

Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen.

Von

Dr. Richard Greeff,

Professor der Zoologie und Director des Zoologischen Institutes
in Marburg.

Hierzu Tafel IV—VIII.

Die Vorticellen gehören zu den am frühesten und wohl auch am häufigsten untersuchten Infusorien. Von Löwenhoek, dem ersten Beobachter derselben und mit ihnen der ersten Infusorienformen überhaupt bis in die neueste Zeit, scheinen die meisten Forscher auf diesem Gebiete sich mit besonderer Vorliebe jener zierlichen Thiergruppe zugewandt zu haben. Abgesehen davon, dass Viele wohl durch die überaus anziehenden Form- und Lebenserscheinungen der Glockenthierchen zur näheren Prüfung veranlasst worden sind, ist auch wohl keine Infusorien-Familie der Beobachtung leichter und sicherer zugänglich als gerade diese. In allen Gewässern, stehenden und fließenden, süßen und salzigen finden sich Vorticellen, durch die ausgedehnten Colonienbildungen oft massenhaft hervortretend. Fast alle sind an Stielen angeheftet und halten so, wenn auch mit zeitweisen Unterbrechungen, wie bei den Contractilstieligen, doch im Ganzen der Untersuchung besser Stand, als die meisten übrigen Infusorien, die rastlos das Gesichtsfeld durchkreuzen und oft erst durch einen die normalen Form- und Lebensverhältnisse mehr oder minder alterirenden Druck zur gewünschten Ruhe gebracht werden können.

Kein Wunder, dass über unsere Thierchen schon frühe manche interessante und für die Kenntniss der nie-

deren Thierwelt überhaupt wichtige Thatsache ermittelt wurde, wie z. B. der Theilungsprocess und knospenförmige Bildungen, und dass mit der weiteren Ausbreitung und Vervollkommnung der Mikroskope und dem lebhaften Interesse, das der Infusorienwelt zugewandt wurde, das Feld der beobachteten Erscheinungen ein sehr ausge dehntes geworden ist.

Aber trotz aller Arbeit, sowohl über unsere Glockenthierchen als über die Infusorien überhaupt, trotz der vielen interessanten Einzelbeobachtungen, trotz namentlich der reichen Fülle systematischen Materiales scheint es, dass wir noch lange nicht vor einem einigermaßen befriedigenden Einblick in die Organisation und Lebensgeschichte der Infusorien stehen, ja dass wir in mancher Beziehung vielleicht nur die ersten noch unsicheren Schritte in die Erkenntniss dieser ungemein mannigfach zusammengesetzten Thierklasse gethan haben, in deren bunter Gesellschaft wir wohl manche mehr oder minder nahe Verwandte oder Stammformen anderer Thiergruppen, besonders der Würmer vielleicht auch der Coelenteraten zu suchen haben, und die durch ihre allseitige Verbreitung und durch die überall wiederkehrenden Formen, mit anderen Worten durch ihren echt cosmopolitischen Charakter gerade nach der bezeichneten Richtung der verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Thieren ein besonderes Interesse bietet.

Das Material für die vorliegenden Beobachtungen lieferte mir bezüglich der Süsswasserformen die reiche Infusorienfauna des Schlossweiher von Poppelsdorf und einige andere stehende Gewässer in der Umgegend von Bonn. Obgleich ich mehrere der hier vorkommenden Gattungen und Arten einer genaueren Untersuchung unterzogen habe, so treten doch in diesen Mittheilungen einige Formen, denen ich die meisten und wichtigsten Resultate verdanke, in den Vordergrund, insbesondere aber eine *Epistylis*-Art, die der Ehrenberg'schen *Epistylis flavicans* nahe steht. Ich sage „nahe steht“, da ich sehr zweifle, ob alle die unter diesem Namen von mir hier in Betracht gezogenen Formen ein und derselben Art

angehören oder ob nicht vielmehr mehrere verschiedene Arten, oder wenigstens Varietäten vorliegen, wie auch ein Blick auf die beigegegebenen Abbildungen (Taf. VII und VIII) zeigen möchte. Nicht bloss Verschiedenheiten in Grösse, Färbung und, wenn auch in geringem Maasse, im Habitus kommen vor, sondern auch im Besitz von anscheinend wesentlichen Theilen resp. von Organen, z. B. in den später zu beschreibenden eigenthümlichen mit einem hervorschnellbaren Faden versehenen, glänzenden Kapseln, die eine grosse Uebereinstimmung mit den Nesselkapseln der Coelenteraten zur Schau tragen. (Tafel VII Fig. 5, k.) Wir werden im Laufe unserer Mittheilungen auf die Verschiedenheit oder Zusammengehörigkeit dieser Formen noch zurückkommen.

Die zur Untersuchung gelangten marinen Arten stammen sämmtlich aus der Nordsee bei Ostende, woselbst sich namentlich in den dortigen Austernparks ein stets sicheres und reiches Material vorfand. Auf diese marinen Formen beziehen sich die Tafeln IV und V (mit Ausnahme von Figur 8 auf Taf. V), auf denen der Akt der Theilung und der knospenförmigen Conjugation ausführlicher dargestellt ist und das merkwürdige Zoothamnium-Bäumchen auf Taf. VI Fig. 6 und 7.

Systematische Begrenzung der Vorticellinen.

Ehrenberg hat die Familie der Vorticellinen zuerst, ungefähr ihrer heutigen Auffassung nach, begründet und zwar mit 8 Gattungen und 38 Arten¹⁾. Die syste-

1) Eine sehr ausführliche und treffliche Zusammenstellung der älteren Literatur nebst Andeutungen der früheren Auffassung über den Bau und die systematische Stellung der Vorticellinen giebt Ehrenberg in seinem grossen Infusorien-Werke: die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen S. 260, 269, 275, 279, 286 etc. Namentlich findet sich S. 275 eine sehr werthvolle kritische Uebersicht der älteren Vorticellen-Systematik und der Synonyme für die einzelnen Arten. Wir ersehen daraus, dass allein die Gattung Vorticella nicht weniger als 120 Artnamen aufzuweisen hatte, die von Ehrenberg auf 9 für wirkliche, gut unterschiedene und charakterisirte Arten reducirt wurden.

matischen Charaktere sind so glücklich getroffen, dass die Familie auch neuerdings von Stein im Wesentlichen in der Begrenzung, die ihnen Ehrenberg gegeben, wieder aufgenommen worden ist. Ehrenberg charakterisirte die Vorticellinen „als (polygastrische) Thierchen, (welche einen den Magen verbindenden Speisekanal besitzen), die Mund und Auswurfsöffnung gesondert, aber in einer und derselben Grube beisammen haben, also ohne Hintertheil sind, die keinen Panzer führen und entweder einzeln sich frei bewegen oder festgeheftet und durch unvollkommene Selbsttheilung oft zu niedlichen kleinen Sträuchchen und Bäumchen werden.“ Die 8 zu dieser Familie vereinigten Gattungen waren: Stentor, Trichodina, Urocentrum, Vorticella, Carchesium, Epistylis, Opercularia und Zoothamnium. Stein¹⁾ und nach ihm Claparède und Lachmann²⁾ sonderten zunächst hiervon, wegen der in mancher Beziehung anderen Organisation, mit Recht die nun zu den Bursarien gestellte Gattung der Stentoren³⁾ aus, da die Letzteren auf dem ganzen Körper bewimpert sind, während der eigentliche Körper der Vorticellen nackt ist und bloss eine sogenannte adorale Wimperzone trägt, ferner der After der Stentoren; wie Lachmann nachwies, eine andere Lage hat, als der der Vorticellen etc. Dann trennten Clap. und Lachmann ferner die Gattung Urocentrum⁴⁾, freilich ohne genügende Untersuchung und Begründung, von dem Ehrenberg'-

1) F. Stein: die Infusionsthierc auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht S. 94.

2) Claparède und Lachmann: Etudes sur les Infusoires etc. I p. 77.

3) Neuerdings sind bekanntlich die Stentorinen, was übrigens früher schon von Lachmann (Müller's Archiv, Jahrg. 1856: über die Organisation der Infusorien, besonders der Vorticellen S. 361 und S. 364 Anm. 1) vorgeschlagen war, von Stein (der Organismus der Infusionsthierc II S. 170) zu einer besonderen Familie mit den Gattungen Stentor und Freia erhoben und unter die Ordnung der heterotrichen Infusorien gestellt worden.

4) Etudes etc. I, p. 78 und 134.

schen System, indem sie aus derselben eine eigne Familie bildeten, und vereinigten die Ehrenberg'sche Gattung Opercularia mit Epistylis, so dass also nun von den 8 ursprünglichen Gattungen der Vorticellen-Familie Ehrenberg's 3 ausgeschieden waren, nämlich Stentor, Urocentrum und Opercularia.

Auf der anderen Seite aber nahmen, und zwar ebenfalls Claparède und Lachmann nach dem Vorgange von Stein, die Ophrydinen, die Ehrenberg als gepanzerte Glockenthier in eine besondere Familie den hüllenlosen und eigentlichen Vorticellinen zur Seite gestellt hatte, in die Vorticellen-Familie auf, da sie, und ebenfalls mit Recht, den im Uebrigen durchaus gleichen Habitus und die gleiche Organisation der gepanzerten und nackten Formen betonten und die Gallerthülse der Ophrydinen dem durch ähnliche Vorgänge ausgeschiedenen gallertartigen Stiele der Vorticellen, besonders dem starren Stiele von Epistylis, als morphologisch gleichwerthig annahmen. Von den auf diese Weise den Vorticellinen einverleibten Ophrydinen Ehrenberg's, die die Gattungen Ophrydium, Tintinnus, Vaginicola und Cothurnia umfassten, entfernten sie indessen vorher Tintinnus wegen der in wesentlicher Beziehung anderen Bewimperung und Organisation, so dass durch diesen Zuwachs von 3 Gattungen die ursprüngliche Zahl der Familien-Glieder wieder hergestellt war. Ausserdem aber wurden 3 neue Gattungen hinzugefügt, nämlich Lagenophrys an Stelle von Tintinnus als gepanzerte Vorticelle und die beiden ungepanzerten, Scyphidia und Gerda, die erste von Stein¹⁾, die zweite zuerst von Dujardin aufgestellt, aber erst von Lachmann²⁾ genauer charakterisirt, die dritte von Lachmann und Claparède³⁾ gemeinschaftlich entdeckt.

