

## **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 des vorigen Jahrg.

(Fortsetzung des vorigen Jahrg. S. 584.)

---

### **Leibeshöhle und Verdauungsorgane der Vorticellen.**

Ehrenberg verdanken wir die erste richtige Anschauung von dem Ernährungs-Apparat der Vorticellen. Während man vor ihm, wie schon früher bemerkt, glaubte, der Körper dieser Thiere stelle eine vorne offene ausgehöhlte Glocke dar, zeigte er, dass die vordere Glockenöffnung durch eine wimpernde Scheibe geschlossen sei und dass erst hinter dieser Scheibe eine seitliche Oeffnung in das Innere des Körpers führe. Ebenso bestimmte er richtig die Lage des Afters als gesonderte aber mit dem Munde in derselben Grube liegende Oeffnung, was, wie wir früher schon bemerkten, als ein wesentlicher systematischer Charakter der Vorticellen-Familie angesehen werden muss. Mund und After sollten durch einen bis zum Grunde des Körpers herabhängenden bogenförmigen Darm verbunden sein, mit welchem Letzteren, seiner Anschauung vom polygastrischen Ernährungssystem der

Infusorien entsprechend, die Magenblasen vermittelt kleiner seitlicher Blinddärmchen verbunden waren.

Nach Widerlegung des polygastrischen Ernährungssystemes namentlich durch die treffende Beobachtung der beständigen Circulations - Bewegung des gesammten Leibesinhaltes bei *Paramaccium* (Focke) erhielt die Kenntniss vom Verdauungsapparat der Vorticellen wiederum eine reiche Förderung durch den der Wissenschaft leider so früh entrissenen C. F. J. Lachmann, an dessen schöne und sorgfältige Untersuchungen sich überhaupt ein gewissermassen neuer Abschnitt für die Erforschung des ganzen Baues und der Naturgeschichte unserer Thierchen schliesst.

Lachmann zeigte, dass die Wimpern auf der Wimperscheibe nicht in Kreise gestellt seien, wie Stein angab, sondern in einer Spirallinie zum Munde verlaufen, was übrigens schon Ehrenberg deutlich gesehen hatte, wie aus zahlreichen Figuren seines Infusorienwerkes (z. B. Taf. XXV. Fig. II, Taf. XXVIII. Fig. III, 3, 2 etc.) hervorgeht. Den Beobachtungen Lachmann's aber verdanken wir die exakte Bestimmung des Verlaufs der Wimperreihe, die rechts von der äussern Oeffnung des Nahrungsschlauches, der bisher sogenannten Mundöffnung, beginne, die Wimperscheibe ein- oder mehremale umkreise, um sich dann in einem Bogen in die genannte Oeffnung hineinzusenken und den ersten Theil des Nahrungsschlauches zu durchlaufen. Diesen Anfangstheil nannte er nach dem Vorschlage von Joh. Müller das Vestibulum. Das Vestibulum bilde somit einen Theil der Wimperspirale und könne auch aus dem Grunde nicht wohl schon als Rachen oder Theil der Speiseröhre betrachtet werden, da der After in ihn einmünde. Die Mundöffnung beginne deshalb erst am Ende des Vestibulum neben dem in derselben Grube liegenden After. Vom Munde führe eine kurze Röhre, der Oesophagus, zu dem etwas spindelförmigen Endtheile des Nahrungsschlauches, der als Pharynx bezeichnet wird. Die durch den Wimperstrom angezogenen und in den beschriebenen Kanal hineinbeförderten Nahrungstheile sammeln sich zu-

nächst in dem Pharynx zu einem Bissen, der, wenn er eine gewisse Grösse erreicht habe, in das Innere des Körpers gestossen, hier mit den breiweichen Inhaltmassen so lange umhergetrieben werde, bis er entweder allmählich verdaut oder durch den After wieder nach aussen entfernt werde.

Lachmann unterzieht besonders die Frage einer sehr sorgfältigen Prüfung, ob der Pharynx in der That der Endtheil des Nahrungsschlauches sei, oder ob von ihm noch ein weiterer Kanal ausgehe, der die Bissen vom Pharynx aufnehme und sie noch, wie es den Anschein habe, eine Strecke in einem Bogen fortführe, um sie dann erst in das Innere des Körpers zu stossen, entscheidet sich aber schliesslich für die gänzliche Abwesenheit jeder weiteren kanalartigen Fortbildung.

Den ganzen von der Cuticula und Rindenschicht umschlossenen Innenraum betrachtet nun Lachmann, und das ist für unsere später zu erörternde Ansicht von besonderer Wichtigkeit, als eine grosse Verdauungshöhle oder als Magen und die in demselben rotirende Inhaltmasse als Chymus.

Stein hat sich bezüglich des Verhaltens der beschriebenen Wimperspirale und ihrer Beziehung zum Vestibulum, so wie des weiteren Verlaufs und der Endigungsweise des Nahrungskanals vollständig den Ansichten Lachmann's angeschlossen. Andererseits aber ist er und mit ihm mancher Andere der Auffassung des Innenraums des Körpers als Verdauungshöhle und der die letztere erfüllenden Inhaltmasse als Chymus, aufs entschiedenste entgegengetreten, indem er das Vorhandensein beider, sowohl einer Leibeshöhle wie eines dieselbe erfüllenden Chymus in Abrede stellt. Vielmehr sucht er die Ansicht wieder herzustellen, wonach der gesammte Inhalt als contractile Sarkode anzusehen sei und stützt sich dabei hauptsächlich auf die Voraussetzung, dass die Grenzen der Leibeshöhle nicht bestimmbar seien, da das äussere (Rinden-) Parenchym in das Innenparenchym ganz allmählich übergehe und mit ihm auf allen Punkten verwebt sei.

Fassen wir zunächst die wohl wichtigste Frage nach dem Vorhandensein einer verdauenden Körperhöhle, auf die die Antwort der beiden Forscher so verschieden ausgefallen ist, ins Auge, so will ich von vorn herein erklären, dass mich meine Untersuchungen ganz unabweislich der Lachmann'schen Ansicht wieder zugeführt haben, und dass ich die von Stein dagegen aufgebrauchten Gründe nicht anerkennen kann.

Wir haben in dem vorhergehenden Abschnitt auszuführen gesucht, dass die äusseren Körperdecken, die den Innenraum umhüllen, aus drei verschiedenen Theilen bestehen, nämlich aus der äusseren Cuticula, den unter derselben liegenden Muskeln und der darauf folgenden Rindenschicht. Obgleich wir über das, was bei den Vorticellen und Infusorien überhaupt als Cuticula und als Muskeln anzusehen sei und über das Verhältniss dieser beiden Theile zu einander in einigen Punkten eine abweichende Ansicht von derjenigen Stein's haben aussprechen müssen, so befinden wir uns doch im Allgemeinen bezüglich des wirklichen Vorhandenseins der Cuticula und der Muskelfasern als selbstständiger Theile mit ihm in Uebereinstimmung. Es handelt sich also hauptsächlich um die Existenz und Bedeutung der Rindenschicht, namentlich in ihrem Verhältnisse zum Innenraum und dem Inhalte desselben.

Betrachtet man eine lebende Vorticelle genauer und länger, wozu sich selbstredend die Epistylis-Arten am besten eignen, da man bei ihnen nicht, wie bei den contractilstiligen Vorticellen durch die stets wiederholten und plötzlichen Contractionen und mit ihnen durch das immerwährende Verschwinden des Objectes in der Beobachtung gestört wird, so tritt uns sehr bald als eine der auffallendsten Erscheinungen entgegen, dass anscheinend die ganze Inhaltsmasse des Körpers in beständig rotirender Bewegung begriffen ist. Es ist das die zuerst von Focke und dann von Anderen an Paramecium und sonstigen Infusorien und auch von Lachmann an unseren Vorticellen beobachtete Rotationsströmung, die in sofern als eine folgenreiche Entdeckung angese-

hen werden muss, als sie eins der augenfälligsten Beweismittel gegen den von Ehrenberg den Infusorien zugeschriebenen Ernährungs-Apparat abgiebt. Die Thatsache dieser Rotationsströmung selbst ist nicht zu bezweifeln und gehört zu den beständigen und normalen Lebensäusserungen der betreffenden Infusorien. Sie ist keinesweges, wie Ehrenberg zur ferneren Stütze seines Systems geltend zu machen sucht, eine durch Druck oder Verschiebung des Inhaltes etc. erzeugte pathologische Erscheinung. Man beobachtet sie unter allen Verhältnissen an den lebenden Thieren, selbst wenn nicht die geringsten alterirenden Einflüsse, wie Druck u. s. w. stattfinden und erkennt sie am leichtesten und deutlichsten, wenn der Körperinhalt gefärbt ist oder wenn man zu diesem Behufe die Thiere einer Farbstoff (Carmin)-Fütterung aussetzt.

Zu den meistens von Natur intensiv gelb oder gelbbraun gefärbten und ausserdem zu den grösseren Epistylis-Arten gehört die schon mehrfach berührte *E. flavicans*, an welcher sich auch aus anderen Gründen das in Rede stehende Phänomen mit allen Einzelheiten sehr gut verfolgen lässt, wesshalb wir in dem Folgenden hauptsächlich sie unserer Beobachtung zu Grunde legen wollen. Sehen wir uns die Rotationsbewegung bei *E. flavicans* genauer an, so finden wir, dass nicht, wie es anfangs schien, diese Bewegung überall im Innern des Körpers stattfindet. Der ganze konische Hintertheil des Körpers, von der Anheftung des Stieles bis ungefähr da, wo die bauchige Ausschweifung der Glocke beginnt, nimmt an der Bewegung keinen Antheil (Taf. VIII. Fig. 1). Derselbe ist ausserdem nicht gefärbt, sondern hyalin und nur mit wenigen dunkelglänzenden Körnchen besetzt und tritt deshalb auch hierdurch gegen den gefärbten Inhalt des bauchigen Glockentheils hervor (Taf. VII. Fig. 1 u. 18). Man sieht aufs deutlichste, wie die kreisende Inhaltsmasse an der Innenwand dieses konischen Hintertheils vorbeistreicht, ohne dass Theile des letzteren in den Strom mit hineingezogen würden. Augen-

scheinlich ist hier eine feste Grenze zwischen dem flüssigen, beständig beweglichen Inhalte und einem festeren Wandparenchym, das zunächst die ganze konische Basis des Vorticellenkörpers erfüllt, von hier aber sich becherförmig an den Seitenwandungen erhebt und die innere Fläche der oben beschriebenen Hautdecken überzieht und auskleidet, überall eine feste scharfe Grenze gegen den flüssigen Leibesinhalt bietend.

