessanten Phänomens lässt sich freilich hier ebenso wenig etwas angeben, als bei den Rotationserscheinungen von *Chara* und *Vallisneria*, mit denen schon *Focke* und *Meyen* die infusorielle in Parallele stellten. Dass hier keine Wimpern thätig sind, gibt schon v. *Siebold* an (*Vergleichende Anatomie* p. 22); dass abwechselnde Contractionen des Körperparenchyms die Ursache wären, wie *Leukart* und *Bergmann* (*Vergleichende Anatomie* p. 184) annehmen, widerspricht der unmittelbaren Beobachtung bei ruhenden Thierchen. Der Strom bei *Loxodes* ist anscheinend dem in den citirten Pflanzenzellen ganz ähnlich, nur langsamer, er stellt gewissermassen ein Mittelglied zwischen beiden Formen dar; denn bei *Chara* bildet die grüne Chlorophyllschicht das Ufer des Stroms, nimmt aber nicht selbst an der Bewegung Theil, während die rotirende Masse hier farblos ist (*Vergl. Goepfert und Cohn* Ueber die Rotation bei *Nitella flexilis*, *Botan. Zeitung* 1849 p. 717); bei *Vallisneria* dagegen wird zwar die Chlorophyllschicht im Strome mit fortgeführt, dieser selbst aber bloß von einer farblosen Membran eingeschlossen; bei *Loxodes* endlich enthält sowohl der Strom, als auch die begrenzende, unbewegliche Schicht zahlreiche Chlorophyllkügelchen eingebettet.

Die in sich zurückkehrende Strömung setzt ferner unbedingt die Existenz einer flüssigen Masse voraus, welche allein in einer Rotation begriffen sein kann; denn dieselbe als Contractilität und Verschiebung eines losen Parenchyms <sup>1)</sup> zu fassen, steht mit den Er-

<sup>1)</sup> Im Allgemeinen scheint es mir wünschenswerth, den in der Anatomie der Infusorien und auch anderer niederer Thiere sehr gebräuchlichen Ausdruck „Parenchym“ zur Bezeichnung des Körperinhalts und der Körpersubstanz, zu vermeiden, da derselbe zu beständigen Misverständnissen Veranlassung gibt. Der Anatomie der höhern Thiere und Pflanzen entnommen, bezeichnet er an sich nur ein Zellgewebe, und kann daher bei solchen Thieren und Organen, in denen die Existenz von Zellen nicht nachgewiesen ist, keinen Platz finden. Namentlich wenn man die Infusorien als einfache Zellen betrachtet, so kann bei ihnen nicht noch von einem inwendigen Parenchym, sondern nur von Membran oder Rindenschicht, und Inhalt die Rede sein. Durch einen ähnlichen Fehler werden die Flimmercilien der Infusorien allgemein als „Flimmerepithelium“ bezeichnet, obwohl besondere Epithelialzellen, auf denen die Wimpern säßen, hier nicht vorhanden sind. Es kann nur von einer Flimmerschicht,

scheinungen selbst nicht im Einklang. Diese die Mitte des Thiers einnehmende Flüssigkeit bedingt wieder die Existenz einer Leibeshöhle, die von Vielen den Infusorien abgesprochen wird (Vergl. *Leuckart* und *Bergmann*, vergleichende Anatomie p. 184); die ruhende Schicht erscheint als Haut oder Hülle, die also bei *Loxodes* von bedeutender Dicke ist.

Die Körperhülle selbst ist höchst elastisch; sie beweist diese Eigenschaft durch Einbiegen und Anschmiegen, sobald dieselbe an irgend ein äusseres Hinderniss, an einen fremden Körper oder an die Platte des Objectgläschens anstösst. Dagegen ist dieselbe durchaus nicht contractil<sup>1)</sup>; wenigstens konnte ich nie beobachten, dass das Thierchen aus freiem Antriebe, ohne äussere Veranlassung seinen Körperumriss verändert, sich zusammengezogen oder gebeugt hätte. Ueberhaupt kann ich nicht zugeben, dass man die Infusorien schlechthin als contractile Organismen characterisirt, denn wenn allerdings auch gewisse Arten (wie *Euglena*, *Amoeba*, *Vorticella*, *Lacrimaria*, *Trachelius*, *Amphileptus*, *Spirostomum* etc.) in ihrer Körpersubstanz die Contractilität in höchster Energie zeigen, so kann ich bei andern Formen nicht eine Spur davon finden; und zwar ist dies nicht nur bei den gepanzerten Gattungen (*Euplotes*, *Coleps*) der Fall, sondern auch viele weiche Infusorien ohne besondere Hülle scheinen durchaus unfähig, ihre Gestalt freiwillig zu verändern, obwohl sie zum Theil sehr elastisch sind; zu diesen nicht contractilen Thierchen gehören *Paramecium Aurelia*, *Stylonychia Mytilus*, *Chilodon Cucullulus* und andere.

Im Allgemeinen scheint sich die Rindenschicht von *Loxodes* ihrer Consistenz nach mit einer starren elastischen Gallerte vergleichen zu lassen, und auch die circulirende Masse erscheint nicht dünn und wässrig, sondern sie verhält sich dicht und einer dickflüssigen Gallerte ähnlich. Dass beide Substanzen nicht wesentlich abweichend, sondern nur verschiedene Aggregats-Zustände einer und derselben Substanz seien, beweist ihr Verhalten beim Zerfliessen. Dieses Phänomen, das in Folge äusserer Verletzungen oder auch von selbst beim Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen bei allen Infusorien sich zeigt, tritt bei den verschiedenen Arten so abweichend auf, dass es mit Sicherheit auf eine wesentlich verschiedene Structur und Zu-

genem Flimmerüberzuge, Wimperpelz (Unger) Wimperkrauz etc. gesprochen werden.