Alles in Allem mit Ab- und Zugang war nun also die Ehrenberg'sche Familie der Vorticellinen auf 11

1) Die Infusionsthier auf ihre Entwicklung untersucht S. 85.

2) Müllers Archiv 1856 S. 348 Anm. 1.

3) Etudes etc. I, p. 117.

Gattungen mit einer sehr ansehnlichen Arten-Zahl angewachsen. Als Charaktere dieser Familie wurden die von Ehrenberg früher aufgestellten, mit Ausnahme des polygastrischen Ernährungs-Apparats, den Ehrenberg natürlich, wie für alle Infusorien, so auch für die Glockenthierchen angenommen hatte, von Claparède und Lachmann im Wesentlichen, namentlich bezüglich der Lage des Mundes und Afters beibehalten, indem sie zu gleicher Zeit die von dem Ersteren als besonderen Charakter nicht hervorgehobene, adorale Bewimperung hinzufügten, die nach der Beobachtung von Lachmann als eine in einer Spirallinie die Wimperscheibe umlaufende und in die Mundöffnung sich senkende dargestellt wurde.

Um nun das Schicksal der Vorticellen-Familie bis zu ihrer heutigen Zusammensetzung zu verfolgen, erübrigt uns nur noch kurz die Aenderungen zu erwähnen, die schliesslich Stein an dem von ihm selbst und von Claparède-Lachmann allmählich angeordneten System in seinem neuesten Infusorien-Werke getroffen hat. Stein hat interessanterweise die Grenzen, die er und seine Nachfolger anfangs erweitert hatten, später selbst wieder ungefähr auf die ursprünglichen Marken zusammengezogen, indem er die früher, wie oben angeführt, einverleibten Ophrydinen von Neuem von den Vorticellen trennte¹⁾ und den bereits von Ehrenberg ihnen zuerkannten Anspruch auf die Berechtigung einer eignen gepanzerten Familie neben den hüllenlosen Glockenthieren wiederum einräumte. Ebenso löste er die von Claparède und Lachmann vorgenommene Verbindung der Gattung Opercularia mit Epistylis wieder auf und erhob die erstere, wie schon von Ehrenberg geschehen, zu einer selbstständigen Gattung. Andererseits schied er mit Claparède und Lachmann Urocentrum, aber auf Grund genauerer Untersuchung, als durch diese geschehen war, aus und ausserdem noch die bisher damit vereinigt gebliebene Trichodina, die allerdings in manchen wesentlichen Punkten sich von den Vorticellen entfernt,

1) Der Organismus der Infusionsthierchen II, S. 168.

namentlich durch den Besitz eines eigenthümlichen Heft-Apparates am hinteren Körperende, durch den steten Mangel eines hinteren Wimperkranzes und eines ein- und ausstülpbaren Wirbelorgans etc., so dass Stein anfangs auf diese Eigenthümlichkeiten hin den Trichodinen sogar den Rang einer eignen Familie zuspricht¹⁾, obgleich er sie später doch als eine Gattung der neu gebildeten Familie der Urceolarinen unterordnet. An neuen Gliedern wurden die beiden schon von Claparède und Lachmann eingeführten Gattungen *Scyphidia* und *Gerda* aufgenommen und diesen noch das von Engelmann entdeckte *Astylozoon*²⁾ hinzugefügt, das sich an der Stelle eines Stieles durch den Besitz von zwei am Hinterende befindlichen Schnellborsten auszeichnet.

So ist es gekommen, dass nach allen diesen Wandlungen der jetzige systematische Verband unserer Familie, mit der oben erwähnten natürlichen Ausnahme der Stentoren, beinahe wiederum derselbe ist, wie er ursprünglich von Ehrenberg begründet wurde. Ebenso sind die Gattungen wieder auf ihre ursprüngliche Zahl, nämlich auf 8, zurückgeführt worden, und diese sind nun nach den oben ausgeführten Aenderungen: *Vorticella*, *Carchesium*, *Epistylis*, *Zoothamnium*, *Opercularia*, *Scyphidia*, *Gerda* und *Astylozoon*.

Die Charaktere der so vereinigten Familie wie sie sich auf dem beschriebenen Wege entwickelt haben oder vielmehr allmählich schärfer hervorgetreten sind, lassen sich jetzt in folgenden Punkten zusammenfassen: An die Spitze muss zunächst die von Ehrenberg richtig erkannte und als ein Haupt-Charakter hervorgehobene Lage des Mundes und Afters in einer gemeinschaftlichen Höhlung im Grunde des ersten Abschnittes des Nahrungsrohres, des sogenannten Vestibulum, gestellt werden. Hieran schliesst sich die beson-

1) Der Organismus der Inf. II S. 146.

2) Th. W. Engelmann: Zur Naturgeschichte der Infusions-thiere, Zeitschr. für wissensch. Zoologie XI Bd. S. 389 Taf. XXXI Fig. 15—16.

dere Beschaffenheit des vorderen Wirbelorgans oder der sogenannten adoralen Wimperzone, die bei den echten Vorticellen nach Lachmann und Stein stets eine links gewundene, die Wimperscheibe umlaufende und dann in das zwischen Wimperscheibe und Peristom beginnende Vestibulum sich senkende Spirale darstellt. Die Wimperscheibe resp. das ganze Wirbelorgan kann ferner in das Innere des Körpers zurückgezogen werden und wird in diesem Falle von dem häutigen Peristom sphynkter- oder schirmartig verschlossen. Ist die Wimperscheibe nach aussen geöffnet, so wird sie von dem, meist durch eine mehr oder minder tiefe Furche von ihr getrennten, nach aussen umgeschlagenen Peristom kragenartig umspannt. Mit dem zurückziehbaren Wirbelorgan hängt die Fähigkeit des plötzlichen Zurückschnellens des sich zu gleicher Zeit zusammenziehenden ganzen Körpers und, wo contractile Stiele vorhanden sind, mitsamt den Stielen, als wesentlicher Charakter zusammen.

Zur engeren Begrenzung der Vorticellinen gegen die verwandten Familien, insbesondere gegen die Ophrydinen, ist nun, wie oben berichtet, die den Letzteren zukommende und den Vorticellen fehlende Gallert-hülse, von Stein von Neuem als unterscheidender Charakter der beiden Familien geltend gemacht worden, nachdem dieselbe, wie wir gesehen, schon von Ehrenberg zu diesem Zwecke eingeführt aber von Claparède-Lachmann wieder aufgehoben worden war. Ich meinerseits kann nicht anders als diese abermalige Trennung bedauern, da die Ophrydinen mit den Vorticellinen, abgesehen zunächst von dem Stiele der Letzteren und dem Gehäuse der Ersteren, in ihrem ganzen Habitus, Bau und ihren Lebenserscheinungen bis ins Kleinste so genau übereinstimmen, dass im Blick hierauf eine Lösung der Ophrydinen aus dem engern Vorticellen-Verbande eine der natürlichen Verwandtschaft dieser beiden Gruppen entgegenstehende und erzwungene angesehen werden muss. Einen mit dem hinteren Wimperkranze versehenen und aus seinem Mutterhause ausge-

schwärmten Theilungssprössling der Ophrydinen z. B. von *Cothurnia* (vgl. Taf. IV), würde selbst der erfahrenste und sorgfältigste Beobachter wohl kaum als solchen erkennen resp. von einem Theilungsschwärmer echter Vorticellen unterscheiden können. Es ist also lediglich das äussere fingerhutartige Gehäuse, das die beiden Familien zu trennen bestimmt ist. Allein dieses möchte, wie wir zu zeigen versuchen werden, zur genügenden Begründung dieser Trennung nicht ausreichen. Könnte man die mit einem Gehäuse versehenen und an kurzen Stielen festsitzenden Formen nackten und zu gleicher Zeit vollkommen frei beweglichen und stiellosen Formen, wie sie sich etwa durch die Theilungsschwärmer oder Gerda repräsentiren, entgegenstellen, so würde die in Rede stehende Trennung vielleicht eher gerechtfertigt erscheinen. Doch die meisten Vorticellen sind ebenfalls auf Stielen befestigt, die ihrerseits wiederum angeheftet sind, mit Ausnahme von zwei Formen, nämlich des von *Engelmann* beschriebenen *Astylozoon*, das sich selbstständiger Beweglichkeit erfreut, aber ebenfalls am hinteren Körperende, vielleicht als Homologen des Stieles, zwei „Schnellborsten“ besitzt, und ferner der freilich durchaus stiellosen aber mehr oder minder sesshaften Gattungen *Scyphidia* und *Gerda*. Prüfen wir nun aber den Stiel der Vorticellen, insbesondere im Vergleich zum Stiele und Gehäuse der Ophrydinen, genauer, so werden wir die innige Zusammengehörigkeit dieser Gebilde nicht von der Hand weisen können. Der Stiel der Vorticellen besteht aus einer glashellen, homogenen äusseren Hülle oder Scheide und einer dunkleren mehr oder minder körnigen Axe. Die Letztere ist entweder Muskelsubstanz¹⁾ und in diesem Falle und mit ihr der ganze Stiel retractil (*Vorticella*, *Carchesium* etc.) oder die Axe enthält keine Muskelemente und dann ist der Stiel starr (*Epistylis*). In