Auch hiervon überzeugt man sich durch die Beobachtung, indem man die Rotationsbewegung von der Basis durch die Glockenhöhlung hindurch genau verfolgt. Von einem allmählichen Uebergehen des flüssigen Leibesinhaltes in das feste Wandparenchym, von einem Verwebtsein des Ganzen zu einer gemeinschaftlichen, den Körper als Parenchym ausfüllenden sogenannten Sarkode oder Protoplasma kann, wie hierdurch klar wird, keine Rede mehr sein; denn die Rotation wird je weiter nach aussen desto lebhafter und regelmässiger und zieht überall in scharfer Grenze an den Innenwandungen des Körperumfangs vorbei. Würde nach aussen der Inhalt allmählich consistenter und zäher und verschmolze hier mit der festeren Rindenschicht, die aber noch, wenn auch wiederstrebend, in die Rotation hineingezogen würde, so müsste die Bewegung doch folgerichtig nach aussen allmählich abnehmen. Aber gerade das umgekehrte Verhältniss findet, wie bemerkt, Statt. Wie wäre es ferner zu erklären, dass, wenn die Rindenschicht wirklich mit rotirte, die contractile Blase, der Nucleus, der Anfangstheil des Nahrungskanals (Vestibulum und Schlund) die Muskeln etc. dennoch stets in ihrer bestimmten Lage erhalten werden. Müssten nicht auch sie mit fortreiben und dadurch beständig ihre Lage ändern? Oder man müsste annehmen, diese Organe lägen nicht in der Rindenschicht, sondern innerhalb der Cuticula. Sie liegen aber, wie man aufs leichteste constatiren kann, unterhalb der Cuticula und in der Rindenschicht und haben, mit der ersteren wahrscheinlich gar keine Berührung. Bei Rhizopoden, die Stein als Vergleichsobjekte und zur Stütze seiner An-

sicht anführt, namentlich bei Amöben, ist eine solche Differenzirung in feste abgegrenzte Rindenschicht und Innenraum noch nicht zur Ausbildung gekommen, ja in vielen Fällen lässt sich nicht einmal eine äussere Haut nachweisen, aber hier haben die Organe des Körper auch noch keine bestimmte Lage gefunden, sondern werden im Innern mit der Inhaltsmasse umhergetrieben. Trotzdem bin ich weit entfernt den ganzen Amöbenkörper, insbesondere der grossen, selbstständigen, infusorien-ähnlichen Amöben, aus einfachem gleichmässigem Protoplasma bestehend anzunehmen, sondern ohne Zweifel haben wir hier, wie ich bei einer anderen Gelegenheit ausführlicher darzulegen hoffe, mancherlei in Form und Lebensäusserung von einander differente Substanzen und Gebilde zu unterscheiden. Noch weit weniger aber möchte man einen verhältnissmässig so hoch organisirten Thierleib, wie wir ihn in den Vorticellen vor uns haben, aus blossem Protoplasma bestehend ausgeben können. Könnte man nicht fast mit demselben Rechte einen grossen Theil der Coelenteraten, Würmer u. s. w. den Protoplasma-Geschöpfen zuweisen?

Genug, die angeführten Beobachtungen bestimmen mich, für den Vorticellenkörper eine nicht mit rotirende unter der Cuticula liegende Rindenschicht anzunehmen, die nach innen in fester Grenze einen Raum, die Körperhöhle, umschliesst, die also, da nach dem Obigen der keilförmige Hintertheil des Vorticellenkörpers mit dem festen Rindenparenchym ausgefüllt ist, eine becher- oder fingerhutförmige Gestalt hat.

Der Inhalt der Körperhöhle besteht aus einem dünnflüssigen Brei von aufgenommener oder bereits mehr oder minder aufgelöster Nahrung, d. h. aus Chymus der durch stete Zufuhr neuer Nahrung und Wasser von aussen durch die Mundöffnung und durch Abgabe der verbrauchten Stoffe durch den After in einem fortwährenden Wechsel begriffen ist. Im Innern der Körperhöhle kreist dieser Nahrungsbrei, wie oben ausführlich beschrieben, beständig umher, wodurch einerseits die Zerkleinerung und Chymifizirung, mit einem Worte die

Verdauung, und andererseits die Vertheilung der ernährenden Substanzen durch den ganzen Körper befördert wird. Wir sehen somit in der Körperhöhle der Vorticellen einen Gastrovascularraum im vollen Sinne des Wortes, eine Körperhöhle, in der die Verdauung und Circulation resp. Ernährung ganz in derselben Weise erfüllt wird, wie bei den Coelenteraten.

Mit Nichten kann dieser Brei als „durch und durch aus blosser Sarkode bestehend“ angesehen werden, wie Stein mit grosser Entschiedenheit zu Gunsten der Protoplasma-Theorie hervorhebt. Abgesehen davon, dass uns eine solche Verallgemeinerung des Protoplasmas noch auf entferntere und dunklere Bahnen führen würde, als bereits früher durch Dujardin geschehen, so spricht die unbefangene genaue Beobachtung auch in diesem Punkte wiederum entschieden gegen solche Auffassung. Und hiernach ist nicht einmal der zu einer gleichmässigen körnchenhaltigen Substanz bereits verarbeitete Chymus oder, wenn man will, um keine Meinung zu anticipiren, die Grundsubstanz des circulirenden Breies, Sarkode oder Protoplasma im Sinne der Autoren. Denn die Rotationsbewegung ist nicht, wie uns eine genaue Betrachtung lehrt, die einer zähen contractilen Substanz, sie äussert sich nicht nach Art der sonstigen bekannten amöboiden, langsam kriechenden Protoplasmaströme, sondern sie schreitet überall leicht und lebhaft beweglich, zuweilen sogar in leicht zitternder Strömung durch den Innenraum. Wie ist diese aber mit der Bewegungserscheinung zu vereinigen, die wir an dem contractilen, zähen Protoplasma stets zu sehen gewohnt sind und die als charakteristisch und massgebend hierfür angesehen werden muss. Ist die vibrirende Bewegung nicht vielmehr ein deutlicher Beweis, dass dieselbe durch eine leichtflüssige, nicht contractile Substanz, d. h. gerade nicht durch Protoplasma getragen ist. Ueberdies muss hier noch einmal auf die schon oben bei Beurtheilung der die Körperhöhle umschliessenden Rindenschicht geltend gemachte Erscheinung aufmerksam gemacht werden, nach

welcher an den Aussenwandungen die Strömung am lebhaftesten ist.

Stein fordert ferner für den Nachweis einer Leibeshöhle, dass dieselbe, wenn der Inhalt entleert sei, sich als eine leere Höhle müsse übersehen lassen. Könnte man mitten durch den Körper der Vorticellen einen Querschnitt zu Stande bringen, was allerdings bei der Kleinheit und Zartheit des Objektes nicht ausführbar erscheint, so würde man, wie ich nicht zweifle, sich die Körperhöhle direkt zur Anschauung bringen können; aber auch die Beobachtung des lebenden unverletzten Thieres genügt jener Anforderung. Isolirt man z. B. eine eben aufgefischte Vorticelle mit durch Nahrungsstoff prall ausgefüllter Glocke eine Zeitlang in klarem Wasser auf einem Objektträger oder in einem Uhrschildchen, so sieht man, wie die Nahrungsballen, einer nach dem andern, ausgeworfen werden. Der Körper wird allmählich heller und gestreckter, die Wandungen bekommen Falten, und nach Verlauf einiger Zeit ist aus der wohlgenährten bauchigen Vorticelle ein schwächtiges collabirtes Thierchen geworden, dessen Körperdecken hier und dort in tiefen Falten und Einbuchtungen in die entleerte Magenhöhle eingesenkt sind.

Statt der Nahrung wird nun aber andererseits Wasser durch den Nahrungsschlauch aufgenommen und je nachdem diese Zufuhr entweder reichlich oder spärlicher anfällt, füllt sich die Leibeshöhle oder collabirt nicht so vollständig wie oben angedeutet. Zu gleicher Zeit aber tritt nun die auffallende und für die vorliegende Frage sehr charakteristische Erscheinung zu Tage, dass nun die Bewegung des Inhaltes eine viel lebhaftere ist als vorher und meist in eine deutlich vibrirende Strömung der noch mit dem Wasser vermischten Formbestandtheile erkennen lässt. Diese Formbestandtheile, die nach Entfernung der grösseren Nahrungsballen zurückbleiben, sind bei einigen Arten ausserdem von ganz constanter Gestalt und Grösse, wie sie z. B. bei *Epistylis flavicans* in glänzenden leicht gelb gefärbten, oft zu mehreren, meist zu drei oder vier zusammengeballten in verhältnissmässig

grossen Kügelchen (Taf. VII. Fig. 5) bestehen, so dass man versucht ist, das ganze nun von den gröbereren noch ungelösten oder unlöslichen Nahrungsstoffen befreite Fluidum als die mit Wasser vermischte Blutflüssigkeit oder Chylus anzusehen.

Die vorstehenden Beobachtungen und Andeutungen mögen einstweilen zur Begründung meiner Annahme einer verdauenden Körperhöhle für die Vorticellen genügen und wir kommen nun zu der oben bereits aufgeworfenen zweiten Frage, nämlich der Beschaffenheit des in diese Verdauungshöhle einführenden Nahrungsschlauches. Wie schon früher bemerkt, wurde zuerst von Ehrenberg die richtige Lage der von ihm als Mund bezeichneten, äusseren Oeffnung des Nahrungsschlauches so wie die Stelle des Afters erkannt. Nach ihm liegt direkt hinter der Wimperscheibe die ruidliche Mundöffnung und in einer Grube im Anfangstheil des in den Körper eintretenden Nahrungskanals der After. Stein zeigte ferner, dass diese Mundöffnung zwischen Wimperscheibe und Peristom liege, und dass von hier aus der von ihm in Rachen und Speiseröhre unterschiedene Nahrungsschlauch in das Körperparenchym hineinhänge. Durch die Speiseröhre sollten die Nahrungsballen in das Körperparenchym eingestossen und in den meisten Fällen die verbrauchten Nahrungsstoffe auf demselben Wege wieder zurück befördert werden. Die genaueste Beschreibung des Ernährungsapparates der Vorticellen gab endlich Lachmann<sup>1)</sup>. Er fand, dass die Wimpern auf der vorderen Körperscheibe einen spiraligen Verlauf nähmen und zwar, dass z. B. bei *Carchesium polypinum* diese Wimperspirale rechts von der äusseren, von Ehrenberg und Stein Mund genannten Nahrungsöffnung beginne, sich dann über die letzteren weg nach links wende und den Rand der kreisförmigen Scheibe umlaufe, um sich zuletzt wieder in die Mundöffnung und in den Anfangstheil des Nahrungskanals hineinzusenken (vergl. Taf. VI. Fig. 9). Im Grunde dieses Anfangstheiles liege (wie schon

1) Müller's Archiv Jahrg. 1856. S. 340.