<sup>1)</sup> Zwar stellt *Koeltiker* in seiner Abhandlung über *Actinophrys Sol* die Gattung *Loxodes* unter die einzelligen Thiere mit contractiler Zellmembran (Siehe Band I. dieser Zeitschrift p. 213); doch sind hiermit meine Beobachtungen nicht in Uebereinstimmung. Ebenso wenig kann ich *Coleps*, den *Koeltiker* auch hierher zählt, contractil finden.

sammensetzung ihrer Körper schliessen lässt. So löst sich zum Beispiel *Stentor coeruleus* beim Zerfliessen so rasch und vollständig auf, wie etwa Zucker im Wasser. Das Thier berstet an einer Stelle; durch den Riss tritt der Inhalt ins Wasser und verschwindet augenblicklich; die am übrigen Theile des Körpers noch fortdauernde Flimmerbewegung treibt immer mehr und mehr Theile heraus, die sofort sich auflösen, sowie sie ins Wasser gelangen, wobei dieses sich selbst so blau färbt, wie früher das ganze Thier, zuletzt bleibt nur noch der trichterförmige Mund übrig, der fortflimmernd sich noch bewegt, wenn schon alles Uebrige verschwunden ist. Dagegen zeigen andere Infusorien z. B. *Paramecium Aurelia* beim Zerfliessen das bekannte Ausscheiden der Sarcode, die an allen Enden in immer grösser werdenden, aber nicht contractilen Tropfen herausquillt, während der Körper selbst durch Vacuolenbildung ein schaumartig netzförmiges Ansehen bekommt.

Anders wieder sind die Erscheinungen des Zerfliessens bei *Loxodes Bursaria*; in etwas abweichender Weise auch bei *Stylonychia* und anderen. An *Loxodes* beobachtete ich das Zerfliessen bei nicht hinreichender Wassermenge, oder in Folge sonstiger ungünstiger Einwirkungen oft in grossartigem Maasstabe, indem sich der Boden eines mit *Loxodes* gefüllten Gefässes mit einer dichten Schicht Chlorophyllkugeln, den unzerstörbaren Ueberresten der zerflossenen Infusorienkörper bedeckte. Leichter und vollständiger lässt sich das Zerfliessen bei gewaltsamen Verletzungen der Thierchen verfolgen. Ich bedeckte nämlich einen Tropfen voll *Loxodes* mit einem dünnen, ganz ebenen Deckgläschen und übte dann auf die Thiere einen augenblicklichen, heftigen Druck aus, indem ich vorsichtig mit einem Stäbchen auf das Deckglas aufstippte. Alsdann zeigten sämmtliche Thiere sich an irgend einer Stelle geborsten; durch den Riss quoll der ganze Körperinhalt sammt den grünen Körnchen heraus und zerfloss gleich der Hülle, welche die Wimpern von sich wegschleuderte; so zersetzte sich das Thier, indem es immer mehr und mehr von seinem Körper durch die Flimmerbewegung des Uebrigen ablöste, allmählig von einem zum andern Ende fortschreitend, und verwandelte sich in eine schleimige, feinkörnige Masse, in der die Chlorophyllkugeln lagen; diese Masse löste sich aber nicht im Wasser auf, sondern liess sich als zusammenhängender Schleim erkennen, namentlich wenn ein vorüberstreifendes Infusorium dieselbe berührte; oft ging dieser Zersetzung Ausscheiden von Sarcode vorher. Länger als der übrige Theil erhielt sich in der Regel ein Stück von der äussern Rindenschicht mit den Wimpern, das sich isolirt noch lange bewegte, bis es sich ebenfalls auflöste; sonst liess sich zwischen Hülle und Inhalt beim Zerfliessen kein Unterschied wahrnehmen. Dagegen zersetzte sich sehr häufig nicht das ganze Thier,

sondern es trennte sich das zerfliessende Ende von dem übrigen Theile und dieser erhielt sich als selbstbeweglicher, lebensfähiger Körper; dabei wurde die zerflossene Substanz durch die Bewegungen des lebendig gebliebenen Theils in einen schleimigen Faden ausgezogen, der immer dünner wurde und endlich abbriss; nun rundete das Fadenende sich ab und zog sich in die Körpermasse des fortlebenden Bruchstücks hinein und die Wunde schloss sich vollständig, worauf dieses, als wäre es unverletzt, weiter schwamm. Doch erhielt es sich in der Regel nicht lange; nach kurzer Zeit fing auch dieser Theil an, vom verletzten Ende aus sich aufzulösen und wie das Uebrige zu zerfliessen. *Ehrenberg* hat einen ähnlichen Vorgang der Zersetzung bei *Bursaria vernalis* sehr schön beschrieben und abgebildet (Schriften der Berliner Academie 1834 p. 91, 180. Tab. III. fig. 4. d).

Die zerflossene Substanz von *Loxodes* war zwar elastisch, zeigte aber keine Spur von der Contractilität, wie *Ecker* sie von der zerflossenen Hydra angibt. (Siehe diese Zeitschrift Band I. p. 218). Wenn daher *Ecker* die Ansicht aufstellt, dass alle Infusorien aus derselben Substanz wie die Süßwasserpolyphen bestehen, deren Contractilität sich nach dem Tode durch amöbähnliche Bewegungen ausspreche, so muss ich dem entgegenstellen, dass diese Bewegungen wenigstens bei *Loxodes*, wie bei den Infusorien im Allgemeinen, nicht beobachtet seien — abgesehen davon, dass ich auch die Veränderungen in den Tropfen der Hydrasubstanz nicht für identisch mit den Contractionserscheinungen der lebenden Thierchen, sondern nur für endosmotische, rein physikalische Phänomene halten möchte.