1) Wir behalten die Bezeichnung »Axe« hier der Gleichmässigkeit wegen auch für die contractilen Stiele bei, obgleich bekanntlich bei *Vorticella* und *Carchesium* der Muskelstrang innerhalb der Scheide einen spiralen Verlauf um die Axe hat und nur bei *Zoothamnium* der Lage nach die wirkliche Axe einnimmt.

beiden Fällen aber umgreift die äussere glashelle Hülle des Stieles die hinterste Basis des Thierkörpers während die Axe allein in diese Basis, mit ihr verschmelzend, direkt eindringt und hier entweder bloss zu Befestigung des Thieres und der retractorischen Muskelelemente in demselben dient (Epistylis) oder wo die Axe selbst muskulöser Natur ist, continuirlich in den Körper ausstrahlt (Vorticella, Carchesium). Bei den Ophrydinen nun ist in der Regel das Gehäuse sowohl wie der Thierkörper ebenfalls durch einen wenn auch meist sehr kurzen Stiel befestigt, der indessen dem Vorticellen-Stiele und zwar zunächst dem von Epistylis als morphologisch durchaus äquivalent geachtet werden kann. Die bei den Vorticellen die Stiel-Axe umhüllende und an die hinterste Basis des Thierkörpers stossende Scheide setzt sich bei den Ophrydinen über diese Basis hinaus nach vorne fort, indem sie zu einem weiten becherförmigen Gehäuse sich erhebt, in das sich das ganze Thier zurückziehen kann. Aber auch die Axe des Vorticellen-Stieles fehlt bei den Ophrydinen nicht, sondern sie ist es, die gerade so wie dort in die Basis des Thierkörpers eintritt und die Befestigung vermittelt. So dürfte auch wohl die genauere Untersuchung der Zusammensetzung und Ausscheidung resp. Entwicklung dieser Gebilde die Identität derselben nur noch mehr begründen. Nach allem diesem scheint es mir naturgemässer, die einzelnen Gattungen der Ophrydinen als Glieder der Vorticellen-Familie auf zu nehmen, als sie von den Letzteren zu trennen.

Stein hat nun weiterhin die Familie der Vorticellen unter seine Ordnung der peritrichen Infusorien gestellt¹⁾, in welcher sie den eigentlichen Ordnungstypus darstellt, den „Kern und Mittelpunkt“, an welchen die übrigen Gruppen nach auf- und abwärts sich anschliessen.

Wir haben die System-Geschichte der Vorticellen-Familie vielleicht ausführlicher behandelt als es die Aufgabe der vorliegenden Beobachtungen hätte fordern mögen, aber die Geschichte des Systems einer Thier-

1) Der Organismus der Infusionsthierc II S. 168.

Gruppe ist immer der getreue Ausdruck der Entwicklung der Kenntniss derselben und hat in unserem Falle um so grösseres Interesse als sie zeigt, in wie seltener Weise conform und in sich abgeschlossen die Vorticellen von vorne herein sich erwiesen haben, da trotz aller Versuche zum weiteren Ausbau der systematische Verband im Wesentlichen derselbe geblieben ist, wenn auch die Charaktere mittlerweile, wie wir gesehen haben, eine weit grössere Schärfe erlangt haben. Ausserdem aber werden wir auch den durch die obigen Erörterungen erlangten Standpunkt in unseren weiteren Mittheilungen vielfach zur Anknüpfung der eignen Beobachtungen benutzen können ohne jedesmal längere Rückwege unternehmen zu müssen.

Aeusserer Habitus der Vorticellen.

Man kann im Allgemeinen die äussere Gestalt der einzelnen Vorticellen-Thiere eine kelch-, urnen-, oder glockenförmige nennen, welcher letzteren als der gangbarsten Auffassung auch die ganze Gruppe den von Ehrenberg dafür eingeführten Namen der Glockenthierchen und den hieran sich schliessenden Benennungen der Glockenbäumchen (*Carchesium*), Säulenglöckchen (*Epistylis*), Schirmglöckchen (*Opercularia*), Doppelglöckchen (*Zoothamnium*) etc. verdankt. Nach früherer Anschauung wäre diese Bezeichnung noch zutreffender gewesen, da man, wie fast alle älteren Beschreibungen und Abbildungen bekunden, glaubte, die Thierchen seien wie Glocken oder Keleche ausgehöhlt und nur an ihrem vorderen freien Rande mit Cilien besetzt. Doch hat spätere Beobachtung (zuerst durch Ehrenberg) gelehrt, dass die vordere Glockenmündung durch eine mit Wimpern besetzte, mehr oder minder kreisrunde Scheibe geschlossen sei und dass erst hinter dieser Scheibe durch eine seitliche Mundöffnung ein Kanal in den im Uebrigen mit Inhaltmasse erfüllten, resp. soliden Glockenkörper führe.

Die vordere Wimperscheibe oder das Wirbelorgan ist nach aussen umspannt von einem breiten, häu-

tigen Saume, dem sogenannten Permost. Oeffnet sich das Wirbelorgan, so schlägt das Peristom sich wulstartig nach aussen um und wird dann von der, ausserdem häufig auf einem kurzen Halse, sich hervorstreckenden Wimperscheibe überragt und zu gleicher Zeit durch eine Furche von ihr getrennt (vrgl. Tafel V Fig. 2, 6 etc.). Diese Trennung tritt indessen bei den einzelnen Arten verschieden scharf hervor, ja kann fast ganz fehlen wie z. B. bei *Ep. flavicans*, bei der die Wimperscheibe ohne deutlich wahrnehmbare Furche direkt in den umgeschlagenen Saum des Peristom's überzugehen scheint (Tafel VII und VIII).

Der Körper der Vorticellen zeigt in der Regel nach der Mitte zu eine bauchige Hervorwölbung, indem sowohl der Vordertheil hinter dem Peristom eingeschnürt ist, als auch andererseits das Hinterende sich schnell zu einer keilförmigen Spitze verjüngt. In diesem Falle ist die Form eine kurze und gedrungene. Bei anderen Arten aber erscheint der Körper langgestreckt und ohne merkliche mittlere Anschwellung, indem er von dem weit geöffneten umschlagenen Peristomrande sich allmählich nach hinten verschmälert, einem hohen Kelche oder Champagner-Glase ähnlich. Zwischen diesen beiden Extremen finden wir aber, abgesehen von dem durch die verschiedenen Contractionszustände bei ein und demselben Individuum erzeugten Wechsel der Gestalten, die mannigfachsten Uebergänge, bald mehr der bauchigen Glocke, bald dem gestreckten Trichter sich nähernd.

Die berührten Form-Verhältnisse und die hierfür gewählten Bezeichnungen von Glocke, Trichter, Kelch etc. bleiben natürlich nur so lange geltend als die Thierchen mit Wirbelorgan und Peristom sich nach aussen entfaltet haben. Wird die Wimperscheibe in den Körper eingezogen, so legt sich das vorher nach aussen umgeschlagene Peristom wie ein Schirm über die Erstere somit den ganzen Vordertheil des Körpers bedeckend. Dieser Deckel gleicht dann in seiner Form und seiner Bestimmung vollständig einem muskulösen Sphynkter, der ausserdem durch die Falten des Peristom's und die

unter demselben liegenden Cilien ein strahliges Aussehen erhält (Tafel IV Fig. 1 etc. Taf. V Fig. 4, Taf. VI Fig. 6, Taf. VII Fig. 1 etc.) In diesen Fällen ist die Körpergestalt natürlich keiner Glocke oder einem Trichter ähnlich, sondern keulen-, birn- oder sogar kugelförmig.

Von den bisher bekannten Vorticellen scheinen bloss zwei Gattungen Freiheit der Bewegung zu besitzen, nämlich die früher schon erwähnten *Astylozoon* und *Gerda*, welche Letztere indessen, die ausserdem noch sehr unvollkommen untersucht zu sein scheint, in dieser Fähigkeit oder vielmehr in der Gewohnheit der steten freien Bewegung beschränkt ist, da die Zugehörigen dieser Gattung von Claparède-Lachmann als „des Vorticellines sessiles“ bezeichnet werden, trotzdem ihnen ein eigentliches Anheftungsorgan vollkommen fehlt. Die übrigen Vorticellen sind alle sesshaft, entweder auf angehefteten Stielen festsitzend (*Vorticella*, *Carchesium*, *Epistylis*, *Zoothamnium*) oder ungestielt und vermittelt eines, einer Saugscheibe ähnlichen, Organs am hintern Körperende als Parasiten auf weichen Thieroberflächen (Schncken) sich befestigend. Die gestielten Vorticellen sitzen entweder einzeln auf einfachen und in diesem Falle stets contractilen Stielen ¹⁾ und sind bloss ganz vorübergehend während der Theilung zu Zweien auf einem Stiele vereinigt (*Vorticella*), oder der Stiel erhebt sich durch fortgesetzte meist dichotomische Verzweigung zu einem Bäumchen, auf dessen Endzweigen die Individuen zu einer in der Regel sehr zahlreichen Colonie vereinigt sind. Die Stiele dieser stockbildenden Vorticellen sind entweder contractil (*Carchesium*, *Zoothamnium*) oder starr (*Epistylis*, *Opercularia*). Die Art und Weise der Verzweigung des Stockes ist sehr mannigfach und für die einzelnen Gattungen und Arten oft charakteristisch, so dass dieselbe mit Vortheil zur systematischen Unter-

1) Wir folgen hier vor der Hand der systematischen Eintheilung von Stein, der, wie oben erörtert, die Ophrydinen, bei denen wir allerdings einfache Formen mit starrem Stiele antreffen (z. B. *Cothurnia*), von den Vorticellinen ausgeschlossen hat.