Ehrenberg gefunden) der After, weshalb auch eigentlich hier erst der Mund beginnen könne. Der vor dieser Stelle gelegene Anfangstheil, einschliesslich der Ehrenberg'schen Mundöffnung, wird desshalb nach dem Vorschlage von Joh. Müller als der Vorhof des Verdauungsapparates, das Vestibulum, bezeichnet. Das Vestibulum setze sich zunächst in eine kurze und dünnere Röhre, den Oesophagus, fort und endige in einem etwas weiteren spindelförmigen Theile, der Pharynx bezeichnet wird, durch welchen die Nahrungstheile ballenweise direkt in das weiche Körperparenchym hineinfallen. Stein <sup>1)</sup> hat später die Lachmann'schen Beobachtungen bestätigt und auch die für die einzelnen Theile des Verdauungsapparates von demselben gewählten Bezeichnungen im Ganzen adoptirt nur mit der Aenderung, dass er die beiden unterschiedenen Theile Oesophagus und Pharynx unter dem Namen des letzteren zusammenfasst, da er den Lachmann'schen Pharynx weder durch irgend eine Abgrenzung noch funktionell von der vorhergehenden, Oesophagus genannten Röhre zu unterscheiden vermag. Beide stimmen darin überein, dass von dem hinteren zugespitzten Ende des Pharynx eine weitere Kanalfortsetzung des Nahrungsschlauches nicht stattfindet, sondern dass sich in diesem die Nahrungsstoffe ansammeln, um dann in das bogenförmig auseinanderweichende Körperparenchym einzusinken.

Ich muss zunächst bezüglich der Wimperspirale und des Vestibulum's bei *Carchesium polypinum* und vielen anderen, namentlich den kleineren Vorticellen-Arten den Beobachtungen Lachmann's und Stein's vollkommen beistimmen (vgl. Taf. VI. Fig. 9, durch welche der Verlauf der Wimperspirale und das Verhalten derselben zum Vestibulum u. s. w. bei *Carchesium polypinum* dargestellt ist). Bei den grösseren *Epistylis*-Arten findet sich aber in sofern eine Abweichung, als hier die Spirale nicht auf eine einzige Kreistour beschränkt bleibt, sondern deren mehrere auf der Wimperscheibe beschreibt, bevor sie

1) Der Organismus der Infusionsthierc II. S. 84 ff.

sich in das Vestibulum hineinsenkt, worauf schon Lachmann aufmerksam macht. Ein solcher mehrfacher Wimperkreis findet sich z. B. bei unserer *Epistylis flavicans*. Bei dieser Vorticelle tritt ausserdem der Verdauungsapparat in so deutlicher und zum Theil eigenthümlicher Anordnung hervor, dass wir wiederum an sie auch für die vorliegende Frage anknüpfen wollen. Die vordere Wimperscheibe trägt bei *Epistylis flavicans* vier Cilienkreise (Stein und Lachmann geben drei an), die anscheinend alle concentrisch um einander liegen. So leicht es ist bei manchen Vorticellen-Arten, bei *Carchesium polypinum*, bei *Epistylis plicatilis* und *parasitica*, bei *Zoothamnium alternans* u. s. w. sich von dem spiraligen Verlauf und der schliesslichen Einbiegung der Wimperreihe in das Vestibulum zu überzeugen, so schwer ist beides bei *E. flavicans* und zwar wohl zunächst aus dem Grunde, weil ein sogenannter „Stiel“ des Wimperorgans hier fehlt. An die Wimperscheibe scheint sich vielmehr direkt das Peristom als dünner, bei offener Glocke nach hinten umgeschlagener, Saum anzuschliessen, ohne von der Scheibe, wie bei den meisten anderen Vorticellen, durch jene tiefe Furchung getrennt zu sein, aus welcher sich erst nach innen das „nützenförmige“ Wimperorgan erhebt. Die äussere Oeffnung des Nahrungskanals liegt desshalb auch, so weit ich dies bis jetzt habe sehen können, nicht bloss hinter der Wimperscheibe, sondern auch, abweichend von den übrigen Vorticellen, hinter dem Peristom (Taf. VIII. Fig. 1 und Taf. VII. Fig. 5 ff.). Von dieser Oeffnung (Taf. VIII. Fig. 1 und 2 m ff.) aus läuft ein ziemlich weiter Kanal direkt hinter der Wimperscheibe mit der Ebene derselben parallel nach innen, der dann eine knieartige Biegung (Taf. VIII. Fig. 1, h) macht und, allmählich enger werdend, wieder zur Mund- (Bauch-) Seite und dann nach hinten läuft, indem er auf diesem Wege noch zwei oder drei schwache Windungen beschreibt. Bis zur knieartigen Biegung geht nach Lachmann der Anfangstheil des Nahrungskanals, das sogenannte Vestibulum. Im Grunde der Aushöhlung dieses Knies liegt hinter einer langen den ganzen Anfangstheil des Nahrungskanals

durchlaufenden und durch die äussere Oeffnung hervortretenden Borste (Taf. VIII, Fig. 2 ff.) der After (Fig. 2 h) und hier soll desshalb auch nach Lachmann erst der Mund beginnen.

Diese Bestimmung der Mund- und Afteröffnung und des Anfangstheils des Nahrungsschlauches als Vestibulum hat gewiss ihre Berechtigung, indessen würde es meiner Meinung nach für die ganze Auffassung des Nahrungskanals einfacher sein, wenn man für die äussere Oeffnung die Bezeichnung des Mundes beibehalten wollte. Dass in diesen Anfangstheil des Nahrungskanals der After mündet, und dass somit die äussere Oeffnung zu gleicher Zeit zur Einführung der Nahrung und zur Ausführung der verbrauchten Stoffe dient, kann uns doch wohl nicht abhalten, dieselbe als Mundöffnung zu bezeichnen. Finden wir doch bei allen Coelenteraten und bei manchen Echinodermen und Würmern, bei welchen ein besonderer nach aussen mündender After vermisst wird, durchaus ähnliche Verhältnisse. Müsste man z. B. den Nahrungsschlauch der Anthozoen nicht auch als Vestibulum bezeichnen und an das hintere offene Ende desselben die Mundöffnung verlegen, da auch die eigentliche Auswurfsöffnung hier beginnt resp. in diesen Anfangstheil des Nahrungskanals mündet. Giebt man ausserdem durch Bezeichnung und Auffassung zu, dass dieses Vestibulum als der Anfangstheil des Nahrungskanals zu betrachten sei, so braucht man doch auch wohl keinen Anstand zu nehmen, den Beginn dieses Anfangstheiles, d. h. die äussere Oeffnung desselben als Mundöffnung in Anspruch zu nehmen. Jedenfalls möchte hierdurch die ganze Auffassung des Nahrungskanals, namentlich auch die Beschreibung und Terminologie beträchtlich erleichtert und vereinfacht werden. Das Lachmann'sche Vestibulum würde dann, wie das schon früher geschehen ist, als Pharynx zu bezeichnen sein, wozu uns noch eine besondere Einrichtung berechtigt, die in dem kniehöhlenartigen Ende dieses Pharynx sich befindet. Man sieht nämlich deutlich, wie die durch den Wimperstrom in den Mund getriebenen Nahrungstheile

zunächst bis hierher gelangen und dann entweder wieder zurück und durch den Mund nach aussen oder in den folgenden Abschnitt des Nahrungskanals weiter befördert werden. Hierzu dienen bei *Epistylis flavicans* zwei klappenartige Scheidewände (Taf. VIII. Fig. 2 k und k'), die in der hinteren Höhlung des Schlundes, dem eigentlichen Schlundkopfe, sich befinden, und die durch die entsprechende Wimperung unterstützt, den beiden entgegengehenden Strömungen die Richtung bestimmen.

Von dem Schlunde oder, wenn man will, dem Vestibulum, setzt sich nun, wie bereits oben gesagt, der Verdauungskanal, eine Umbiegung machend und nach hinten und zur Bauchseite zurücklaufend, in einen ebenfalls noch eigenwandigen allmählich enger werdenden Schlauch fort, der dann schliesslich nach den bisherigen Beobachtungen in einen vorne etwas erweiterten, hinten zugespitzten Theil übergehen und hier endigen soll. In diesem Endtheil sollen die durch den Wimperstrom in den Verdauungsapparat eingetriebenen Nahrungsstoffe zu einem Ballen angesammelt und dann direkt in das Körperparenchym eingestossen werden. Diesen Theil des Verdauungsapparates vom Ausgang des Vestibulum resp. von der inneren Mundöffnung bis zu dem spindelförmigen Endtheil hatte Lachmann als Oesophagus und den Endtheil desselben selbst erst als Pharynx bezeichnet, während Stein den ganzen Theil, vom Vestibulum an, also den Lachmann'schen Oesophagus und Pharynx zusammen Pharynx nennt. Nach den obigen Auseinandersetzungen aber bezüglich der Zweckmässigkeit der Beziehung „Vestibulum“ für den Anfangstheil, müsste nun natürlich, falls man diesen letzteren Pharynx nennen wollte, der oben beschriebene Endtheil als Speiseröhre zu betrachten sein.

Doch dem sei wie ihm wolle, da es sich dabei nur um eine mehr oder minder zweckmässige Auffassung und Terminologie als um thatsächliche Beobachtung handelt, darin stimmen die Resultate der bisherigen Untersuchungen aber alle überein, dass hinter jener spindelförmigen Anschwellung des Pharynx oder der Speiseröhre keine

Spur von besonderen Nahrungswegen mehr vorhanden ist, sondern dass der Verdauungskanal hier sein vollständiges Ende erreicht.

Indessen trotz der sorgfältigen, diesen Punkt betreffenden Untersuchungen Lachmann's und Stein's muss ich dennoch auf Grund meiner eigenen Beobachtungen behaupten, dass wenigstens bei *Epistylus flavicans* dieser vermeintliche Endtheil sich in der That noch eine ziemlich weite Strecke als geschlossener eigenwandiger Kanal in die Leibeshöhle fortsetzt.

Man kann sich hiervon auf zweifachem Wege überzeugen, einmal durch die direkte Beobachtung des fraglichen Kanals innerhalb der Leibeshöhle, ja sogar Isolirung desselben, und dann dadurch, dass man die Thiere einer Farbstofffütterung aussetzt, um den Weg zu verfolgen, den die Farbstoff-, resp. Nahrungstheile nehmen. Betreten wir zunächst den ersten als den direkten und sichersten Weg und benutzen wir den zweiten bereits so vielfach versuchten und leicht zu Täuschungen führenden bloss zur Vervollständigung des ersteren.