Beim Zerfliessen des *Loxodes* tritt ein Organ deutlich hervor, das man im Leben nicht scharf erkennen kann, der sogenannte Kern oder Nucleus, der von *Ehrenberg* als männliche Drüse, Testikel, Höde bezeichnet wird. *Ehrenberg* beschrieb dieses Organ bei *Loxodes* als eiförmige Drüse; dagegen bemerkte schon *v. Siebold*, dass hier der fast nierenförmige Kern an seinem vordern Ende eine kleine Vertiefung habe, in welcher ein kleines Kernkörperchen eingedrückt liege. (Vergl. Anatomie p. 24) Ich selbst fand, dass beim Zerfliessen der Thierchen der Kern frei und unverletzt zurückblieb, wenn die übrige Masse zersetzt war. Derselbe erscheint als ein länglicher, beinahe einer Bohne ähnlicher Körper von  $\frac{1}{600}$  Länge und darüber, und besteht aus einer dichten, anscheinend soliden und homogenen Substanz. Bald ist er dichter spröder, das Licht stärker brechend (Fig. 10. b), bald erscheint er durchsichtiger, weicher und enthält kleinere Körnchen in seiner Substanz (Fig. 10. a. c), so dass man ihn mit einem Infusorium verwechseln könnte; niemals fand ich ihn von drüsiger Zusammensetzung. Dieser Körper steckte stets in einer scharf begrenzten, farblosen Blase, welche eine wasserhelle, homogene Flüssigkeit ent-

hielt, und weiter oder enger von ihm abstand; oft war der Kern beinahe verkrüppelt oder contrahirt und erfüllte die Blase nur theilweise (Fig. 10. b'). Neben diesem grossen Körper fand sich stets ein kleinerer vor, der an Gestalt einem Weizenkorn oder einem Weintraubenkerne ähnlich und ebenfalls von einem Bläschen eingeschlossen war. In der Regel lag dieses kleinere, das Licht noch stärker brechende Kernehen neben dem grossen Kerne, anscheinend ohne unmittelbaren Zusammenhang (Fig. 10. b' \*); häufig erschien der grosse Kern an der Seite wie abgebrochen, so dass das Kernehen möglicher Weise hätte aufliegen können (Fig. 10. c \*); sehr selten fand ich das Kernehen in einer Vertiefung des Kerns aufsitzen (Fig. 10. a.). Im Wasser löste sich die umhüllende Blase nicht; dagegen machte caustisches Kali dieselbe aufquellen und augenblicklich, ebenso wie den Kern selbst, verschwinden. Eine Deutung der auffallenden Struktur dieses Organs bin ich nicht zu geben im Stande; doch erinnere ich daran, dass *Ehrenberg* an einem zerflossenen Individuum der mit *Loxodes Bursaria* innigst verwandten *Bursaria vernalis* einen Kern (Samendrüse) abbildet, welcher, ganz wie bei *Loxodes*, elliptisch und von einer weiten Blase umgeben ist (Infusionsthierchen tab. XXXIV. fig. 7. t).

Was die Vermehrung des *Loxodes* betrifft, so erwähnt und zeichnet *Ehrenberg* nur quere Selbsttheilung, welche ich selbst seltener beobachtete; dieselbe geht, wie in ähnlichen Fällen, dergestalt vor sich, dass sich in der Mitte des nicht bedeutend verlängerten Thiers eine ringförmige Constriction bildet, welche immer mehr sich verengend, endlich die obere von der unteren Hälfte absehnürt. Häufiger fand ich die Vermehrung durch Längstheilung, welche *Ehrenberg* von der parallelen *Bursaria vernalis* abbildet. Das Thier dehnt sich dabei in der kürzeren Achse aus, bis es das Doppelte seiner Breite erreicht hat; alsdann verdünnt es sich in der Mittellinie von oben nach unten und sehnürt sich ab, so dass ein in der Längstheilung begriffenes Thier aus zwei neben einander liegenden, durch ein dreieckiges dünneres Stück verbundenen, elliptischen Körpern besteht; die aus der Längstheilung hervorgehenden Individuen sind den vollkommenen an Gestalt und Grösse von Anfang an fast ganz ähnlich, die aus der Quertheilung erscheinen anfänglich verstümmelt und halbirt.

Sowohl bei der Längs- als Quertheilung beobachtete ich häufig monströse Formen, namentlich als ich die Thierchen zum Zwecke leichter Beobachtung in kleine Glasnäpfschen mit abgeschliffenem Boden von etwa 4 Zoll im Durchmesser gebracht hatte, in welchen die Wasserschicht ungefähr 4—2" hoch war, so dass man unter dem Mikroskop durch veränderte Einstellung unmittelbar alle Entwicklungs-

stufen gleichzeitig beobachten konnte: namentlich die an der Oberfläche sowohl als die meist verschiedenen, am Boden des Gefäßes befindlichen. In dieser ungewohnten Localität vermehrte sich *Loxodes* sehr reichlich, aber oft in abnormer Weise. So fand ich bei der Längstheilung Thiere mit einem kleineren Auswuchs an der einen Seite, der sich später als neues Individuum trennte; bei der Quertheilung glichen die Individuen zum Theil zwei übereinandergestellten Kegeln. Die aus solchen Theilungen hervorgegangenen Thierchen erschienen ebenfalls monströs. Mehrere Male beobachtete ich Dreitheilung, indem ein durch Längstheilung sich abschnittendes Individuum sich bereits von neuem zur Theilung anschickte und in diesen Process einging, bevor es sich noch vollständig von seinem Schwesterthierchen gesondert hatte.