scheidung verwerthet werden könnte. Eine solche auffallende Abweichung in der Stiel-Verzweigung zeigt sich z. B. auf den beifolgenden Abbildungen zwischen *Epistylis flavicans* (Taf. VII Fig. 1 etc.) und dem in der Nordsee von mir aufgefundenen *Zoothamnium* (Taf. VI Fig. 6 etc.). Während bei *Ep. flavicans* eine von dem Stamme aufsteigende regelmässig dichotomische Ramifikation Statt findet, sind bei dem in Rede stehenden *Zoothamnium* die kurz gefiederten Zweige alternirend um einen gemeinschaftlichen Schaft gestellt. Zwischen diesen beiden sehr verschiedenen Stockbildungen giebt es aber noch eine Anzahl anderer, die, wie bemerkt, mehr oder minder charakteristisch für den ganzen Habitus der betreffenden Art sind. Sie bewegen sich indessen fast ausschliesslich innerhalb der dichotomisch ausgebreiteten Büschel- oder Doldenform, die alternirende Zweigform ist bis jetzt bloss bei marinen *Zoothamnium*-Stöcken beobachtet worden¹⁾. Bezüglich dieser letzteren Gattung muss hier noch einer merkwürdigen Eigenthümlichkeit Erwähnung geschehen, die ebenfalls charakteristisch für den äusseren Habitus derselben ist, nämlich der oft sehr auffallenden Grössen-Unterschiede der Individuen des Stockes, so dass Einzelne darunter das 5—6fache der Grösse der Uebrigen und noch mehr erreichen können, die dann, besonders wenn sie geschlossen sind, wie „Knollen“ aus der Mehrzahl der kleineren hervortreten. Bald sieht man dieser Knollen nur eine oder wenige, bald aber eine verhältnissmässig grosse Anzahl (Tafel VI Fig. 5). Sie können

1) Die erste dieser alternirenden Stöcke wurde von Ehrenberg bei einer von ihm im rothen Meere aufgefundenen und *Zoothamnium niveum* benannten Art beobachtet, (die Infusionsthierchen etc. S. 289 Tafel XXIX Fig. 3), dann von Claparède und Lachmann bei *Zoothamnium alternans* aus der Nordsee an der Küste von Norwegen (*Etudes sur les Infusoires* etc. I S. 103 Pl. II Fig. 1—4), und endlich in der von mir bei Ostende und an anderen Orten der Nordsee sehr häufig gesehenen Form (Taf. VI Fig. 6 und 7), die wohl mit *Zoothamnium alternans*, vielleicht auch mit *Z. niveum* identisch sein möchte.

indessen auch vollständig fehlen¹⁾, was wenigstens bei den fraglichen marinen Formen nach meinen Beobachtungen als Ausnahme gelten muss. Wir werden später noch auf diese Zoothamnium-Form, insbesondere auf die mögliche Beziehung der knollenförmigen Thiere zur Fortpflanzung zurückkommen.

Wir haben oben hervorgehoben, dass mit Ausnahme von Astylozoon und Gerda die sämtlichen übrigen Vorticellen nur festsitzende Repräsentanten aufzuweisen haben. Diese Anheftung und mit ihr die beschränkte Ortsbeweglichkeit ist allerdings die gewöhnliche Lebensweise derselben, die den eigentlichen systematischen Charakter bedingt. Wahrscheinlich aber können alle Vorticellen, jedenfalls die meisten, zeitweise in ein freies Lebensstadium übergehen, indem sie den sogenannten hinteren Wimperkranz bilden, sich von ihren Stielen lösen und nun eine Zeitlang als einzelne Schwärmer in ungehinderter Freiheit sich im Wasser umhertummeln, bis sie sich von Neuem durch Ausscheidung eines Stieles anheften und damit auch sehr bald das eigentliche Attribut ihrer Freiheit, den hintern Wimperkranz, verlieren. Diese Loslösung geschieht entweder bei Gelegenheit der Theilung, so stets bei Vorticella, indem der eine Theilungssprossling den nur für ein Individuum bestimmten Stiel verlassen muss, oder dadurch, dass einzelne Individuen eines Stockes, in der Regel wenn sie in ihren gewohnten Lebensverhältnissen gestört und beunruhigt werden, spontan die Colonie verlassen um ein anderweitiges Unterkommen zu suchen.

Aeussere Körperdecken und Musculatur.

Alle Vorticellen besitzen eine äussere glashelle und homogene, bei manchen Arten ziemlich derbe Haut, die

1) Stein hatte bei Zoothamnium arbuscula die knollenförmigen Thiere, die Ehrenberg auch bei dieser Art beobachtet und abgebildet hat, sehr auffällender Weise, trotz der untersuchten zahlreichen Exemplare, vollständig vermisst. (Stein, der Organismus der Infus. II. S. 131).

den ganzen Körper überzieht, nach hinten in die Scheide des Stieles, wo ein solcher vorhanden ist, übergeht und der Axe desselben den Durchtritt in die Basis des Körpers gewährt, nach vorne aber sich um das Peristom schlägt, die Wimperscheibe überzieht und sich in den Nahrungs-Kanal hinein fortsetzt und denselben auskleidet. Diese Haut lässt sich sowohl an den lebenden Thieren bei angemessener Vergrösserung zur Anschauung bringen, als auch und zwar in der Regel noch deutlicher durch verschiedene Reagentien (Essigsäure, Kalilauge etc.) gegen die sie eine beträchtliche Resistenz äussert. Auch durch Zusatz von Färbungsmitteln oder Jod tritt sie sehr scharf hervor, da sie, den übrigen schnell und intensiv gefärbten Inhaltstheilen gegenüber, hiervon unberührt bleibt und dann als farbloser glasheller Saum an den Grenzen des Körpers hinzieht.

Wahrscheinlich bei allen Vorticellen zeigt diese Haut eine den ganzen Körper umlaufende regelmässige Querstreifung, die oft so fein ist und so eng aufeinander folgt, dass sie nur bei stärkerer Vergrösserung und genauer Prüfung wahrgenommen wird, zuweilen aber auch kräftigere Conturen erkennen lässt. Diese Streifung ist bereits von Ehrenberg und nach ihm von vielen Anderen gesehen und beschrieben worden, und sie kann bei einiger Erfahrung nicht mit anderen gröberen, ebenfalls in Querringeln auftretenden Falten, die namentlich nach vorhergegangennem Druck durch plötzlich wieder eintretende Contraction hervorgerufen werden, verwechselt werden, denn jene constante regelmässige und feine Streifung der Haut sieht man auch bei der grössten Ausdehnung des Thieres und selbst bei künstlicher Compression und gerade dann oft am deutlichsten. Dieser Unterscheidung und dass nur von der erwähnten normalen feinen Hautstreifung hier die Rede sein kann, ist einige Wichtigkeit beizulegen, verdient wenigstens hier besonders hervorgehoben zu werden. Stein giebt nämlich in seinem neuesten Infusorien-Werke diesen Haut-

streifen eine Deutung¹⁾, der ich nach meinen bisherigen Beobachtungen nicht beizustimmen vermag. Nachdem er nämlich auf die Untersuchungen W. Kühne's²⁾ hin über den Stielmuskel der Vorticellen, den Infusorien, seine frühere dem entgegenstehende Ansicht berichtigend, Muskeln zugestanden, glaubt er in Ergänzung hierzu die bei vielen Infusorien beobachteten Hautstreifen (besonders der Stentoren, Spirostomeen etc.) als die Körper-Muskeln deuten zu müssen. Diese Ansicht ist indessen, wie hier hervorgehoben zu werden verdient, schon von Ehrenberg deutlich ausgesprochen worden: S. 260 seines Infusorien-Werkes sagt er bei der Charakterisirung der Familie der Vorticellinen: „Bei einigen (Vorticella, Carchesium, Opercularia) sind Längs- und Quer-Muskeln erkannt“ und weiter auf S. 261 unter der Beschreibung der Gattung Stentor: „Bewegungsorgane sind die zahllosen Wimpern der Oberfläche sammt dem Wimperkranze der Stirn als speziellerem Fangorgane. Ihren Längsreihen liegen sichtbare Längsstreifen von Muskelfasern zum Grunde an der Stirn aber Cirkelstreifen,“ ferner in der Einleitung unter den „Erläuterungen zur Classe der Magenthier“: „Man kann aber auch Muskeln sehen. Diese bilden bei Stentor deutlich den Boden worauf die Wimpern stehen als trübe Längsstreifen oder Spiralen etc.“ Aus allen diesen Aeusserungen geht hervor, dass Ehrenberg dieselben Gebilde als Muskeln in Anspruch genommen hat, wie neuerdings Stein. Weniger deutlich kann man hieraus die Ansicht Ehrenberg's über die Bestimmung dieser Muskeln ansehen, nämlich ob dieselben bloss als Körpermuskeln, die die Körper-Contractionen vermitteln, gelten oder auch den Bewegungen der Wimpern dienen sollen, welche letztere Anschauung Stein mit Recht in Rücksicht auf unsere heutige Kenntniss von der Wimperbewegung als eine irrige bezeich-

1) Der Organismus der Infusionsthier II. Abth. S. 23 und ff.

2) Archiv f. Anat. etc. Jahrg. 1859 S. 824, siehe auch die anderen in demselben Bande veröffentlichten wichtigen Abhandlungen über die Reizbarkeit der Muskeln etc. S. 213, 314 und 748.

net, indem er zu gleicher Zeit hervorhebt, dass überhaupt bei den Infusorien die Körperstreifen und die Bewimperung in keinem Causalnexus zu einander stehen. Auch von Anderen sind die Streifensysteme der Infusorien schon ganz in dem Sinne Stein's gedeutet und mehr oder minder ausführlich beschrieben worden wie von O. Schmidt¹⁾, der seinen Antheil daran bereits in nachdrücklicher Weise reclamirt hat, und ferner Kölliker²⁾ u. a. Auf die denselben Gegenstand betreffenden ausgezeichneten Beobachtungen Lieberkühn's³⁾ werden wir weiter unten bei genauerer Betrachtung dieser Streifensysteme und ihrer Bedeutung als Muskeln eingehen.

Zunächst indessen müssen wir uns der oben beschriebenen Querstreifung in der Haut der Vorticellen wieder zuwenden.