Hat man eine Kolonie von *Epistylis flavicans* eine Zeit lang in klarem Wasser isolirt gehalten, so werden, wie bereits oben angeführt, die in der Leibeshöhle circulirenden Nahrungsballen nach und nach alle durch den After ausgeworfen. Dadurch werden die sonst gelb und gelbbraun gefärbten Thiere heller und durchsichtiger und gestatten einen besseren Einblick in den inneren Leiberraum. Betrachtet man nun eine so vorbereitete Vorticelle unter vorsichtiger Compression und in der geeigneten Lage, so sieht man zunächst klar den Verlauf des ganzen oben beschriebenen Verdauungsapparates von der Mundöffnung (Taf. VIII. Fig. 1 u. 2 m) durch das Vestibulum (Pharynx) und die Speiseröhre (Fig. 1, 2, o) hindurch bis zu dem spindelförmigen Endtheil (v) und zu gleicher Zeit, dass dieser ganze Weg mit, wenn auch verhältnissmässig wenigen aber lebhaft schlagenden Wimpern besetzt ist. Das Ende dieses Kanals, die mehrfach erwähnte spindelförmige Anschwellung, ist nun aber bei *Epistylis flavicans* nicht, wie dies von Lachmann und

Stein dargestellt ist und wie es bei den meisten übrigen Vorticellen auch der Fall zu sein scheint, die einfache Fortsetzung des vorhergehenden Kanals (Speiseröhre), sondern präsentirt sich als ein von letzterem deutlich abgesetzter bauchiger Trichter (Taf. VIII. Fig. 1 u. 2 v), der das Ende des in ihn einmündenden Kanals umfasst, und dessen nach hinten gerichtete Spitze, wie man unter günstigen Umständen aufs deutlichste sehen kann, in einen feinen Kanal übergeht (Fig. 1 u. 2 d), der im Grunde der Körperhöhle einen weiten Bogen beschreibt, und auf der vom Trichter entgegengesetzten Seite, ungefähr in der Höhe seines Anfangs plötzlich abbricht, d. h. offen in die Leibeshöhle mündet. Der ganze Kanal von der Spitze des Trichters bis zu seinem Ausgange ist, wenn er nicht durch Nahrungsstoffe oder Wasser erweitert, mehr oder minder collabirt, und erscheint desshalb in diesem Zustande als eine helle bogenförmige Linie oder feiner Streifen. Zuweilen gelingt es nun, indem man vorsichtig und allmählich den Körper bis zum Zerdrücken comprimirt und dabei die helle Bogenlinie unverrückt im Auge behält, dass man dieselbe in dem ganz aus seiner natürlichen Lage gebrachten und ausströmenden Inhalte noch erkennen und eine Strecke verfolgen kann. Diese Erscheinung, die also gewissermassen einer Isolirung des betreffenden Theiles gleichkommt, ist aber, wie ich glaube, entscheidend, da sich dieselbe nur durch das Vorhandensein eines wirklichen Kanales erklären lässt.

Nach dieser direkten Beobachtung, die allerdings oft mit grossen Schwierigkeiten und durch das häufige Misslingen mit manchem durch die steten Wiederholungen bedingtem Zeitverlust verbunden sein kann, wird man nun durch eine mit unseren Thierchen vorgenommene Carminfütterung das so gewonnene Bild auf das schönste bestätigen und vervollständigen können, zu gleicher Zeit aber auch neuen Schwierigkeiten für die Auffassung gegenüber stehen.

Man sieht wiederum zunächst, wie die Carminpartikelchen durch die Cilienkreise der Wimperscheibe nach

der am Peristomrande gelegenen äusseren Oeffnung des Verdauungskanales (Mundöffnung) hingetrieben (Taf. VIII. Fig. 1 m) und hier zum grössten Theil wieder in einem Strudel nach der entgegengesetzten Seite zurückgeschleudert werden, während nur ein verhältnissmässig geringer Theil in das Vestibulum (Pharynx) hinein gelangt. Aber auch von diesen werden die meisten Partikelchen aus dem tief ausgehöhlten Grunde des Vestibulum wiederum ausgeworfen, wobei die oben beschriebenen klappenartigen Scheidewände in der Vestibulum (Pharynx-) Höhle die beiden entgegengesetzten Strömungen leiten (vergl. Taf. VIII. Fig. 2, bei welcher die Pfeile die verschiedenen durch die Scheidewände k u. k' und die Wimperung bedingten Stromesrichtungen bezeichnen).

Diejenigen Farbstoffpartikelchen, die das Vestibulum ungehindert passirt haben, werden nun in der Regel durch den folgenden Kanal (Fig. 1, 2 o) mittelst der in demselben lebhaft schlagenden Wimpern rasch hindurch befördert, fallen in den Trichter (v) und machen hier Halt, bis dieser Behälter allmählich vollständig mit Farbstoff erfüllt ist. Zu gleicher Zeit aber wird natürlich auch Wasser durch den Nahrungsschlauch mit eingeführt, so dass der Farbstoffballen von einer hyalinen Blase umgeben scheint. Ist die Höhle des Trichters mehr oder minder prall ausgefüllt, so öffnet sich, bald früher, bald später, zuweilen schon wenn nur erst eine geringe Menge von Farbstoff angesammelt ist und dann vielleicht durch den Druck des Wassers, die nach hinten gerichtete Spitze, und nun gleitet der gesammte Inhalt in Form eines lang ausgezogenen spindelförmigen Bissens zunächst nach hinten bis auf den Grund der Körperhöhle (Taf. VIII. Fig. 1 b, b), um sich dann wieder in einem Bogen nach vorn zu wenden, ungefähr bis zur Höhe seines Ausgangspunktes. Hier angekommen sieht man an dem vorderen zugespitzten Ende des Farbstoffkörperchens plötzlich ein Knöpfchen entstehen (Fig. 1, b') und gleich darauf schiebt sich der ganze Bissen zu einem kugeligen Ballen zusammen. Während des ganzen Verlaufes kann man vor- und rückwärts das Lumen des sich vorne öffnenden und hinten

wieder schliessenden Kanales sehr deutlich verfolgen. Sehr bemerkenswerth für den ganzen Vorgang ist ausserdem, dass die Geschwindigkeit, mit der die spindelförmigen Farbstoffkörperchen die beschriebene Bahn durchgleiten, eine von der Bewegung des rotirenden Nahrungsbreies durchaus verschiedene, d. h. weit grössere und eine durchaus gleichmässige ist, und dass diese Geschwindigkeit plötzlich und zwar in dem Moment aufhört, wo der Bissen in der oben beschriebenen Weise zu einem kugeligen Ballen sich zusammenschiebt. Die Farbstoffkugel liegt nun augenscheinlich in dem Nahrungsbrei der Körperhöhle eingebettet, anfangs noch von einer hyalinen Cyste (Wasser) umgeben und wird nun mit diesem Nahrungsbrei langsam fortgetrieben.

Der Form- und Bewegungswechsel der Farbstoffkörperchen ist ein so auffallender und plötzlicher, dass er wohl nicht anders erklärt werden kann als durch die Anwesenheit eines von der Spitze des Trichters ausgehenden bogenförmigen Kanales. Charakteristisch ist namentlich hierfür der Augenblick, wo der langgestreckte zugespitzte schnell fortgleitende Bissen plötzlich anhält, mit einem Knöpfchen aus dem engen Kanal hervortritt, um dann augenscheinlich sofort aus demselben heraus und in die Leibeshöhle zu fallen. Es ist wohl nicht denkbar, dass die beschriebenen Erscheinungen auch dadurch hervorgerufen werden könnten, dass die Farbstoffballen von dem Trichter aus direkt ohne Kanalvermittlung in den Nahrungsbrei der Körperhöhle eingestossen würden, zumal oft ein Bissen nach dem anderen ganz denselben Bogen und in derselben zusammengedrückten Spindel form durchläuft, oft sogar den ganzen Weg mit ancinander gereihten Carmintheilchen besetzt, so dass derselbe nun wie eine rothe Bogenlinie aus dem Inneren hervorleuchtet. So bleiben die Farbstofftheilchen oft lange innerhalb des Kanals, den Verlauf desselben markirend, während rund um die rotirende Bewegung des Nahrungsbreies anhält. Es ist einleuchtend, dass, wären diese Farbstofftheilchen einfach von dem Trichter in diesen Nahrungsbrei hineingefallen, sie von der Strömung des

letztern, namentlich die kleinen Carminkörnchen, mit fortgezogen werden müssten und keinenfalls in einer Bogenlinie continuirlich aneinander gereiht Halt machen könnten.

Genug, hat man die oben vorgeführten Bilder vor Augen gehabt, sowohl bei der direkten Beobachtung als bei Carminfütterung, so kann man wohl kaum noch daran zweifeln, dass in der That ein von der Spitze des Trichters in einem Bogen im Grunde der Körperhöhle verlaufender und dann offen in dieselbe mündender Kanal existirt.

Nun dürfen wir aber nicht übersehen, dass neben diesen deutlichen und sprechenden Erscheinungen auch solche zur Beobachtung kommen, die wieder geeignet sind Bedenken gegen die Existenz eines besonderen Kanals zu erregen und die auch Lachmann und Stein veranlasst haben einen solchen in Abrede zu stellen. Hierzu gehört zunächst die Thatsache, dass die Curven, welche die vom Trichter ausgehenden Carminballen resp. die Nahrungsstoffe beschreiben nicht immer dieselben, sondern zuweilen weiter, zuweilen enger sind. Das ist nun aber meiner Meinung nach auf folgende Weise zu erklären: der ganze Nahrungsschlauch, von der äusseren hinter der Wimperseibe gelegenen Mundöffnung bis zu dem Trichter hat eine dem Wechsel nicht unterworfen bestimmte Form und Lage. Er liegt, wie bereits früher bemerkt wurde, innerhalb der verhältnissmässig festen, die Körperhöhle umschliessenden oder sie bildenden Rindenschicht und wird durch diese in seiner Lage festgehalten. Der vom Trichter ausgehende feine bogenförmige Schlauch aber ist nicht mehr durch die Rindenschicht befestigt, sondern hängt frei in die Leibeshöhle hinein und kann daher durch die Bewegungen des ihn umkreisenden Nahrungsbreies hin und wieder eine Lageveränderung erleiden. Ausserdem ist leicht einzusehen, dass auch durch die hindurchgleitenden Stoffe selbst der lose aufgehängte Schlauch je nach der Stärke des Bissens u. s. w. bald mehr bald weniger gekrümmt werden kann. Zudem ist zu be-

achten, dass unter diesen Umständen sehr leicht Täuschungen entstehen können, indem man glaubt eine Curvenveränderung wahrzunehmen, während doch nur, entweder durch Drehungen des Thieres selbst oder durch Verschiebung des Schlauches, die Richtung des Bogens eine andere geworden ist, namentlich dadurch, dass also jetzt das freie Ende des Schlauches zur Seite gekrümmt und beim nächstenmale mehr oder minder dem Beobachter zugekehrt ist. Hierdurch erklärt sich auch, dass, wenn eine Vorticelle hinreichend comprimirt ist, die Curven gewöhnlich am regelmässigsten ausfallen, da eben durch die Compression des Körpers die Bewegungen und Lageveränderungen des Schlauches beschränkt werden.