Neben diesen beiden, im Reiche der Infusorien sehr verbreiteten und längst bekannten Vermehrungsweisen kommt bei *Loxodes Bursaria* noch eine dritte vor, über welche wir bis jetzt nur sehr unvollständige Angaben besitzen. Es ist dies diejenige, welche als die einzige bei den Infusorien nachgewiesene rein reproductive betrachtet und mit der geschlechtlichen und geschlechtslosen Fortpflanzung der übrigen Thiere in Parallele gestellt werden darf, während die Selbsttheilung eigentlich nur in das Gebiet der vegetativen Vermehrung gehört; ich meine die Fortpflanzung durch Keime, und zwar durch bewegliche Embryonen.

Auch in diesem Gebiete gehört die erste wichtige Entdeckung *Focke* an. Dieser machte nämlich im Jahre 1844 der Naturforscherversammlung in Bremen die Mittheilung, „dass er im Spätherbst und Winter unter *Loxodes Bursaria* einige Thierchen gefunden habe, deren Körper weniger dicht mit grünen Körnchen erfüllt und daher auffallend blass gewesen sei; in diesen zeigte sich die Zahl der contractilen Blasen um einige vermehrt, welche bei genauerer Untersuchung in dem die Mitte des Körpers dieser Thiere einnehmenden, dunkleren Organe (der Samen drüse *Ehrb.*) sich befanden. Es zeigten sich in diesem Organe bei verschiedenen Thieren 4 — 3 schwach begrenzte Kreise, die jeder außer zwei contractilen Blasen ein mittleres, dichteres Organ enthielten, welche nicht nur ganz der Anordnung dieser Theile bei den Mutterthierchen entsprechend gelagert waren, sondern auch die bei jenen bekannte grüne Färbung wahrnehmen liessen; bei fernerer Untersuchung gelang es, den Austritt dieser lebendigen Jungen aus dem Körper der Mutter wahrzunehmen; demnach sei jenes mittlere, dunklere Organ bei *Loxodes* als Uterus zu betrachten.“ (Antlicher Bericht der Naturforscherversamml. zu Bremen. 1844. p. 110.)

Seit dieser kurzen Notiz von *Focke* ist mir keine weitere Beobachtung bekannt geworden, welche die merkwürdige Angabe desselben bestätigt oder widerlegt hätte, und wir verdanken es nur der schönen

Zusammenstellung in *v. Siebold's* vergleichender Anatomie, dass diese versteckte Mittheilung der Wissenschaft zu weiterer Auregung zugänglich gemacht und dass zugleich durch die Vermuthung, es möge im Allgemeinen der Kern eine Hauptrolle bei der Fortpflanzung der Infusorien spielen, für spätere Untersuchungen ein leitender und einflussreicher Gesichtspunkt aufgestellt worden ist.

Um so grösser war meine Freude, als es mir im Laufe meiner Untersuchungen über *Lexodes Bursaria* gelang, hierher bezügliche Beobachtungen zu machen, welche, obwohl ebenfalls noch nicht vollständig, doch die *Focke's*chen Angaben im Ganzen bestätigen, im Einzelnen erweitern, in andern Punkten berichtigen.

Ich fand nämlich erst einige, später sehr viele der cultivirten Individuen, welche zum Theil, wie *Focke* angibt, ärmer an Chlorophyllkugeln, zum Theil in allen Beziehungen sich normal verhielten, nicht selten auch etwas grösser als gewöhnlich waren; im Innern dieser Thierchen befanden sich zum Theil einzeln, in der Regel aber zu mehreren, grosse Kugeln, die ich ihrer Function entsprechend als Keime oder als Embryonen bezeichnen werde; sie liegen zu 2 (Fig. 3), oft auch zu 6—8 in der Leibeshöhle; in letzterem Falle nahmen sie durch den wechselseitigen Druck eine etwas parenchymatische Gestalt an (Fig. 6). Sie waren von verschiedener Grösse, hatten etwa  $\frac{1}{125}$ — $\frac{1}{100}$ ''' im Durchmesser, waren sämmtlich scharf begrenzt, ganz farblos, aber mit feinen Körnchen erfüllt und namentlich ausgezeichnet durch zwei contractile Blasen, welche das individuelle Leben in jeder Kugel bezeichneten und von denen bald nur eine, bald beide gleichzeitig sichtbar waren. Diese Keimkugeln lagen frei in einer deutlich begrenzten Höhle des Körpers, welche in einen, durch die hervorquellende Substanz der Rindenschicht verengten Gang mündete; dieser lief an der Aussenseite des Thierchens in eine trichterförmige, von den lippenähnlich aufgeworfenen Körperändern geschlossene Oeffnung aus (Fig. 3, 4, 6).

In diesen Ausführungsgang sah ich die Keimkugeln aus der Leibeshöhle hineintreten und durch denselben sich langsam hindurchdrängen, um nach aussen zu gelangen. Bei diesem Durchgange erweiterte sich zwar der Canal, jedoch plattete sich auch die Kugel in Folge des Drucks ab und gelangte endlich als ein länglicher, schmaler Körper nach aussen (Fig. 2, 5). Da von dem Eintritt einer solchen Keimkugel in den Ausführungsgang bis zu ihrem vollständigen Austritt über 20 Minuten zu verstreichen pflegen, so traf ich sehr häufig Thierchen, an denen ein im Ausschlüpfen begriffener Keim noch zur Hälfte in der Mutter steckte (Fig. 2, 5). So wie der Keim ins Wasser gelangte, fing er an, auf seiner freien Oberfläche zu flimmern und