Bei der weiteren Ausführung seiner Ansichten legt nämlich Stein die Bedeutung der Körperstreifen als Muskeln auch den Hautstreifen der Vorticellen bei und versteht darunter, wie seine ganze Beschreibung ausser Zweifel lässt, die erwähnte mehr oder minder feine regelmässige Querstreifung. Er nennt dieselbe eine „anscheinende Querringelung“, in Wirklichkeit besitze sie eine spiralgige Anordnung. Ausserdem ist, wenn ich die betreffenden Aeusserungen richtig verstanden habe, nicht die äussere Haut der eigentliche Träger dieser Streifen, sondern dieselben werden von der Ersteren, der sogenannten Cuticula, überzogen. Diese Cuticula übernehme für die unter ihr liegenden Körper- resp. Muskelstreifen die Rolle eines Sarcolemma, umhülle dieselben aber nur zum Theil nämlich hauptsächlich nach aussen und (bei den Längsstreifen) rechts und links, während sie nach innen mit der inneren Körpersarcode zusammenhängen.

Was zunächst die nunmehrige Annahme eines besonderen Muskelsystems für die Infusorien durch Stein

1) Archiv f. mikrosk. An. v. M. Schultze III. Bd., S. 391.

2) Icones histiol. S. 14.

3) Arch. f. Anat. etc. Jahrg. 1857 S. 403. Anmerk.

betrifft, so können wir dieselbe nur als einen wesentlichen Fortschritt begrüßen. Es musste, wie mir scheint, eigentlich von vorne herein, auch ohne den einstweiligen sicheren morphologischen Nachweis, angenommen werden, dass die plötzlichen, schnellenden und zuckenden Bewegungen, wie wir sie bei manchen Infusorien, z. B. bei Spirostomum, Stentor und den Vorticellen etc. sehen, nicht durch blosse sog. formlose Sarcode sondern nur durch bereits differenzierte contractile Gebilde, mit anderen Worten durch Muskel-Elemente ausgeführt werden könnten. Wo finden wir bei den Organismen, bei denen die Bewegungen nur durch die Contractionen des formlosen Protoplasma's vermittelt werden, also bei den Rhizopoden und Rhizopoden ähnlichen Geschöpfen jene plötzlichen und zuckenden Bewegungs-Erscheinungen der Infusorien? Bei allen diesen Formen mögen sie selbstständig oder nur Entwicklungszustände repräsentiren, treten vielmehr die Bewegungen stets unter dem Bilde des langsamen, gleichmässigen und allmählichen Strömens und Kriechens, der sogenannten amöbenartigen Bewegungen, zu Tage. Wenn nun also im Allgemeinen die Annahme selbstständiger Muskel-Elemente bei Infusorien durchaus gerechtfertigt erscheint, so können wir uns im Speziellen doch nicht mit den Deutungen einverstanden erklären, die Stein nun in Bezug hierauf sowohl für die Körpermuskeln der Stentoren und Spirostomeen etc. als auch für die Vorticellen geltend macht.

Zuerst habe ich trotz mancher auf diesen Punkt gerichteten Beobachtung mich nicht davon überzeugen können, dass die oben mehrfach erwähnte äussere feine Querstreifung des Körpers wirklich einen spiraligen Verlauf habe. Stein scheint allerdings nur eine einzige Art hierauf geprüft zu haben, nämlich *Vorticella microstoma*, von der er aber vielleicht nicht ohne Berechtigung auf ein gleiches Verhalten bei den übrigen mit Streifen versehenen Vorticellinen schliesst. Bei jener *Vorticella microstoma* findet er indessen „eine deutliche spiralgige Anordnung“, die Ansteigung der Spirale sei aber so gering, dass die Streifen nur wenig von der horizontalen

Richtung abweichen und daher den Eindruck einer einfachen queren Ringelung hervorbringen. Aus diesem Zugeständniss scheint mir indessen hervorzugehen, dass die Unterscheidung, ob die fraglichen Streifen eine geringelte oder spiralige Anordnung besitzen, doch nicht so leicht und sicher getroffen werden kann, als die Angaben Stein's glauben machen. Ich meinerseits wenigstens habe bis jetzt, nicht bloss nicht die spiralige Anordnung dieser Streifen auffinden können, sondern immer nur den Eindruck einer regelmässigen Querringelung erhalten, selbst bei denjenigen Formen, bei denen die Streifen verhältnissmässig breite Intervalle lassen. Ich habe dabei hauptsächlich mein Augenmerk auf den Verlauf der Streifen an der konischen Basis des Vorticellen-Körpers gerichtet und an dem vorderen Rande, insbesondere wenn das Wirbelorgan in das Innere des Körpers eingezogen und das Peristom sphynkterartig dasselbe bedeckt. An beiden Stellen würde man vielleicht noch am leichtesten, indem man den Beginn oder Ausgang der Spirallinien aufzufinden suchte, die Frage entscheiden können. Indessen können auch hier je nach den Contractionszuständen und der augenblicklichen Haltung des Körpers leicht Täuschungen veranlasst werden. Jedenfalls, wie Stein auch selbst zugiebt, ist die Ansteigung der Spirale, wenn sie vorhanden, eine äusserst geringe, so dass dieselbe namentlich da, wo ausserdem die Streifen sehr fein sind und dicht aufeinander folgen, wie z. B. bei *Carchesium polypinum* nur mit grosser Schwierigkeit durch die direkte Beobachtung erkannt werden dürfte.

Zum Zweiten habe ich mich bisher auch davon nicht überzeugen können, dass die in Rede stehenden Querstreifen der Vorticellen in direkter Beziehung zu den Muskeln stehen oder vielmehr, wie Stein glaubt, dass diese Streifen die Muskeln selbst sind und das führt uns, abgesehen zunächst von den Vorticellen, zu einer kurzen Untersuchung der oben schon berührten und für die Kenntniss der Infusorien sehr wichtigen Frage über die Körper-Muskeln dieser Thier im Allgemeinen, die wir um so weniger hier umgehen können als Stein

seine Resultate über die Muskelstreifen hauptsächlich durch Beobachtungen an anderen Infusorien (*Stentor* und *Spirostomum* etc.) gewonnen und von diesen erst auf die Vorticellen übertragen zu haben scheint.

Er sagt in Bezug hierauf ¹⁾: „die Streifen (von *Spirostomum ambiguum*) bestehen aus einer homogenen, von sehr dicht stehenden, äusserst feinen Körnchen, getrübten, weichen Masse und hängen untereinander vermittelst einer glashellen, festeren aber viel schmaleren Zwischensubstanz zusammen, welches offenbar ein Theil der cuticula ist. Natürlich werden auch die Streifen von aussen her von der cuticula überkleidet, sie ist aber hier nicht für sich wahrnehmbar, weil sie sich der trüben Substanz der Streifen innigst anschmiegt.“ Weiterhin, indem er die blauen Formen von *Stentor coeruleus* als für die Untersuchung der Körperstreifen besonders günstig empfiehlt, sagt er von diesen: „die Streifen bilden hier bei grossen nicht vollständig ausgestreckten Individuen an dem am meisten erweiterten Theile des Körpers breite bandförmige, nach aussen mehr oder minder stark gewölbte Stränge, die bei den blauen Stentoren ganz besonders scharf hervortreten, weil sie intensiv blau oder spahngrün gefärbt sind, während die mit ihnen abwechselnden schmalern lichten Zwischenräume fast farblos bleiben. Ihrer Zusammensetzung nach bestehen die Streifen aus einer homogenen lichten Grundsubstanz, die von der übrigen Körpersarcode nicht zu unterscheiden ist, in ihr liegen aber dicht neben einander zahllose sehr feine Körnchen eingebettet, welche das Licht stark brechen und bei den blauen Stentoren eine bläuliche Färbung besitzen. Je mehr sich die Thiere verkürzen oder an einer Stelle erweitern, um so breiter werden die Streifen; streckt sich dagegen eine Körperpartie sehr in die Länge, so verwandeln sich die Streifen in die feinsten Linien: die Substanz der Streifen muss also eine auf- und niederströmende breiartige Masse oder, wenn man will, eine zähe Flüssigkeit sein. Schon bei mässig contrahirten

1) Der Organismus der Infusionsthierc II. Abth. S. 28.

Stentoren, noch mehr bei solchen, die sich bis zur Kugel- oder Birnform zusammengezogen haben, sieht man die Streifen ihrer ganzen Länge nach mit nahe hinter einander liegenden dunkeln Querlinien versehen, wodurch die Streifen eine frappante Aehnlichkeit mit der quergestreiften Muskelfaser bekommen etc.“

Im Weiteren sucht Stein dann die Uebereinstimmung dieser so beschaffenen Körperstreifen der Infusorien mit den Muskelfasern höherer Thiere darzulegen, hauptsächlich dadurch, dass er die in den Körperstreifen eingebetteten feinen Körnchen den Disdiaclasten der quergestreiften Muskelfasern gleichstellt, die sogar durch ihre „sehr regelmässige gruppenweise Anhäufung eine ausgezeichnet deutliche Querstreifung“ hervorbringen. Um schliesslich die Verwandtschaft vollständig herzustellen wird ausgeführt, dass, wie schon oben bemerkt, die die Körperstreifen umhüllende Cuticula dem Sarcolemma der Muskelfasern analog sei.