Ein anderer Einwand gegen die Anwesenheit eines selbstständigen Kanals ist der, dass der vom Trichter eingestossene Bissen nicht immer eine gleich lange Bahn durchlaufe, sondern bald näher bald von seinem Ausgangspunkte entfernter hervortrete. Indessen mag auch diese Erscheinung in vielen Fällen durch die oben erwähnten Lageveränderungen des beweglichen Schlauches hervorgerufen sein. Andererseits scheint der zarte Schlauch unter gewissen Umständen, insbesondere wenn die Leibeshöhle von den festen Bestandtheilen zum grössten Theil entleert und mit mehr oder minder flüssigem Inhalte erfüllt ist, also bei vermindertem Druck, eine grosse Ausdehnbarkeit zu besitzen, wodurch die durchgleitenden Bissen sich dann früher als sonst zusammenballen und verbreitern können. Namentlich gilt dies vom Wasser, das in dem Trichter sich angesammelt und in den bogenförmigen Schlauch übergeführt, hier den letzteren durch Bildung eines grossen Tropfens ausdehnt, der erst allmählich durch Mischung mit dem Nahrungsbrei verschwindet.

Die oben angeführten Beobachtungen gelten, wie schon früher bemerkt, zunächst *Epistylis flavicans*. Bei den übrigen Vorticellen habe ich den fraglichen Kanal nicht mit derselben Sicherheit constatiren können, obgleich ich auch bei manchen anderen durch direkte Beobachtung die feine linienförmige Fortsetzung der Spitze

des Trichters in die Leibeshöhle hinein habe feststellen können. Möglich aber, dass bei anderen Vorticellen dieser Schlauch kürzer ist, als bei *Epistylis flavicans* oder, vielleicht auch zeitweise, z. B. nach vorhergegangener Theilung, ganz fehlen kann, worüber noch weitere Beobachtungen entscheiden mögen. Auch findet sich darin eine Abweichung der in Rede stehenden *Epistylis* von den verwandten Formen, als bei jener der bauchige birnförmige Trichter stets deutlich von dem vorhergehenden Oesophagus abgesetzt zu sein scheint, und somit als besonderer Theil anzusehen ist. In Rücksicht hierauf könnte man vielleicht in diesem Trichter den ersten Versuch einer eigenwandigen Magenbildung und in dem davon ausgehenden bogenförmigen Kanal einen ebenfalls noch sehr primitiven Darmkanal erblicken.

#### Der contractile Behälter der Vorticellen.

Bei manchen Vorticellen, namentlich bei *Ep. flavicans*, *Carchesium polypinum* u. a. habe ich das von Stein manchen anderen Infusorien zugeschriebene <sup>1)</sup> rosettenförmige Kanalsystem beobachten können, aber in der Regel erst recht deutlich, wenn die Contractionen durch Druck u. s. w. verlangsamt waren. Bei Beginn der Systole erscheinen, ganz wie es Stein beschreibt, rund um den Rand des Behälters perlartige Blasen, die beim Kleinerwerden des mittleren Behälters eine rosettenförmige Gruppierung annehmen, in der die einzelnen Blasen indessen in der Regel nicht alle von gleicher Grösse sind und die bei der Diastole wieder in eine einzige Blase zusammenfliessen. Zuweilen habe ich geglaubt eine Communication des contractilen Behälters mit dem Anfangstheil des Nahrungsschlauches (Vestibulum), in dessen Nähe derselbe stets liegt, zu beobachten, indessen habe ich hierüber keine Sicherheit erlangen können. Der contractile Behälter der Vorticellen liegt stets innerhalb der Rindenschicht des Körpers, ziemlich

1) Der Organismus der Infusionsthier I. S. 88.

dicht unterhalb der äusseren Cuticula, und hat hier seine bestimmte Lage, die durch die Strömungen des Leibsinhaltes im Allgemeinen unberührt bleibt, wiederum ein Zeichen, dass die Rindenschicht ein festes Parenchym bildet, das nicht an der Rotationsströmung betheiligt ist, da sonst auch die contractile Blase, so wie die übrigen bereits früher bezüglich dieses Punktes hervorgehobenen Organe (Nucleus, Nahrungsschlauch u. s. w.) ihre Lage stets mit verändern müssten.

Bei *Carchesium polypinum* findet sich ein, so viel ich weiss, bisher nicht beschriebenes sehr eigenthümliches Organ, das hier vorläufig seine Stelle finden mag, weil es stets an dem contractilen Behälter anliegt. Es ist ein ebenfalls, wie dieser, blasenartiger aber nicht contractiler Raum, der an seinem ganzen Umfange mit feinen, kurzen und geraden Stäbchen, die, wie es scheint, in tangentialer Richtung zur Oberfläche liegen, bedeckt ist (Taf. VI. Fig. 4, x). Die Stäbchen sind indessen bloss im frischen Zustande, d. h. beim lebenden Thiere zu beobachten. Ist die Vorticelle abgestorben oder zu stark comprimirt, so werden sie undeutlich oder verschwinden ganz. Zuweilen habe ich sie auch bei unversehrten Individuen vermisst, während das fragliche Organ selbst niemals fehlt. Der Innenraum scheint eine hyaline Flüssigkeit zu enthalten, die denselben aber nicht immer prall ausfüllt, so dass auf der Oberfläche häufig Einbuchtungen und Fortsätze u. s. w. entstehen (Taf. VI. Fig. 9, r). Bald glaubte ich eine Beziehung zum contractilen Behälter, bald, wie bei diesem, eine Verbindung mit dem Anfangstheile des Nahrungsschlanches, d. h. eine Oeffnung in denselben zu erkennen, ohne indessen hierüber wie überhaupt über die Bedeutung des ganzen Gebildes sichere Anhaltspunkte zu gewinnen.

### Fortpflanzung und Entwicklung der Vorticellen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung der Vorticellen durch Theilung ist eine der ältesten derartigen Beobach-

tungen an Infusorien und niederen Thieren überhaupt und ist unzählige Male bestätigt worden. Sie tritt bei allen Vorticellen (wenn man die durch diagonale Theilung (Stein) sich vermehrende, zu den Ophrydinen gehörige, Gattung Lagenophrys ausnimmt) als Längstheilung und zwar als Halbirung in zwei mehr oder minder vollkommen gleiche Hälften auf. Die Theilung wird stets dadurch eingeleitet, dass die Vorticelle das Wimperorgan nach innen einzieht und das Peristom fest über das Erstere zusammenzieht, und in diesem contrahirten kugeligen Zustande einige Zeit verharret, wobei die contractilstieligen sich wiederholt zurückschnellen. Bald darauf sieht man die Kugelform von vorn nach hinten sich abflachen, während die Seitentheile an Ausdehnung gewinnen (Taf. IV. Fig. 1). Zu gleicher Zeit legt sich der strangförmige Nucleus, wahrscheinlich zunächst dadurch, dass der ganze Körper nach rechts und links ausgezogen wird, in die Quere und ebenso wird der contractile Behälter der mittleren Längsachse zgedrängt (Taf. IV. Fig. 2 u. 8). Nun beginnt die Abschnürung. Zuerst sieht man eine schwache Vertiefung auf der Mitte der vorderen Körperfläche auftreten (Taf. IV Fig. 1), der bald eine Einkerbung an der hinteren am Stiel befestigten Basis des Körpers folgt. Beide die beiden Längspole einnehmenden Einschnürungen schreiten auf einander zu, so dass bald der ganze Körper von einer mittleren Längs-Ringfurehe umzogen ist, die zunächst die Oberfläche in zwei gleiche seitliche Hälften theilt (Taf. IV. Fig. 2 u. 8). Diese Ringfurehe schneidet immer tiefer ein, während das Zurückschnellen vermittelt des Stielmuskels häufiger wiederholt wird, wodurch die Contraktionen und der ganze Abschnürungsprocess offenbar befördert wird. Nucleus, contractiler Behälter, Wimperorgan und Peristom werden in den Theilungsakt mit hineingezogen und schliesslich, wenn die beiden Hälften vollständig getrennt sind und nur noch mit ihrer Basis am Stiele zusammenhängen, hat jeder Theilungsprössling fast vollständig die Organisation des Mutterthieres und differirt auch nicht viel in der Grösse von demselben. Wie sich aber der Nahrungssehlauch zum

Theilungsakt verhält, ist, bei der fortwährenden starken Contraction des Körpers, schwer zu erkennen, jedenfalls erhält jede Hälfte den einen oder anderen Abschnitt desselben zuertheilt, um dann das Fehlende durch Neubildung zu ersetzen. Bei den nicht stockbildenden Glockenthierchen bleibt bekanntlich nur der eine Theilungsprössling auf dem Mutterstiele oder in dem Muttergehäuse, der andere löst sich vollständig, nachdem er vorher den sogenannten hinteren Wimperkranz gebildet hat (siehe vorj. Jahrg. S. 367), der damit beginnt, dass am hinteren Körperende, da wo die konische Basis in den bauchigen Glockenthcil übergeht, eine querlaufende Ringfurche auftritt, die dann in eine wulstarige Leiste übergeht. Auf dieser Leiste entwickelt sich der Cilienkranz (Taf. IV. Fig. 16 ff.).

Ausser der Zweitheilung ist und ebenfalls seit langer Zeit, nämlich schon im vorigen Jahrhundert durch Spallanzani u. A. eine zweite Art der ungeschlechtlichen Vermehrung bei den Vorticellen beschrieben worden, nämlich eine Knospenbildung, wodurch ein verhältnissmässig kleiner Theil des mütterlichen Körpers an den Seitenwandungen in Form einer Knospe hervorgetrieben und allmählich als neuer Sprössling abgeschnürt werden sollte. Es ist das Verdienst Stein's, den sehr interessanten Nachweis geliefert zu haben, dass diese am Vorticellenkörper beobachteten knospenförmigen Bildungen in Wahrheit keine Knospen, d. h. nicht Produkte ihres Trägers sind, sondern kleinere, meist durch einigemal hinter einander fortgesetzte Längstheilung anderer Individuen entstandene Theilungsprösslinge, die von aussen an die grösseren Individuen heranschwimmen, um sich an ihre Seitenwandungen anzusetzen, sich mit ihnen zu verbinden und so einen „Conjugationsakt“ zu vollziehen. Stein hat diesen höchst merkwürdigen Prozess, der durch eine Reihe sorgfältiger Untersuchungen verfolgt worden ist, die knospenförmige Conjugation genannt.