im Wasser selbst eine Strömung zu verursachen, welche wieder seine eigene Geburt beschleunigte. Aber auch wenn derselbe schon ganz ausgeschlüpft war, so dauerte es doch noch einige Zeit, während welcher er an der Aussenseite des Mutterthiers ruhig ansass; endlich reisst sich derselbe los und bewegt sich als neugeborener Embryo lebhaft durch das Wasser. Er gleicht jetzt an Gestalt einem zusammengedrückten Cylinder, indem die Dimension der Länge den Querdurchmesser und dieser wieder die dritte Achse mehr oder minder übertrifft; an beiden Enden abgerundet, erscheint er oft in der Mitte etwas eingeschnürt und dann fast biscuitförmig (Fig. 7, 8). Die Grösse dieser Embryonen ist verschieden; ich fand solche, deren längere Achse von  $\frac{1}{125}$  —  $\frac{1}{90}$  —  $\frac{1}{85}$  —  $\frac{1}{70}$  differirte, während dieselben in der Breite nicht  $\frac{1}{200}$  —  $\frac{1}{160}$  überstiegen. Sie waren stets farblos, aber feinkörnig und durch die beiden contractilen Blasen ausgezeichnet (Fig. 7, 8); auffallend war noch, dass sehr häufig an der Oberfläche kleine Vorsprünge sich wahrnehmen liessen, welche in ein Knöpfchen ausliefen; dieselben glichen Schleimfäden, die beim Austreten sich ausgezogen hatten und wieder in die Knöpfchen zusammengeflossen waren (Fig. 2, 7). Die Embryonen erregten an ihrer ganzen Oberfläche einen lebhaften Flimmerstrom, in Folge dessen sie sich ganz wie vollkommene Infusorien willkürlich nach allen Richtungen bewegten; mit Jod getödtet zeigten dieselben einen dichten Ueberzug von langen Wimpern, welche die ganze Oberfläche bekleideten (Fig. 8); einen Kern fand ich nicht, vielleicht übersah ich ihn nur; ein Mund fehlte, wie ich glaube, gänzlich. Die Embryonen waren demnach an Gestalt von den Mutterthieren so verschieden, dass man ohne Kenntniss der Entwicklungsgeschichte nie ihren genetischen Zusammenhang hätte vermuthen können; sie waren auch nie grün, wie *Focke* angibt; sie erinnerten vielmehr an ganz andere Infusorienfamilien; man hätte sie, als selbständige Organismen betrachtet, unter *Ehrenberg's* Cyclidina, unter *Dujardin's* Enehelyens stellen müssen. In der That bildet jener auf Tafel XXII seines grossen Werks ein Cyclidium planum ab, das im Umriss, obwohl nicht in der Grösse, unseren Embryonen ganz entspricht; in seinem Cyclidium margaritaceum vermuthet derselbe Forscher nur den Jugendzustand eines andern Infusorium — er denkt an *Euplotes* oder *Oxytricha Cicada* —, sein Pantotrichum Enehelys erinnert auch in der Grösse an die *Loxodes*keime und unterscheidet sich fast nur durch das Vorkommen (in faulendem Fleiszwasser). In allen Beziehungen übereinstimmend sind namentlich mehrere Arten der *Dujardin's*chen Gattung Enehelys (= *Cyclidium Ehr.*), die derselbe auch als mundlos bezeichnet und die gewiss nur Entwicklungszustände von *Loxodes* oder verwandten Infusorien sind (vergl. Histoire des Infus. p. 387. Planche VI. und VII.).

So wie ein Embryo geboren ist, tritt alsbald eine zweite Kugel vor den Austrittsgang und gelangt in Kurzem auf dieselbe Weise ins Wasser; zugleich zieht sich die elastische Wand der Körperhöhle mehr zusammen und legt sich enger an die übrigbleibenden Keimkugeln. Ich vermuthete daher, dass überall die Embryonen sich in grösserer Anzahl bilden, und dass da, wo sich nur einer oder zwei im Innern finden, die übrigen bereits ausgetreten sind. Häufig beobachtete ich übrigens, dass die Keime beim Hindurchtreten nicht in einen Cylinder abgeplattet wurden, sondern ihre Kugelgestalt beibehielten; diese freien Kugeln hatten  $\frac{1}{90}$ ''' im Durchmesser und zeigten an ihrer Oberfläche ebenfalls die eigenthümlichen Fortsätze und den Flimmertüberzug, sowie im Innern dieselben contractilen Blasen, wie die länglichen Embryonen (Fig. 9), zum Theil blieben sie jedoch unbeweglich.

Was die Mündung des Ausführungsgangs betrifft, in welchen die Leibeshöhle ausgeht, so vermuthete ich, dass sie mit dem Alter zusammenfalle: ich muss jedoch bemerken, dass ich bei verschiedenen Thieren die Embryonen an verschiedenen Punkten heraustreten sah, in der Regel auf der linken Seite des Thiers dicht über der unteren Wölbung in der Aftergegend (Fig. 2), jedoch auch genau in der Mitte der Unterfläche (Fig. 4), oder in der Mitte der linken (Fig. 6), ja sogar auf der rechten Körperseite (Fig. 3), in einzelnen Fällen selbst dem obern Rande näher. Einmal beobachtete ich gleichzeitig zwei Embryonen auf der Linken des Thiers in verschiedenen Punkten durchbrechen (Fig. 5).

Während der Geburt erschienen die contractilen Blasen des Mutterthiers in ihrer pulsirenden Thätigkeit durchaus nicht gestört; dagegen war die Rotation des Körperinhalts so lange vollständig unterbrochen, als noch eine Keimkugel im Innern des Thieres eingeschlossen war. Erst unmittelbar nach dem Austritt der letzten begann alsbald der Strom von neuem seinen Umlauf, und wie mir schien, mit vermehrter Geschwindigkeit. Auch bei der Theilung ruht die Rotation des Inhalts. Während zugleich das Mutterthier so lange träge Bewegungen zeigt und zum Theil ganz ruhig stand, als der Act des Gebärens dauerte, so zeigt es nahher wieder die gewohnte Lebhaftigkeit im Schwimmen.