Man sieht aus dem Obigen, dass die Frage nach den Muskeln der Infusorien von Stein sehr ausführlich und mit grosser Bestimmtheit beantwortet worden ist und wäre die Antwort richtig, so würden wir einen wesentlichen Schritt in der Organisations-Kenntniss der Infusorien vorwärts gemacht haben. Allein meine Beobachtungen nöthigen mich den Angaben Stein's in den Hauptpunkten Zweifel entgegenzustellen. Betrachtet man den von Stein mit Recht zur Untersuchung für die vorliegende Frage empfohlenen Stentor coeruleus, so sieht man ohne Mühe die bekannten über die ganze Oberfläche von vorne nach hinten verlaufenden regelmässigen Längsstreifen und zwar abwechselnd einen sehr schmalen, hellen und durchaus homogenen Streifen, der einer über die ganze Länge gezogenen hellen Linie oder Furche gleicht, und einem breiten bandartigen Streifen, in den viele feine Körnchen von verschiedener Grösse eingestreut sind, und der deshalb im Gegensatz zu den hellen Streifen ein trübes Ansehen erhält. Die breiten trüben Bänder erscheinen somit durch die hellen Fäden eingefasst und gegeneinander abgegrenzt. Die

Ersteren repräsentiren nach der oben vorgeführten Ansicht Stein's die eigentlichen Muskelstreifen, während die hellen Linien bloss nicht contractile Zwischensubstanz, der Kitt sind, der die Muskelstreifen mit einander verbindet.

Mir scheinen indessen alle Anzeichen für das umgekehrte Verhältniss zu sprechen, nämlich dass die schmalen hellen Streifen die eigentlichen Muskeln seien und die breiten trüben Bänder die Zwischensubstanz bilden. Schon früher hat Lieberkühn diese Ansicht von den Körperstreifen der Stentoren ausgesprochen¹⁾ und die von ihm hierfür angeführten Beobachtungen sind so überzeugend, dass es auffallend erscheinen muss, wenn Stein dieselben zu Gunsten seiner Theorie kurz und ohne genügende Gegengründe beseitigt. Nachdem Lieberkühn vorher der schon von Ehrenberg beschriebenen breiten körnchenreichen Streifen der Stentoren erwähnt, sagt er: „Es giebt nun noch ein System von Streifen, welche sich wie Muskeln verhalten, insofern sie mit der von Eduard Weber für die Muskeln beschriebenen Eigenschaft versehen sind, dass sie im Zustande der Ruhe die geschlängelte Form annehmen und bei der Contraction sich gerade strecken. Es sind scharf contourirte, körnchenfreie Fasern etwa von der Breite der körnchenfreien Zwischenräume, unterhalb deren sie der Längsaxe des Körpers nach verlaufen; sie setzen sich vorne unter dem grossen Wimperkreis und hinten am „Saugnapf“ an; einige von ihnen vereinigen sich während ihres Verlaufs. Am deutlichsten sieht man die bei der Contraction eintretenden Veränderungen, wenn ein farbloser oder wenig farbiger Stentor gerade so liegt, dass man auf den kreisförmigen Saugnapf blickt; man sieht alsdann von seinem Umfang im Zustand der Ruhe alle einzelnen Muskeln geschlängelt abgehen, in demselben Moment aber, wo sich das Thier zusammenschnellt, also verkürzt, verschwindet die geschlängelte Form vollständig, die Muskeln strecken

1) Joh. Müllers Archiv f. Anat. etc. Jahrg. 1857 S. 403
 Anmerk.

sich gerade. Als bald beginnen die gerade gestreckten Muskeln wieder zu erschlaffen und in die geschlängelte Form zurückzufallen, der Stentor verlängert sich wieder.“

Lieberkühn deutet also die hellen Streifen als scharf conhourirte Muskel-Fasern, während Stein dieselben als blosse durch die Cuticula gebildete Rinnen in Anspruch nimmt, die mit Muskelfasern nichts zu schaffen haben und die unter gewissen Contractionszuständen nur scheinbar als „wasserhelle von doppelten Contouren begrenzte Fasern“ hervortreten, in Wirklichkeit aber die rinnenförmig nach innen eingefalteten Stellen der Cuticula seien.

Die Entscheidung hierüber fällt indessen, wie mir scheinen will, bei vorsichtiger unbefangener Prüfung nicht sehr schwer. Wenn wir wiederum unsern Stentor coeruleus betrachten, so sehen wir dass die beiden Streifensysteme allerdings durchaus verschiedener Natur sind: die breiten Streifen bestehen aus einer weicheren, durch eingelagerte blaue Pigmentkörnchen mehr oder minder dunkeln, die schmalen aus einer festeren, hyalinen, körnchenlosen Masse.

Was zunächst die Substanz der breiten Streifen betrifft, so sehen wir in derselben ausser den regellos eingestreuten zahlreichen Körnchen keine Spur von besonderen Form-Elementen, von besonderen Struktur-Verhältnissen und namentlich nirgendwo eine Faser- oder Zellen-Bildung, weder im frischen Zustande noch durch künstliche Behandlung. Was nöthigt uns nun diese Streifen für verhältnissmässig hoch differenzirte Muskelsubstanz, die sogar den quergestreiften Muskeln höherer Thiere vergleichbar, zu erklären? Nach Stein sind es die in die Masse eingelagerten, das Licht stark brechenden Körnchen, die den räthselhaften Disdiaklasten der quergestreiften Muskelfasern entsprechen sollen. Mit welcher Berechtigung, müssen wir aber weiter fragen, können wir die Körnchen, die sich fast in jedem sogenannten Protoplasma finden und einen fast charakteristischen Bestandtheil desselben ausmachen, den Disdiaklasten der quergestreiften Muskelfasern gleichstellen? Wo sind

die durch die Disdiaklasten zusammengesetzten Sarconselements, wo die eigentlichen Muskelfasern, wodurch ist die für die Disdiaklasten charakteristische Eigenschaft der doppelten Lichtbrechung erwiesen, wo endlich findet sich eine deutliche Längs- und Querstreifung etc.? Stein hebt hervor, dass bei stärkeren Contractionen dunkle Querlinien entstehen, wodurch die Streifen eine frappante Aehnlichkeit mit den quergestreiften Muskelfasern erhielten¹⁾. Ist es aber nicht natürlicher die dunkeln Querlinien als dadurch entstanden zu erklären, dass die Körnchen bei den oft plötzlichen und starken Contractionen durch Druck gegen die Kämme der quengerichteten Wülste oder Hügel zusammengeschoben werden und hier in mehr oder minder regelmässigen Streifen gruppirt werden? Ausserdem ist wohl zu beachten, dass die fraglichen Querstreifen vornemlich am Vorderkörper in der Peristom-Gegend hervortreten. Hier aber verlaufen auch wirkliche circuläre Linien um den ganzen Körper, die vielleicht besonderen circulären Muskelfasern entsprechen. Wir können desshalb keinen Anhalt finden zur Berechtigung die fraglichen breiten Streifen für Muskelsubstanz zu halten. Vielmehr liegt es näher dieselben als einen Theil der sogenannten Rindenschicht des Infusorienkörpers zu betrachten, die die Muskeln und sonstigen Organe umhüllt und in ihrer Lage befestigt und auf deren Bedeutung für den Infusorien-Organismus wir später noch genauer zurückkommen werden. Uebrigens haben wir ja für die von Stein für seine Theorie verwertheten Körnchen, eine bereits ausgesprochene und wie mir scheint genügende Bestimmung: sie sind die Träger des blauen Farbstoffs, der unseren Stentor coerulesus sofort, namentlich unter der meist überwiegenden Gesellschaft des grünen Stentor polymorphus, alsbald

1) Stein hat übersehen, dass diese von ihm so sehr hervor gehobene Querstreifung bereits von Kölliker beobachtet und sogar durch eine Abbildung erläutert worden ist (Icones histiolog. S. 14 Taf. I Fig. 12, die keinen Zweifel darüber lässt, dass Kölliker ganz dieselbe Erscheinung im Auge gehabt hat, als Stein.

kenntlich macht. Es sind also, wie Stein selbst angiebt, unter der Cuticula liegende Pigmentkörner und ebensowenig als ihnen diese Eigenschaft streitig gemacht werden kann, ebensowenig scheint mir bisher eine anderweitige für sie erwiesen zu sein.

Wenden wir uns nun zu dem zweiten Streifensysteme, das in der Form von hellen schmalen Linien, abwechselnd mit den so eben besprochenen Streifen, und ebenfalls wie diese über die ganze Länge des Körpers läuft und das, wie oben erörtert, von Stein als die Zwischensubstanz seiner Muskelstreifen erklärt wird, so machen dieselben allordings zunächst den Eindruck von hellen rinnenförmigen Hautstreifen, die zwischen den dunkeln Streifen ausgespannt sind. Bei genauerer Prüfung sehen wir aber, dass unter diesen hellen Linien ein kräftiger, hyaliner Faden verläuft, der, wie man sich aufs bestimmteste überzeugt, nimmermehr der Ausdruck des „rinnenartig nach innen eingefalteten Cuticula“ sein kann. Charakteristisch ist zuerst hierfür die schon von Lieberkühn beschriebene Schlängelung der Fäden im Ruhezustande, die namentlich am hintern Theile des Körpers sehr schön sichtbar ist. Stein macht hiergegen geltend, dass dasselbe auch bei den breiten Körperstreifen stattfinde, die doch ebenso wellenförmig geschlängelt seien als die sie begrenzenden Linien. Diese Angabe beruht aber auf irrthümlicher Beobachtung, denn bloss die schmalen Fäden haben einen wirklich geschlängelten Verlauf, indem sie nach rechts und links aus ihren Linien heraus- und in die Substanz der benachbarten weichen und breiten Streifen eintreten, dieselben bald bis auf ein Geringes verengend, dadurch dass zwei Windungen mit ihrer Convexität gegeneinander rücken, bald erweiternd. Hierdurch erhalten die breiten Streifen mehr ein vielfach eingebuchtetes perlschnurartiges, als ein geschlängeltes Ansehen. Ist überhaupt eine solche nebeneinander verlaufende ausgedehnte und regelmässige Schlängelung von scharf contourirten Fäden, wie wir sie bei Stentor vor Augen haben, denkbar, ohne dass wirklich fadenförmige Gebilde existiren? Wären die hellen

Streifen wirklich nur, wie Stein will, ein Theil der Cuticula und entstünden die Fäden nur aus Faltung derselben, so würden sie wohl schwerlich einen so regelmässig geschlängelten Verlauf nehmen können, ohne dass zu gleicher Zeit auch an den übrigen Stellen der Körperoberfläche, da die Cuticula auch die breiten Streifen überzieht, Faltungen entstünden. Wie würden sich fernerhin das plötzliche schon von Lieberkühn beschriebene Verschwinden der Fadenschlingen resp. die Verkürzung der Fäden bei einer plötzlichen Contraction des Körpers erklären lassen? Müssten dieselben nicht dann, wenn sie in der That bloss Hautfalten wären, noch reichlichere und ausgiebigere Schlingen erkennen lassen? Man sieht ausserdem sogar die hellen schmalen Cuticula-Streifen in gerader Richtung über die unterliegenden wellenförmig verlaufenden Fäden hinziehen, so dass gar kein Zweifel mehr über das Vorhandensein und die Lage der Letzteren übrig bleibt.