Es würde uns über das Ziel dieser kleinen Abhandlung hinausführen, wollten wir auch nur auszugsweise die mit minutiöser Ausführlichkeit behandelten,

leider aber der das Verständniss erleichternden Abbildungen noch vollständig entbehrenden Beobachtungsreihen Stein's über die knospenförmige Conjugation und über die Fortpflanzung der Vorticellen überhaupt, verfolgen. Ich will mich deshalb vor der Hand darauf beschränken, meine eigenen Beobachtungen im Vergleich mit denen Stein's kurz mitzutheilen in der Hoffnung später, an das Vorliegende anknüpfend, Weiteres bieten zu können, da sowohl bezüglich der Vorticellen wie der Infusorien überhaupt noch manches Dunkel zu lichten ist, wenigstens bei Weitem nicht die Klarheit vorliegt, die Stein als bereits darin erreicht glaubt. Erst durch möglichst vielseitige unbefangene Beobachtungen sowohl der Infusorien wie der übrigen Abtheilungen der Protozoen, ohne aus jeder Einzelnen alsbald weitgreifende allgemeine Schlüsse zu ziehen, die die Erkenntniss oft mehr verzögern als fördern, möchte es möglich sein, das wirklich in den Kreis der Fortpflanzung Gehörige von anderen Erscheinungen zu sondern und zusammenzufassen, um so mit der Zeit feste Gesichtspunkte zu gewinnen.

Zunächst habe ich die wichtige Beobachtung Stein's, dass die knospenförmigen Anhänge der Vorticellen keine Produkte ihrer Träger, d. h. keine wirklichen Knospen derselben sind, sondern von aussen eingedrungene kleinere Individuen, die sich mit ihnen vereinigt haben, und dass demnach überhaupt bei den Vorticellen gar keine Vermehrung durch Knospung oder Sprossung vorzukommen scheint, aufs mannigfachste bestätigen können.

Die ersten hierauf bezüglichen Beobachtungen wurden bereits vor mehreren Jahren bei einem Aufenthalt an der Nordsee (Ostende) an einer dort sehr häufigen, meist an Algen sitzenden marinen Form gemacht. Es fiel mir bei dieser Vorticelle alsbald das verhältnissmässig sehr häufige Vorkommen von knospenförmigen Gebilden an den Seitenwandungen der einzelnen Thiere auf, während dieselben sonst im Ganzen nur selten zur Beobachtung kommen. Ich habe nun bei der erwähnten Vorticelle, die von der Ehrenberg'schen marinen bei Wismar in der Ostsee gefundenen *Vorticella patellina* in

ihrem ganzen Habitus abweicht, und desshalb wohl eine besondere Art sein mag, den ganzen Prozess der sogenannten knospenförmigen Conjugation, Schritt vor Schritt, wie ich ihn auf Taf. V. Fig. 1—7 dargestellt habe, verfolgen können. Bei Fig. 1 ist von aussen ein kleines mit dem hinteren Wimperkranz versehenes Individuum an ein grösseres herangeschwommen. Das Wimperorgan ist eingezogen und die konische Basis senkrecht gegen die Seitenwandungen gerichtet. So sieht man das Kleinere an der Oberfläche des Grösseren vermittelt der beständig wellenförmig sich bewegenden Cilien umherkriechen, bald auf- und abtänzelnd, bald dieselbe umkreisend, scheinbar überall tastend und suchend. Trotz des nun in der Regel, sehr häufig nacheinander erfolgenden Zurückschnellens des Grösseren, als ob dasselbe sich den Reizungen des Eindringlings entziehen wollte, behauptet der Letztere hartnäckig den einmal gewählten Boden. Selbst wenn er hin und wieder durch plötzliches und heftiges Zurückschnellen eine Strecke fortgeschleudert wird, taucht er im nächsten Augenblicke wieder hervor, stets an dasselbe Thier wieder heran schwimmend, um seine Angriffe zu erneuern. Nach einiger Zeit bemerkt man wie die vorher spitz hervorgestreckte konische Basis der kleineren Vorticelle eingezogen wird, so dass eine hintere Grube entsteht, die dann häufig noch so tief einsinkt, dass der hintere Wimperkranz mit hineinbezogen wird oder den Rand der Grube umsäumt. Diese Grube dient als Saugscheibe, mit der sich nun das Thierchen an die Seitenwandungen des andern ansetzt, wozu meistens eine Stelle am hinteren Körpertheil, ungefähr dem Grunde der Körperhöhle entsprechend, ausgewählt wird (Taf. V. Fig. 2). Nach einiger Zeit sitzt die kleine Vorticelle der grösseren fest an, so dass man nun, wenn man den Hergang nicht verfolgt hat, eine Knospenbildung zu sehen glaubt. Bei genauerer Betrachtung, namentlich unter Hülfe vorsichtiger Compression, macht man nun weiterhin die interessante Beobachtung, dass die anfangs zur Bildung der Sauggrube eingezogene konische Basis wieder hervorgestreckt wird und als Organ zur Anbohrung der un-

terliegenden Seitenwandung der grösseren Vorticelle dient (Taf. V. Fig. 3). Der dadurch gebildete konische Fortsatz bohrt sich allmählich immer tiefer ein, und das ist die Einleitung zur vollständigen Verschmelzung der beiden Individuen. Die Zwischenwände werden resorbirt und bald ist eine ungehinderte Kommunikation zwischen der beiderseitigen Leibeshöhle. Der bei diesem Prozess ausgeübte Druck ist ein so starker, dass man häufig rund um an dem Verbindungsrande helle perlartige Parenchymtropfen hervortreten sieht (Fig. 4). Das knospenförmige Gebilde schrumpft nun immer mehr zusammen, indem sein Inhalt von der grossen Vorticelle gewissermassen aufgesogen wird, so dass schliesslich nur noch ein an den Seitenwandungen befindlicher Höcker mit einer äusseren kleinen Oeffnung vorhanden ist, dessen Conturen direkt in die seines Trägers übergehen und an dem man die Vorticellenform und Organisation nicht mehr erkennen kann. Auf diese Weise geht mit der Zeit der gesammte Inhalt der kleinen Vorticelle in die grössere über und schliesslich ragt nur noch ein mehr oder weniger dünner Zapfen aus der Wand des letzteren hervor, offenbar die zusammengeschrumpfte inhaltleere Haut des vormaligen knospenförmigen Individuums (Fig. 6, k). Dieser Zapfen ist in der Regel rundum anscheinend mit feinen Härchen oder Borsten besetzt, die indessen wohl nur Ausdruck der vielfachen Faltungen der ursprünglich geringelten Körperhaut sind. Zuletzt wird auch der Zapfen abgeschnürt und hängt oft nur noch durch einen dünnen zähen Verbindungsfaden mit seinem Träger zusammen (Fig. 7, k), bis auch dieser durch ein plötzliches Zurückschnellen der Vorticelle reisst und der Zapfen fortgeschleudert wird, wodurch der Verschmelzungsprozess der beiden Individuen vollständig beendet ist.

Ich muss ausdrücklich bemerken, dass ich trotz vielfachen Suchens bei dieser marinen Vorticelle niemals die sogenannten, durch schnell fortgesetzte Theilung entstandenen, Rosetten von Theilungssprösslingen bemerkt habe, sondern immer nur Zweitheilungen, aber diese merk-

würdiger Weise neben der knospenförmigen Verschmelzung ungemein häufig. Es ist daher nicht anzunehmen, dass die kleineren Individuen, die indessen zuweilen der Grösse der anderen zur Verbindung erwählten nur wenig nachstanden, aus der einfachen Zweitheilung ohne Rosettenbildung hervorgegangen waren. Ebenso habe ich die von Stein beschriebene Wirkung auf den Nucleus an dieser Form nicht beobachtet, sondern mich auf die oben geschilderten äusseren Erscheinungen des Verbindungsaktes beschränkt.

Indessen wurde mir an den Süsswasser-Vorticellen, hauptsächlich aus dem Poppelsdorfer Schlossweiher bei Bonn, reichlich Gelegenheit geboten, sowohl die Rosettenbildung der Theilungssprösslinge als auch die inneren aus der knospenförmigen Verschmelzung hervorgehenden Vorgänge zu beobachten. Zunächst war es wieder ein zur Gattung *Vorticella* (*Vorticella campanula*?) gehöriges Thierchen aus dem Rhein bei Bonn, ausgezeichnet durch einen verhältnissmässig grossen Körper und ungemein langen Stiel (Taf.V. Fig. 8), bei dem ich mehrfache knospenförmige Verbindungen fand. Bei der in Fig. 8 dargestellten war bereits eine offene Verbindung der beiden Leibeshöhlen und eine äussere vollständige Verwachsung eingetreten. Die Leibeshöhle der kleineren Vorticelle (k) war erfüllt mit ovalen, scharf conturirten, dunkelglänzenden Körperchen, die in lebhaft tänzelnder Bewegung das Innere durchzogen und auch mehrfach in die grössere Vorticelle übertraten. Einen Nucleus konnte ich nicht mehr in dem knospenförmigen Anhang bemerken. Die Leibeshöhle des anderen Individuums indessen war mit verhältnissmässig grossen, ebenfalls ovalen und scharf umschriebenen Körpern erfüllt, die auffallend an hartschalige Eier erinnerten. Auch hier konnte ich nichts vom Nucleus mehr bemerken. Es liegt also nahe in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen Stein's, die beiden verschiedenen Körper in dem knospenförmigen Individuum und dessen Träger als aus dem Zerfall des Nucleus in Folge der „knospenförmigen Conjugation“

entstanden anzunehmen. Eine weitere Entwicklung dieser Körper habe ich indessen nicht beobachten können, da später erlangtes Material derselben Vorticelle wiederum keine Spur von knospenförmigen Verbindungen zeigte.

Die merkwürdigen Rosetten und die sich davon lösenden knospenförmigen, die grösseren Vorticellen zur Verbindung angehenden Individuen habe ich zunächst mehrmals bei *Epistylis flavicans* beobachtet. Die Rosetten fanden sich in Gruppen von 4—8 Individuen und oft sieht man zu gleicher Zeit mehrere Rosetten an einem Stock (Taf. VII. Fig. 1 r, r, r, r). Die Gruppen bleiben oft lange, ohne mit dem Stocke oder untereinander in direkter fester Verbindung zu stehen, rosettenförmig beisammen, mit ihrer konischen Basis gegeneinander convergirend und durch beständige Undulation des hinteren Wimperkranzes sich zusammenhaltend. Nebenbei traf ich auch manche knospenförmigen Verbindungen an, ohne indessen zur Beobachtung der möglicher Weise damit in Zusammenhang stehenden inneren Erscheinungen zu gelangen.