Auffallend war mir noch, dass bei den anormalen Lebensbedingungen, unter denen die in Glasnäpfchen cultivirten Thiere vegetirten, nicht nur, wie schon erwähnt, die monströsen Formen der Längs- und Quer-, so wie Dreitheilung vorkamen, sondern dass auch diese Vermehrungsweisen mit der eigentlichen Fortpflanzung durch Keime vereint auftraten. Ich fand mehrere Male, dass von zwei in Längstheilung begriffenen Individuen das eine eine grosse Anzahl von Keimkugeln eingeschlossen enthielt, ja dass während des Theilungsactes gleichzeitig die Geburt von beweglichen Embryonen stattfand.

Schliesslich bemerke ich noch, dass ich das Ausschlüpfen der Keime von Anfang bis zu Ende an ausserordentlich vielen Individuen beobachtete, indem zu der schon oben angegebenen Zeit bis zur Mitte des April fast jedes Thier solche Embryonen einschloss und namentlich das in den Glasnäpfchen enthaltene Wasser, in dem ich die *Loxodes* so cultivirte, dass ich alle Entwicklungsstufen mit einem Blicke vor mir hatte, von beweglichen Embryonen erfüllt war. Ausser *Loxodes* enthielt das Wasser nur noch wenige *Stylonychia Mytilus*, *Urostyla grandis* und *Coleps*. Seit dieser Zeit habe ich *Loxodes Bursaria* zwar nicht selten angetroffen, aber immer nur sparsam und nie mit Embryonen.

Dies sind die Thatsachen, welche ich selbst über die Entwicklungsgeschichte von *Loxodes* beobachtet habe; sie erweisen ohne Zweifel die Existenz einer eigenthümlichen, wahrhaft reproductiven Fortpflanzung bei diesen Thieren, wie sie durch *Focke* zuerst angeregt, sonst aber bei den Infusorien durch unmittelbare Beobachtung bis in die neueste Zeit noch nicht nachgewiesen wurde. Mit *Focke* finde ich mich jedoch neben anderem besonders insofern in Widerspruch, als derselbe die austretenden Embryonen an Gestalt und selbst in der Färbung dem Mutterthier ganz entsprechend beschreibt, während dieselben nach meinen Beobachtungen mit *Loxodes* gar keine Aehnlichkeit zeigen, wohl aber mit anderen, zu besonderen Gattungen erhobenen, in Wirklichkeit aber vielleicht gar nicht selbständigen Infusorienformen, namentlich den Cyclidinen *Ehrenberg's*, übereinstimmen. Während demnach *Focke's* Angaben auf eine Fortpflanzung von *Loxodes* durch lebendige Junge würden schliessen lassen, so erweisen die von mir verfolgten Erscheinungen das Vorhandensein einer Metamorphose, wahrscheinlich sogar das Gesetz des Generationswechsels in der Entwicklung dieses Infusoriums. Ich bin nicht im Stande den Widerspruch zwischen unseren Beobachtungen zu lösen, muss jedoch auf meinen Angaben beharren.

Uebrigens glaube ich nicht erst ausführen zu dürfen, wie grosse Lücken auch meine Untersuchungen noch in diesen merkwürdigen Vorgängen zurücklassen mussten, wie sie namentlich über die beiden wesentlichsten Punkte, woher die Embryonen stammen und was aus ihnen werde, die Antwort schuldig bleiben. *Focke* hat zwar angegeben, dass die lebendigen Jungen sich unmittelbar aus und in dem Kerne bildeten und auch *v. Siebold* hatte aus allgemeinen, der vergleichenden Anatomie entnommenen Gründen eine ähnliche Vermuthung aufgestellt, noch ehe diese bestätigende Beobachtung bekannt gemacht war. Gleichwohl habe ich mich nicht davon überzeugen können, dass wirklich bei *Loxodes* die grossen Keinkugeln unmittelbar aus dem Kerne hervorgegangen seien, da ich nie Zwischenstufen zwischen beiden Gebilden antraf, ich glaube vielmehr beim Zerdrücken fruchttragender Thiere

mit Bestimmtheit beobachtet zu haben, dass neben den Embryonen stets noch der Kern wie gewöhnlich vorhanden war.

In neuerer Zeit hat *Friedrich Stein* wichtige Untersuchungen bekannt gemacht, welche das Vorkommen beweglicher Embryonen im Gebiete der Infusorien noch in mehreren andern Fällen erweisen. Er fand nämlich in der Körpersubstanz einer *Acincta*, welche er als Entwicklungsform von *Epistylis nutans* erkannt hatte, und zwar ebenfalls neben dem gewöhnlichen Kern einen zweiten grösseren und dunkleren, welcher zwei contractile Blasen zeigte, an seiner Oberfläche Wimpern entfaltete und nach einer Rotation im Innern des Mutterkörpers als bewimpertes Infusorium frei wurde; dieser Vorgang wiederholte sich später noch mehrere Male. (Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien, s. *Wiegmann's Archiv*. 1849. B. I. p. 434.) *Stein* stellt zwar die Hypothese auf, dass dieser grössere Nucleus, der offenbar vollständig den hier nur gleichzeitig in der Mehrzahl vorhandenen Keimkugeln von *Loxodes* entspricht, sich aus dem normalen Kerne durch Theilung gebildet habe; doch ist diese Annahme durch keine Beobachtung erwiesen, und die Mehrzahl der Embryonen macht sie mir wenigstens für *Loxodes* unwahrscheinlich.

Dagegen giebt *Stein* allerdings an, dass bei *Epistylis grandis*, *anastatica* und *berberiformis*, sobald sie die *Acineten*form angenommen, sich der Nucleus selbst zu einem bewimperten Embryo entwickelt habe, welcher, dem Mutterkörper völlig unähnlich, mit einer ganz andern Infusorienform, der *Trichodina Grandinella Ehr.*, übereinstimmte (l. c. p. 449)<sup>1)</sup>. Wahrscheinlich war jedoch auch hier der erste Kern mit den Keimkugeln verwechselt worden, wie dies *Stein* anfänglich auch bei *Epistylis nutans* gethan hatte, bis er beide neben einander auffand.