Ein weiterer Grund, der gegen die Stein'sche Ansicht spricht, liegt in der am hinteren Körperende fast regelmässig zu beobachtenden netzförmigen Verzweigung dieser Fäden, indem zwei benachbarte Fäden, bevor sie das hintere Körperende erreichen, in einen einzigen sich vereinigen, während die von ihnen eingefassten breiten Körperstreifen nicht weiter gehen, sondern in dem Vereinigungswinkel keilförmig endigen. Die so vereinigten Fäden trennen sich dann oft beim weiteren Verlaufe von Neuem, um wieder mit anderen Nachbar-Fäden zu verschmelzen und bilden auf diese Weise eine wirklich netzförmige Verzweigung. Die Enden dieser netzförmig verbundenen oder auch einzeln verlaufenden Fäden erreichen stets das hintere Körperende („Saugnapf“) und befestigen sich hier. Die breiten Streifen aber bilden nach dem obigen weder ein Netzwerk, noch erreichen sie alle das hintere Körperende, sondern endigen häufig vor demselben ohne Verbindung mit den benachbarten, ja oft bloss keilförmige Stücke zwischen den hellen Streifen bildend. Die breiten Streifen bilden

eben bloss die zum Theil umhüllende Zwischensubstanz der hellen Fäden und nicht umgekehrt wie Stein will.

Zerdrückt man unter dem Deckglase vorsichtig einen Stentor, so sieht man, während der Körperinhalt ausfliesst, hier und dort an den Rändern die in Rede stehenden Fäden isolirt hervortreten und kann sie von hier aus continuirlich in den zurückgebliebenen Körper verfolgen. An einigen Stellen zerreißen auch die Fäden bei dieser Gelegenheit und man beobachtet dann wie die zähe, glashelle Substanz derselben zu verdickten stäbchenförmigen Stücken sich zusammenzieht. Hierdurch treten die Muskelfäden der Stentoren den Axenfäden im Stiele der Vorticellen sehr nahe, mit welchen ich jene Gebilde überhaupt bezüglich ihres ganzen Aussehens, Verhaltens und ihrer Consistenz am ehesten vergleichen möchte. Auch durch andere künstliche Mittel, wie z. B. durch Zusatz von Alkohol, kann man sich von der Resistenz und Selbstständigkeit der Fäden überzeugen und dass dieselben keineswegs ein Theil der Cuticula sind.

Doch es würde uns zu weit von unserer Aufgabe entfernen, wollten wir noch mehr Einzelheiten zur Stütze unserer Ansicht anführen. Wir glauben vor der Hand aus dem Berichteten die Ueberzeugung schöpfen zu dürfen, dass nicht, wie Stein glaubt, die breiten körnigen Längsstreifen die Körpermuskeln der Infusorien darstellen, sondern die schmalen hellen Längslinien derselben.

Wir kehren nun zu unsern Vorticellen zurück und müssen zunächst wieder an die oben (S. 370) besprochenen feinen Querstreifen anknüpfen, denen, wie wir uns erinnern, von Stein 1stens ein spiralgiger Verlauf und 2tens die Eigenschaft als Muskelfasern zugeschrieben worden. Bezüglich des ersten Punktes haben wir schon oben unsere Zweifel geltend gemacht und geglaubt diese Streifen nicht als spiralgige, sondern als circuläre und somit als dicht aufeinanderfolgende Ringel ansehen zu müssen. Aber auch in dem zweiten Punkte können wir Stein nicht beipflichten. Die feinen äusseren Querstreifen der Vorticellen gehören vielmehr, nach unserer Meinung, der

äusseren Haut an und können keineswegs, wie Stein will, mit den Längs- resp. Muskelstreifen der Stentoren und Spirostomeen in Zusammenhang gebracht werden. Die Muskeln des Vorticellen-Körpers liegen vielmehr unterhalb der Querstreifen und haben zum grössten Theile einen durchaus anderen Verlauf als diese, nämlich in der Längsrichtung des Körpers, gerade so wie wir dieses bei den übrigen Infusorien auch finden. Man überzeugt sich hiervon am besten, wenn man bei vorsichtiger Compression den hinteren Theil des Vorticellen-Körpers ins Auge fasst. Die Längsfasern, von der conischen Basis nach vorne aus strahlend, treten hier sehr deutlich hervor (Taf. VII Fig. 5, g und Taf. VIII Fig. 1). Noch anschaulicher werden sie, wenn es gelingt, ein vom Stiele losgelöstes Thier so zu betrachten, dass die Körperbasis genau nach oben gegen das Auge gerichtet ist: von der kreisrunden Anheftungsstelle des Stieles sieht man dann eine allseitige radiäre Faserstrahlung austreten. In dieser Lage des Thieres, besonders dann, wenn dasselbe, ohne comprimirt zu werden, mit der geöffneten vorderen Wimperscheibe auf der Glasplatte sitzt und seine Basis nach oben streckt, erhält man auch bei gewissen Einstellungen den reinen Anblick eines Querschnittes des Körpers (siehe Tafel VI Fig. 8): zu äusserst erscheint ein heller Saum (Cuticula), der nach innen zu deutlich abgegrenzt ist, dann folgt ein Kranz von dunkelglänzenden Körperchen (die Lumina der Muskelfasern), und weiter nach innen wieder eine helle Zone (Rindenschicht), die den conischen Hintertheil des Körpers als Parenchym ganz ausfüllt, nach vorne aber sich verdünnt und den eigentlichen Leibesraum umschliesst. Innerhalb der letzten hellen Parenchymschicht sieht man nun bei contractilstieligen Vorticellen wiederum einige in einen Kranz gestellte dunkle Körperchen, die als die in den Körper ausstrahlenden Fasern des Stielmuskels angesehen werden können.

Comprimirt man den Vorticellen-Körper allmählig bis zur vollständigen Abplattung, so tauchen unterhalb

der Cuticula Körner, alle von gleicher Grösse und in anscheinend regelmässiger Anordnung, auf; in der Regel glaubt man eine deutliche Längsrichtung, entsprechend dem Verlauf der Muskelfasern, zu erkennen (Taf. VI Fig. 1. 5); indessen ist Täuschung hierbei leicht möglich, da die Längsfasern der Muskeln zu gleicher Zeit und an derselben Stelle hervortreten. Zuweilen, namentlich bei längerer Compression, hält es auch schwer eine bestimmte Richtung derselben zu constatiren. Ob sie mit den Muskeln in Verbindung gebracht werden können, oder ob sie der unteren Fläche der Cuticula oder endlich der Rindenschicht des Infusorien-Körpers angehören, vermag ich vor Hand nicht zu bestimmen. Es sind dies ohne Zweifel dieselben Gebilde, deren Leydig¹⁾ bereits erwähnt und die ihm „ganz vom Habitus des nuclei“ zu sein schienen. Ich gestehe, dass ich beim Anblick dieser eigenthümlichen Körperchen, ihrer regelmässigen Lagerung und der stets bestimmten Grösse und Umgrenzung häufig geneigt war der Meinung jenes ausgezeichneten Forschers beizustimmen und dieselben für Kerne der Rindenschicht oder der Muskeln zu halten. Indessen gehört hierzu zunächst die wenn auch durchaus nicht von der Hand zu weisende, so doch bisher durch die Beobachtung nicht begründete Voraussetzung, dass wirklich Kerne und Zellen von solcher Kleinheit wie die in Rede stehenden Körperchen existiren. Vielleicht bringt weitere Untersuchung namentlich aber über die Entwicklung der Vorticellen Aufschluss auch über diese für die Auffassung vom Aufbau und dadurch der Stellung unserer Thierchen nicht unwichtige Frage.

Ausser den Längsfasern finden wir in der Wimper-scheibe und im Peristom noch circuläre Fasern; aber auch bei diesen habe ich nicht erkennen können, ob sie entsprechend der Wimperspirale, einen spiraligen Verlauf haben.

An die Haut und die oben beschriebenen Muskeln

1) Lehrbuch der Histologie des Mensch. u. d. Thiere S. 16 und S. 125.

schmiegt sich nach innen allseitig eine Protoplasma-Zone an, die eigentliche Rindenschicht des Infusorien-Körpers, die nun den ganzen Innenraum oder Leibeshöhle, auf deren Beschaffenheit und Bedeutung wir gleich noch näher eingehen werden, umschliesst und auskleidet. Comprimirt man eine Vorticelle unter dem Deckglase allmählich durch Entziehung von Wasser, so sieht man, namentlich im Moment des Absterbens, eine deutliche blasige oft fast regelmässig polygonale Zeichnung (*Ep. flavicans*) unter der Haut hervortreten. Diese gehört der eben erwähnten Rindenschicht des Körpers an. Ob diese blasige Anordnung des Protoplasma's auch schon im Leben besteht oder erst nach dem Absterben eintritt, habe ich nicht mit Bestimmtheit ermitteln können. In dieser Rindenschicht und durch sie in ihrer Lage festgehalten liegen auch die Haupt-Organe des Körpers, nämlich der Nucleus, der contractile Behälter und der Haupt-Abschnitt des Verdauungskanales, die wir ebenfalls später noch genauer betrachten werden.