Am bestimmtesten vermochte aber ich sowohl die äusseren Verhältnisse, d. h. die Rosettenbildung und die knospenförmigen Verbindungen als auch die diese begleitenden oder vielmehr aus ihnen hervorgehenden inneren Veränderungen des Nucleus bei *Carchesium polypinum* zu beobachten.

Zunächst sah ich häufig in dem bei *Carchesium polypinum* meist sehr langen wurmförmig gekrümmten und verschlungenen Nucleus (Taf. VI. Fig. 1, n) jene hellen meist doppelt conturirten Kerne auftreten, die Stein schon früher bei *Vorticella microstoma* beobachtet hatte und die oft den Eindruck machen, als ob sie Kerne mit grossem Kernkörper seien (Fig. 2). Bei andern war der ganze Nucleus in einzelne Segmente von rundlicher oder ovaler Form zerfallen, die aber noch von der gemeinschaftlichen Nucleushaut umschlossen und auch noch deutlich in der ursprünglichen Nucleusform aneinander gelegt waren (Fig. 3). Im Innern der einzelnen Segmente lagen wiederum mehrere der oben erwähnten

Kerne (Fig. 3, 1). In anderen Individuen endlich war die Nucleushaut offenbar durchbrochen und der ganze Inhalt in die Leibeshöhle entleert worden. Theils waren es grössere und kleinere ovale oder runde Scheiben, die hier umherschwammen, den Nucleus-Segmenten entsprechend (Taf. VI. Fig. 4), die aber eine verhältnissmässig weit grössere Anzahl von Kernen enthielten, als vorher, theils waren es einzelne, bereits aus der gemeinschaftlichen Umhüllung gelöste und dann zuweilen um das 3—4fache vergrösserte Kerne. Die grösseren namentlich ovalen Kerne machten wiederum vollständig den Eindruck hartschaliger Eier (Taf. VI. Fig. 4, a).

Zunächst muss ich nun bei Beurtheilung der obigen Beobachtungen bemerken, dass ich durch diese ebenso wenig, wie durch die Beobachtungen Stein's, eine vollständige und klare Einsicht in die Bedeutung der von Stein sogenannten knospenförmigen Conjugation erlangt habe und deshalb vor der Hand auch nicht wage, die bestimmten Vorstellungen und Folgerungen daran zu knüpfen, wie Stein, zumal ich ganz dieselben Veränderungen des Nucleus, wie ich sie, und im Ganzen in Uebereinstimmung mit Stein, als Resultate der knospenförmigen Verbindungen oben beschrieben habe, auch da wahrgenommen, wo ich weder an den betreffenden Individuen noch in der ganzen Carehesium-Colonie irgend eine äussere Spur von knospenförmigen Verbindungen auffinden konnte; das schliesst natürlich nicht aus, dass solche Verbindungen nicht früher stattgefunden haben könnten. Stein geht sogar so weit anzunehmen, dass durch Fortschwärmen solcher Individuen vom Stocke, die die knospenförmige Verbindung vollzogen und in Folge dessen mit den Produkten des Nucleus (der von ihm sogenannten Placenta) erfüllt seien, durch Festsetzen und erneute Colonisation zum Aufbau eines ganzen Stockes Anlass geben könnten, deren einzelne, natürlich durch Zweitheilung aus dem ersten entstandene Glieder, alle bereits von vorne herein mit Placentascheiben versehen seien. Indessen ist das nur eine mehr oder minder wahrscheinliche Vermuthung, die vor der

Hand der thatsächlichen und allein beweiskräftigen Beobachtung entbehrt.

Ferner habe ich bei ein und derselben Species, nämlich bei *Epistylis flavicans* neben den knospenförmigen Verbindungen höchst merkwürdige anderweitige Beobachtungen gemacht, die ebenfalls auf einen Fortpflanzungsmodus, aber ganz anderer Natur hinleiten, und die hier am Schlusse dieser Mittheilungen noch kurz Platz finden mögen. *Epistylis flavicans* besitzt, wie die meisten Vorticellen, einen strangförmigen mehr oder minder hufeisenartig gekrümmten Nucleus. Häufig ist dieser Nucleus bei allen Individuen des Stockes nur mit einem feinkörnigen und sonst homogenen Parenchym ausgefüllt (Taf. VII. Fig. 10), zuweilen aber zeigen die Nuclei von *Ep. flavicans* sehr auffallende Veränderungen. Zunächst trifft man mitunter Individuen, fast stets mehrere auf einem Stock, deren Nucleus bedeutend verdickt aber zu gleicher Zeit verkürzt ist und so die Form einer etwas gekrümmten Wurst annimmt, die durch ihren dunkeln Inhalt scharf aus dem Innern hervortritt und desshalb schon bei schwacher Vergrößerung und bei den lebenden sich bewegenden Thieren in die Augen fällt (Taf. VII. Fig. 9). Betrachtet man diesen so gestalteten Nucleus näher und mit stärkerer Vergrößerung, so sieht man, dass derselbe sein dunkles Aussehen von massenhaften haarförmigen, wellenförmig verlaufenden Gebilden erhält, die dem ganzen Organ das Ansehen verleihen, als ob dasselbe mit einer lockigen, Spermatozoiden-ähnlichen Fadenmasse erfüllt sei (Tafel VII. Fig. 5, n). Eine Bewegung ist nicht daran wahrzunehmen. Isolirt man diese Substanz durch Zerreißen oder Zersprengen des Nucleus, so findet man, dass dieselbe aus lauter haarförmigen, ein wenig sichelförmig gekrümmten Stäbchen, die an einem Ende ein wenig angeschwollen, am andern zugespitzt erscheinen, zusammengesetzt sind. Alle sind starr, dunkelglänzend und scharf begrenzt (Taf. VII. Fig. 6). Es sind dies ohne Zweifel ähnliche Gebilde, wie sie zuerst von Joh. Müller und seinen Schülern Claparède, Lachman und Lieberkühn und dann von Stein und Balbiani u. A.

im Nucleus und Nucleolus mancher anderer Infusorien gefunden, und die in der Folge für die Spermatozoiden der Infusorien erklärt worden sind. Es liegt sehr nahe auch diese hier in Rede stehenden Gebilde von *E. flavicans* ihrem ganzen Vorkommen und Aussehen nach für Spermatozoiden zu halten. Indessen wage ich, besonders auch im Rückblick auf die ebenfalls hier stattfindende „knospenförmige Conjugation“, meinerseits vor der Hand noch nicht, wie das von anderer Seite bereits vielleicht mit allzu grosser Bestimmtheit geschehen ist, dieselben als Spermatozoiden der Vorticellen anzusprechen, obgleich ich natürlich ebensowenig der zweiten Vernauthung, dass dieselben parasitische Bildungen seien, Raum geben kann.

In denselben Colonien, in welchen einige Thiere einen Nucleus mit den beschriebenen haarförmigen Gebilden tragen, giebt es andere, deren Nucleus die gewöhnliche langausgezogene hufeisenartige Form beibehalten hat. Bei genauerer Untersuchung bemerkt man aber auch an diesen höchst beachtenswerthe Veränderungen, die wenn man eine Reihe von verschiedenen Individuen durchmustert, durch Vergleichung eine gewisse Stufenfolge erkennen lassen. Die erste Stufe scheint die zu sein, dass mitten durch den Nucleus eine helle unregelmässig gestaltete und oft noch mehrfach unterbrochene Längsachse auftritt (Taf. VII. Fig. 11). Bei einer folgenden Stufe sieht man diese Längsachse als gleichmässigen Strang, mit dunkeln Körnchen erfüllt, durch die Nucleussubstanz sich hinziehen (Taf. VII. Fig. 12), so dass man, namentlich in Rücksicht auf die folgenden Bildungen, lebhaft an die Rhachis der Nematoden erinnert wird. Ein weiteres Stadium zeigt uns den Achsenstrang von grösseren hellen rundlichen Kernen umgeben, die anscheinend aus dem ersten hervorgesprossen sind (Fig. 13). Diese Kerne nehmen unter allmählicher Grössenzunahme immer an Zahl zu (Fig. 14), so dass sie schliesslich den grössten Theil des Nucleus ausfüllen. Ich habe geglaubt später solche Kerne auch in der Leibeshöhle flottirend wiederzufinden, ohne indessen darüber Sicherheit erlangen zu können.

Es ist in der That sehr verlockend, die Ansicht aus-

zusprechen und sie würde sich durch manche Analogieen mit anderen Beobachtungen stützen lassen, dass die eben beschriebenen Erscheinungen im Nucleus mit den Spermatozoiden-ähnlichen Gebilden im Nucleus anderer Individuen desselben Stockes in Verbindung ständen, mit anderen Worten, dass wir hier einer geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien gegenüberstehen und zwar nicht bloss vermittelt durch besondere als Ovarium und Hoden zu betrachtende Organe, sondern sogar dadurch, dass diese Organe auf verschiedene Individuen desselben Stockes vertheilt sind, dass also diese Thiere getrennten Geschlechtes (monoecisch) sind. Aber in Rücksicht auf die obigen Bemerkungen ziehe ich es auch hier vor, einfach den Befund vorläufig mitzutheilen, weiteren Untersuchungen die Entscheidung darüber anheimgebend.

Das scheint indessen ausser Zweifel, dass sowohl die Organisation, wie die Lebensgeschichte nicht bloss der Vorticellen, sondern der Infusorien überhaupt eine verhältnissmässig reiche und hoch entwickelte ist, von der indessen bis jetzt nur Weniges mit Sicherheit entziffert ist, und dass Ehrenberg, wenn er auch im Einzelnen, namentlich in den Deutungen der von ihm, wie wohl zu berücksichtigen, zuerst gesehenen, d. h. entdeckten Organe und Gebilde, vielfach geirrt haben mag, doch im Ganzen auf seine ausgedehnten und unermüdliehen Forschungen und reichen Erfahrungen gestützt mit richtigem Takte und Scharfsinn den hohen Organisationswerth der Infusorien erkannt hat.



## Erklärung der Abbildungen.

### Taf. IV.

Fig. 1—6. Darstellung der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Zweitheilung bei *Vorticella marina* (n. sp.?)