Endlich giebt derselbe Beobachter in einer kurzen Notiz die Mittheilung, dass er auch bei *Chilodon uncinatus*, einem mit unserem

<sup>1)</sup> Hierher gehört wohl auch die Beobachtung von *Nicolet*, welcher nach seinen etwas unklaren Angaben in todtm „*Rotator inflatus*“ sich Kügelchen bilden sah, die in Röhren auswuchsen; die in diesen eingeschlossene Substanz trat heraus und wurde zur *Halteria Grandinella Duj.*, welche mit *Ehrenberg's Trichodina Grandinella* zusammenfällt; letztere sollte sich später in den *Actinophrysol* verwandeln; aus unbekanntem Gründen soll bisweilen sich die aus den Röhren hervorgehende *Halteria* in den *Actinophrys* umwandeln, noch ehe sie sich von dem Körper, auf dem sie festsitzt, getrennt hat; alsdann entstehe die als *Actinophrys pedicellata Duj.* (= *Podophrya fixa Ehr.*) beschriebene Form, welche nach *Stein* die *Acineten*form der *Vorticellen* ist (*Comptes rendus* 1848. XXI. p. 414). Jedenfalls scheinen diese Angaben einen Zusammenhang zwischen der *Trichodina Grandinella* und den *Acineten* zu bekunden, wenn derselbe vielleicht auch missverstanden und verworren dargestellt ist.

*Loxodes Bursaria* sehr nahe verwandten Thierchen, den Nucleus zu einem bewimperten Infusorium werden sah, welches mit *Ehrenberg's Cyclidium Glaucoma* identisch ist. In die nächste Nähe mit letzterer Form gehören aber, wie wir sahen, auch die Embryonen von *Loxodes*.

So viel scheinen diese unabhängig von einander gemachten Beobachtungen zu erweisen, dass die Infusorien sich nicht, wie man bisher vermuthet, von allen andern Thieren durch die Abwesenheit einer echten reproductiven Fortpflanzung unterscheiden, dass vielmehr das Vorhandensein von Keimen und zwar beweglichen, dem Mutterthiere unähnlichen, neben der gewöhnlicheren Selbsttheilung bei ihnen eine verbreitete — vielleicht allgemeine Thatsache ist<sup>1)</sup>. Insbesondere glaube ich, dass zu diesen Vorgängen auch eine Beobachtung gehöre, die ich an *Urestyla grandis* *Elar.* gemacht habe. In vielen dieser grossen, schwarzgrauen, sehr elastischen, einer zitternden Gallerte gleichenden Thiere fand ich das Innere erfüllt von einer sehr grossen Anzahl dunkler Kugeln, die den *Loxodes*keimen sehr ähnlich sahen (Fig. 41). Als ich durch Berührung des Deckglases ein solches Thier zum Zerfliessen gebracht hatte, so zersetzte sich dasselbe allmählig von einem zum andern Ende fortschreitend, indem der übrigbleibende Theil beständig sich fortbewegte. In Folge dieser künstlich beschleunigten Geburt wurden die eingeschlossenen Kugeln frei und waren zum Theil noch umgeben von der sich allmählig erst auflösenden Körpersubstanz; sie waren scharf begrenzt, farblos und feinkörnig, umschlossen einen grossen, dunklen, etwas verwaschenen Kern und zwei contractile Blasen, die ihre Gestalt beständig veränderten (Fig. 42 a). Einige der Kugeln erschienen biscuitförmig, als seien sie in der Theilung begriffen, jede Hälfte hatte ihren besondern Kern und ihre contractilen Blasen. Während der Beobachtung fing eine dieser Kugeln an, auf ihrer Oberfläche zu flimmern; endlich erkannte man sehr deutlich die langen Wimperu, welche die ganze Kugel bekleideten; bald darauf fing dieselbe an, sich mit grosser Energie zu bewegen. Eine andere Kugel, welche an einer weit grösseren, noch unbeweglichen anlag, begann ebenfalls davonzuschwimmen und zog dabei die ruhende mit sich fort (Fig. 42 b). Bald

<sup>1)</sup> Mit der Bestätigung dieser Voraussetzung würde übrigens der zuerst von *Siebold* aufgestellte Satz „die Infusorien pflanzen sich niemals durch Eier fort,“ keineswegs widerlegt sein. Insofern unter Eiern nur eigenthümlich gebaute, namentlich aber in besonderen Geschlechtsorganen nach vorhergegangener Befruchtung gebildete Fortpflanzungskörper verstanden werden, so sind solche, bisher wenigstens, noch nicht mit Sicherheit bei den Infusorien nachgewiesen worden und die oben erwähnten Gebilde lassen sich, so weit wir bis jetzt wissen, nur mit den ohne Befruchtung entstandenen Keimen vergleichen, welche bei vielen niederen, namentlich dem Generationswechsel unterworfenen Thieren vorkommen.

darauf sah ich mehrere der Kugeln sich lebhaft bewegen; andere flimmerten, ohne doch von der Stelle zu kommen; die übrigen blieben unbeweglich und veränderten zum Theil ihre Gestalt, indem sie sich an einem Ende aussackten und in diesem Fortsatze Vacuolen entwickelten (Fig. 12 c). Bald darauf zerflossen diese Kugeln, so dass die Gestaltveränderung wohl nur auf der Ausscheidung der Sarcode beruhte und der Vorläufer ihrer Zersetzung war. So vereinzelt und unvollständig nun auch diese Beobachtung ist, so scheint sie mir doch nur auf das Vorkommen beweglicher Keime bei *Urostyla grandis* zurückgeführt werden zu können.