Schliesslich muss ich hier noch der höchst eigenthümlichen unter der Haut liegenden Gebilde gedenken, deren schon früher vorübergehend Erwähnung geschah, mit der Hindeutung, dass dieselben möglicherweise als Nesselorgane anzusehen seien. Ich habe diese Körper bis jetzt bloss bei *Epistylis flavicans* gefunden, aber auch hier nicht constant, wobei übrigens gleich bemerkt werden muss, dass unter dem genannten Namen höchst wahrscheinlich mehrere Arten oder jedenfalls doch Varietäten bisher vereinigt worden sind. Die fraglichen Körper nun sind ovale oder birnförmige scharf contourirte, glänzende Kapseln, die fast immer paarig zusammenliegen, und zwar, wie es scheint, in der Rindenschicht (Tafel VII, Fig. 5k, Fig. 7 und Fig. 8). Sie sind von grosser Festigkeit und Resistenz gegen Aetzkali u. drgl.; entfernt man sie aber aus dem Körper und comprimirt sie, so springt aus beiden Kapseln je ein ziemlich langer kräftiger Faden hervor (Taf. VII, Fig. 7 und 8, b.) und zwar in der Regel aus dem einen etwas zugespitzten Längsende, das bezüglich des obigen Vergleichs

dem Stielende einer Birne entspricht. Der ausgetretene Faden bildet meist mehrere Windungen und Schlingen, ist bewegungslos und lässt keine besonderen Struktur-Verhältnisse erkennen; man sieht denselben auch bei genauerer Beobachtung im Innern der noch geschlossnen Kapseln aufgerollt und, wie es scheint, in einer Spirale. (Taf. VII Fig. 7 a.) Welches ist die Bedeutung dieser Gebilde? Sind sie dem Vorticellen-Körper eigenthümlich und in ihm gebildet oder sind es von aussen eingedrungene fremde Organismen. Im letzteren Falle würden sie vielleicht eine, allerdings von den bis jetzt bekannten, abweichende, parasitische Pilzform repräsentiren, im Ersteren aber wüsste ich sie nicht anders wie als Nesselorgane zu deuten, die eine höchst merkwürdige Uebereinstimmung mit den Nesselorganen der Coelenteraten zur Schau tragen würden. Obgleich ich der letzteren Ansicht zuneige, so möchte ich doch die Entscheidung weiteren Untersuchungen anheimgeben, die sich namentlich auch auf die Genese dieser Körper zu richten hätten. Sollte es sich bestätigen, dass diese Gebilde in der That zum Vorticellen-Körper gehörige Nesselorgane seien, so würde das für die Kenntniss vom Aufbau des Infusorien-Körpers von der grössten Wichtigkeit sein, da diese Nesselkapseln in Rücksicht auf ihre vollständige Uebereinstimmung mit denen der Coelenteraten sich ohne Zweifel auch ganz wie diese aus Zellen entwickeln würden.

(Die Fortsetzung des Textes folgt im nächsten Jahrgange.)

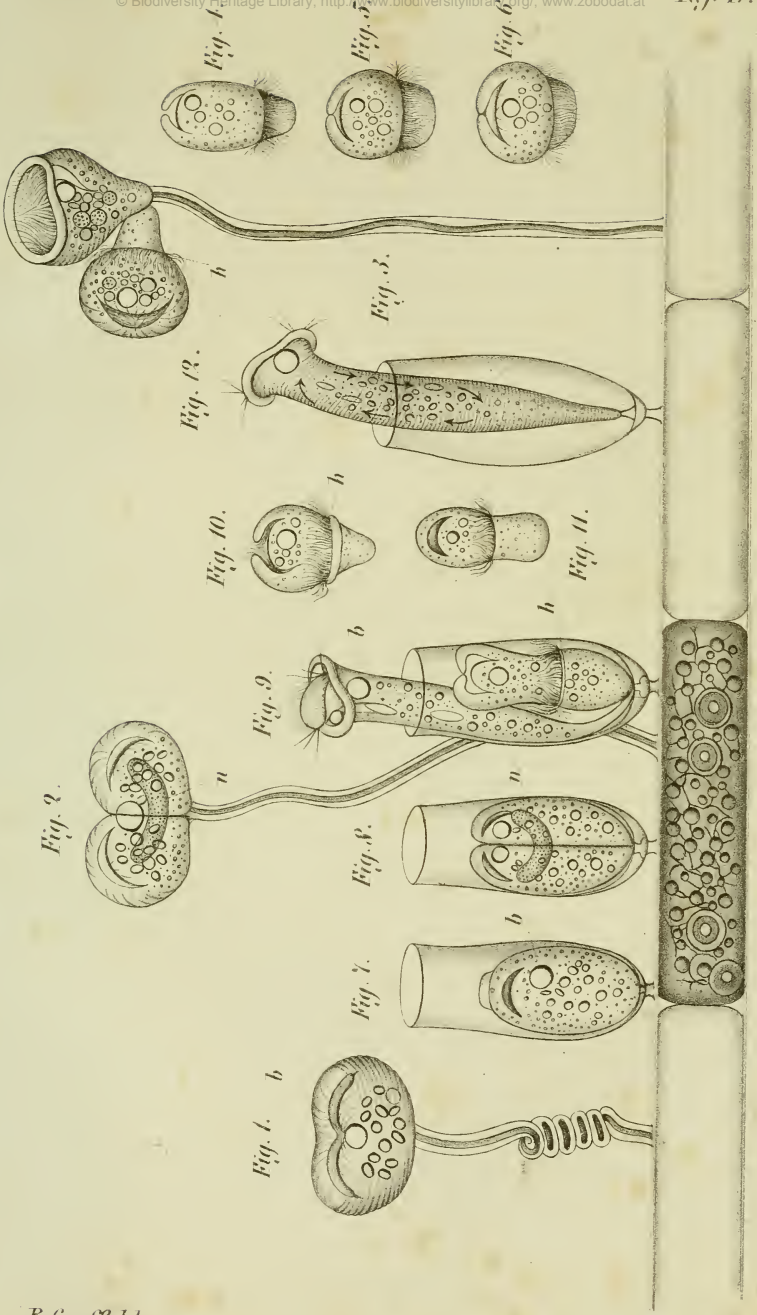




Fig. 1.

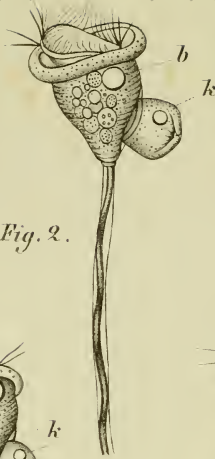


Fig. 2.

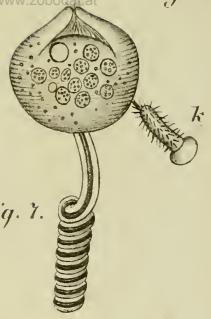


Fig. 7.

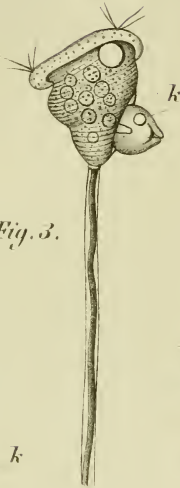


Fig. 3.



Fig. 8.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 4.





h

Fig. 1.

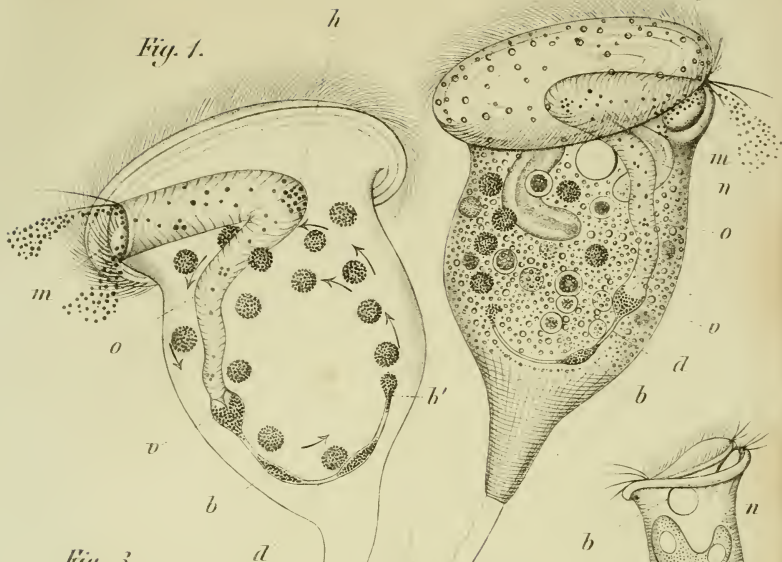


Fig. 3.



Fig. 4.

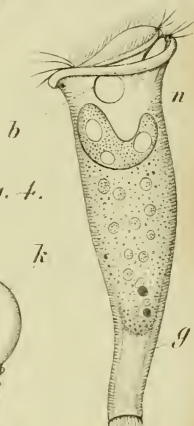


Fig. 2.

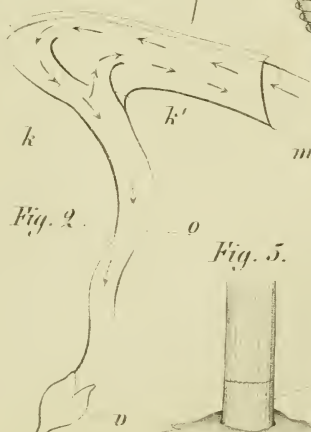


Fig. 5.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1870

Band/Volume: [36-1](#)

Autor(en)/Author(s): Greeff Richard

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. 353-384](#)