Wie die bei den Infusorien vorkommenden Embryonen sich später verhalten, ist bisher noch in keinem der bekannten Fälle erforscht worden; auch bei *Loxodes* gingen mir die Mutterthiere sammt den Keimen zu Grunde, ohne dass ich eine weitere Entwicklung hätte verfolgen können. Es bleibt daher noch zweifelhaft, ob die Embryonen unmittelbar durch einfache Verwandlung in den Typus der ursprünglichen Art wieder eingehen, oder ob sie erst nach mehrfachen Generationen zur Mutterform zurückkehren; ob mit anderen Worten bei ihnen das Gesetz der Metamorphose oder das des Generationswechsels obwaltet.

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—10 gehören zu *Loxodes Bursaria*.

- Fig. 1. erläutert durch Pfeile die Richtung des Kreislaufs im Innern von *Loxodes*; die durch den Mund eintretenden Nahrungsstoffe gelangen in die schiefe Speiseröhre und gehen von da nach abwärts in die Rotationsströmung; bei *n* befindet sich der schief liegende Kern; nur die von den Pfeilen eingeschlossene schraffierte Substanz der Leibeshöhle bewegt sich.
- Fig. 2. Eine Keimkugel liegt im Innern des Thieres; eine zweite ist im Begriff herauszutreten, und hat sich zu einem cylindrischen Körper abgeplattet; bei *r* sind die beiden contractilen Blasen. Die Wimpern sind in der Grösse gezeichnet, wie man sie nach dem Auftrocknen erkennt; in den übrigen Figuren zeichnete ich dieselben nur so lang, als man sie im Leben verfolgen kann. Bei Fig. 2 a sind zwei Chlorophyllkügelchen allein gezeichnet.
- Fig. 3. Zwei Keimkugeln, die sich aneinander abplatteten, liegen im Innern der Leibeshöhle (vielleicht durch Theilung einer einfachen Kugel hervorgegangen?); der Ausführungsgang der letztern liegt auf der Linken des Thieres.
- Fig. 4. Ein ähnliches Stadium, wie in der vorhergehenden Zeichnung; aber die Mündung des Ausführungsganges ist an der Unterseite.

- Fig. 5. Zwei Embryonen sind im Begriff, gleichzeitig aus dem Mutterthiere herauszuschlüpfen; ein dritter liegt noch im Innern desselben.
- Fig. 6. In der Leibeshöhle eines *Loxodes* liegen 6 Embryonen, die sich parenchymatisch aneinander abplatteten; der Ausführungsgang mündet in der Mitte der rechten Seite des Thiers. In Fig. 3, 4 und 6 ist nur eine der contractilen Blasen sichtbar, die andere befindet sich im Zustande contractiler Zusammenziehung und ist verschwunden.
- Fig. 7. Zwei ausgeschlüpfte Embryonen, mit contractilen Blasen und eigenthümlichen Fortsätzen; sie flimmern an ihrer ganzen Oberfläche, obwohl man die Wimpern wegen der raschen Bewegung nicht erkennt.
- Fig. 8. Ein durch Jod getödteter Embryo lässt die langen, dichten Wimpern erkennen, die seine ganze Oberfläche bekleiden.
- Fig. 9. Eine freie Keimkugel, die sich nicht beim Durchtritt durch den Ausführungsgang abgeplattet hat; sie flimmert ebenfalls an der Oberfläche.
- Fig. 10. Kerne von verschiedener Grösse und Aggregatsform, die nach dem Zerfliessen der Thiere zurückbleiben; man erkennt in allen die umhüllende Blase; bei *a* sitzt das Kernchen (\*) anscheinend auf dem Kerne auf; bei *b* liegt es (\*) daneben und hat keine Hülle; bei *b'* ist der Kern zusammengezogen und das Kernchen (\*) liegt in einer besondern Blase neben dem Kerne; bei *c* ist der Kern an der Seite wie abgebrochen und enthält dunklere Körner; das Kernchen (\*) liegt seitlich an.
- Fig. 11. Eine *Urostyla grandis* Ehr., nur im Umriss gezeichnet, mit zahlreichen Kugeln (Embryonen?) im Innern.
- Fig. 12. Einige der eingeschlossenen Kugeln von *Urostyla*, nach dem Zerfliessen des Mutterthiers frei geworden; bei *a* eine Kugel mit Kern und einer oder zwei contractilen Blasen; bei *b* eine grössere, wie *a*, an welcher eine kleinere ähnliche ansitzt, die einen Flimmerüberzug entwickelt hat und durch die Bewegungen des letzteren die benachbarte grössere Kugel mit sich fortführt; bei *c* hat sich in der Kugel ein Fortsatz gebildet, auch enthält dieselbe 3 Vacuolen; wahrscheinlich ist sie im Begriff zu zerfliessen.

Die Figuren 4—6 sind unter 400facher, die Figuren 7—10, so wie Fig. 12 unter 500facher Vergrösserung gezeichnet; Fig. 11 ist schwächer vergrössert.

Fig 1.



Fig 2.

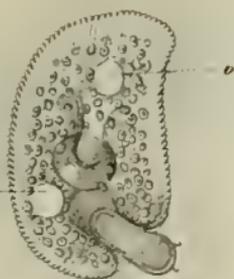


Fig 2a



Fig 3.

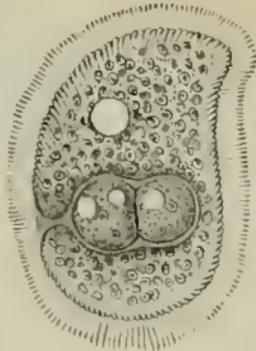


Fig 4.



Fig 5.



Fig 6.



Fig 7.



Fig 8.

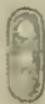


Fig 9.



Fig 11.



Fig 12.



Fig 10.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1851-1852

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: [Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien 257-279](#)