- » 1. Beginn der Theilung durch Einziehung des Wimperorgans und Contraction des ganzen Körpers unter Zunahme des Querdurchmessers.
- » 2. Furehung und allmählich tiefer greifende Einschnürung, die den Körper in zwei gleiche Hälften theilt Nucleus (n) und contractile Blase werden mit getheilt.
- » 3. Theilung beendet. Der eine Theilungssprossling löst sich von dem Stiele und bildet den hinteren Wimperkranz (h).
- » 4, 5 u. 6. Freigewordene und schwärmende Theilungssprosslinge.
- » 7—11. Theilung von *Cothurnia imberbis*.
- » 7. Das Thier zieht sich in seine Hülse zurück und contractirt sich.
- » 8. Abschnürung in zwei Hälften.
- » 9. Der eine Theilungssprossling löst sich aus der Hülse und bildet den hinteren Wimperkranz (h).
- » 10 u. 11. Aus der Hülse ausgeschwärmte Theilungssprosslinge.
- » 12. Einzelne *Cothurnia* aus der Hülse hervorgestreckt. Die Pfeile bezeichnen die Rotationsströmung im Inneren, die Cuticula zeigt eine deutliche Querringelung.

### Taf. V.

Fig. 1—7. Darstellung der verschiedenen Stadien der knospenförmigen Conjugation bei *Vorticella marina*. k. Die knospenförmige Vorticelle. l. Contractile Blase.

- » 1. Der knospenförmige mit dem hinteren Wimperkranz versehene Theilungssprossling (k) hat sich an eine grössere Vorticelle behufs der Conjugation angesetzt.
- » 2. Der konische Hintertheil des Körpers der knospenförmigen Vorticelle ist eingezogen und so die Basis zu einem Saugnapf umgestaltet.
- » 3. Vermittelst dieses Saugnapfes ist die Verbindung vollzogen.
- » 4. Der Druck bei der immer fester werdenden Verschmelzung ist so stark, dass rundum an der Verbindungsstelle perlartige Parenchymtropfen hervortreten.
- » 5. Die knospenförmige Vorticelle ist zu einem blossen Höcker zusammengeschmolzen.

- Fig. 6. Der Inhalt der knospenförmigen Vorticelle ist vollständig in die grössere Vorticelle übergegangen, so dass bloss der äussere Hautschlauch als leerer Zapfen daraus hervorragt.
- » 7. Auch dieser Hautzapfen wird nach einiger Zeit abgeworfen. Das an demselben meistens bemerkliche stachelige Aussehen wird durch die collabirte geringelte Cuticula hervor gebracht.
- » 8. Knospenförmige Conjugation der *Vorticella campanula* (siehe S. 212).

## Taf. VI.

- Fig. 1. *Carchesium polypinum*. m Mundöffnung, b contractile Blase, n Nucleus, k knospenförmiger Sprössling im Begriffe sich an eine grössere Vorticelle anzusetzen, s kernartige in Längsreihen angeordnete Körperchen, dem Verlauf der Muskeln folgend.
- » 2. Nucleus von *Carchesium polypinum* nach der knospenförmigen Conjugation. e Kerne.
- » 3. Der Nucleus zerfällt in einzelne Segmente, als weitere Wirkung der knospenförmigen Conjugation.
- » 4. Die Nucleus-Segmente (Placenta, Stein) und zum Theil auch die in ihnen enthaltenen Kerne haben sich aus der gemeinschaftlichen Hülle des Nucleus gelöst und werden frei in der Leibeshöhle der Vorticelle umhergetrieben.
- » 4 a. Freigewordene grössere Kerne der Nucleus-Segmente.
- » 5. *Epistylis minutus* n. sp. Der ganze Stock ist bei ca. 400-maliger Vergrösserung gezeichnet.
- » 6. *Zoothamnium alternans* (Nordsee).
- » 7. Ein einzelner Zweig von *Zoothamnium alternans* mit zwei kleineren Individuen. Stärkere Vergrösserung.
- » 8. Die konische Basis des Körpers von *Carchesium polypinum* von unten gesehen (im Querdurchschnitt). Die Körnchenkreise bezeichnen die Lumina der Körper- und Stielmuskeln.
- » 9. Darstellung des Verlaufs der Wimperspirale bei *Carchesium polypinum*. s Beginn der Wimperspirale: die Pfeile bezeichnen den Verlauf der Wimperspirale rechts von der Mundöffnung nach links, um nach einer Kreistour (w) sich in einem Bogen in das Vestibulum hineinzusenken, p das äussere Peristom, v Eingang in das Vestibulum (Mundöffnung), g die aus dem Vestibulum hervorragende lange Borste, a After, b contractile Blase, r der mit Stäbchen besetzte nicht contractile Behälter (siehe S. 206).

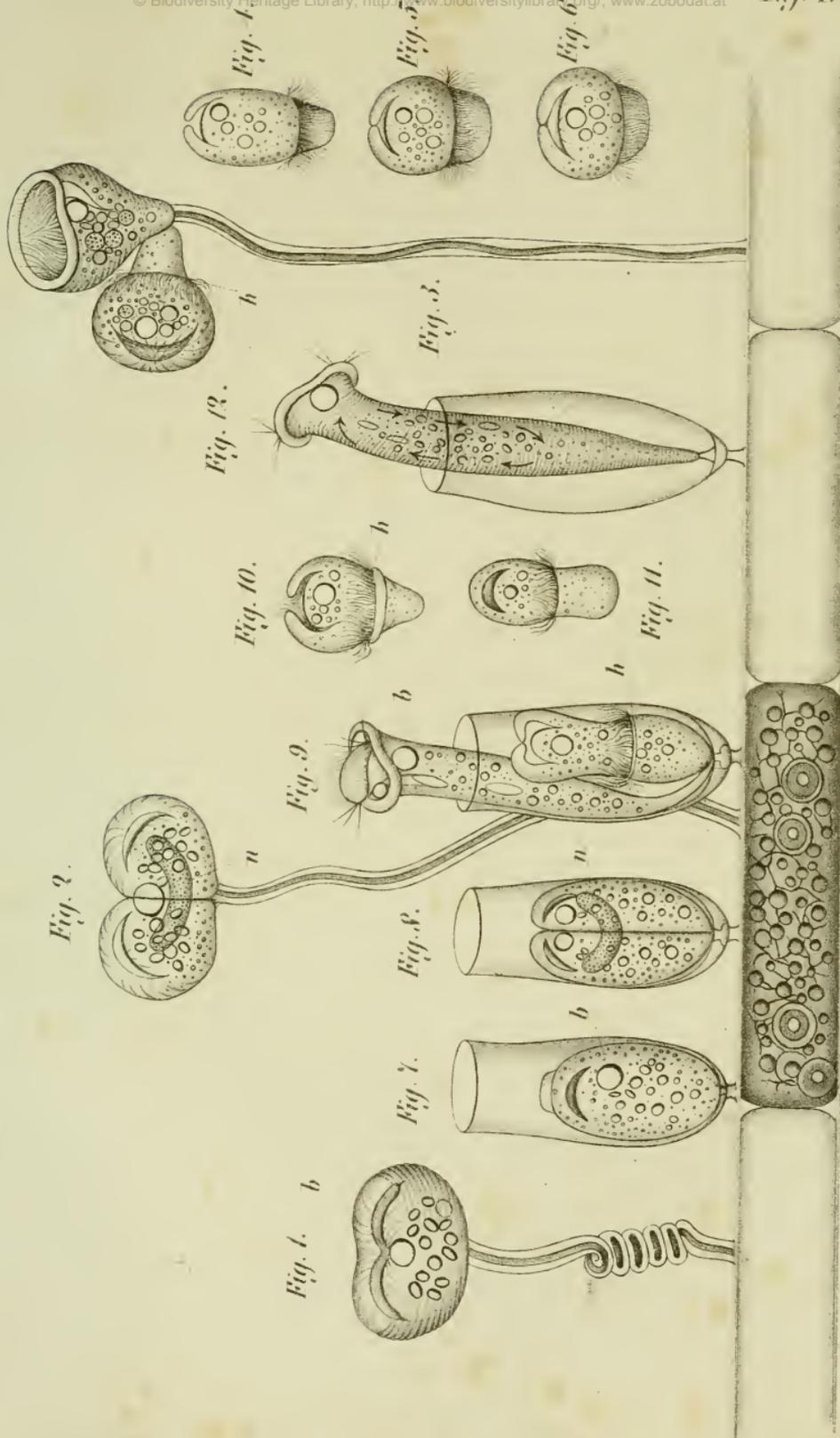
## Taf. VII.

- Fig. 1. *Epistylis flavicans* bei schwacher Vergrößerung. r Rosetten von Theilungssprosslingen, k knospenförmige Conjugation.
- » 2. Das hintere Ende des Stieles von *Epistylis flavicans* bei stärkerer (300—400facher) Vergrößerung.
- » 3. *Epistylis flavicans* von der Verbindungsstelle mit dem Stiele aus gesehen. Die von dem Stiel ausstrahlenden radiären Fasern bezeichnen die Längsmuskeln, die concentrischen Kreise die Querringelung der Haut.
- » 4. Querdurchschnitt durch den Stiel von *E. flavicans*.
- » 5. *E. flavicans* in 300facher Vergrößerung. n Nucleus erfüllt mit spermatozoidenförmigen Körperchen. k paarige unter der Haut liegende Kapseln mit aufgerolltem Faden im Innern (Nesselkapseln?). g die Längsfasern (Muskeln) und Querstreifen der Cuticula (vergl. Fig. 3).
- » 6. Isolirte spermatozoidenförmige Körper aus dem Nucleus von Fig. 5 bei ca. 800facher Vergrößerung.
- » 7. Isolirte (Nessel-) Kapseln bei starker Vergrößerung. a mit im Innern eingerolltem Faden. b mit hervorgetretenen Fäden.
- » 8. Dieselben bei ca. 300facher Vergrößerung.
- » 9. Ein Zweig von *Ep. flavicans* mit zwei Individuen, deren dunkler aus dem Körper scharf hervortretender Nucleus mit spermatozoidenförmigen Körpern erfüllt ist.
- » 10—14. Entwicklung von Kernen (Keimkörnern) im Nucleus von *E. flavicans*.
- » 10. Nucleus mit feinkörniger Substanz erfüllt, in der keine weiteren Formbestandtheile zu erkennen sind.
- » 11. Durch die Mitte des Nucleus zieht sich eine anfangs noch aus einzelnen Stücken bestehende helle Längsachse.
- » 12. Die Längsachse ist continuirlich und mit dunkler Körnersubstanz erfüllt.
- » 13. Aus der Längsachse treten kernartige Gebilde hervor, die erstere schliesslich umhüllend.
- » 14. Die Längsachse des Nucleus ist ganz erfüllt mit Kernen.
- » 15. Knospenförmiger Sprossling aus einer Rosette von *Epistylis flavicans* bei ca. 300facher Vergrößerung. n Nucleus, b contractile Blase.
- » 16. Encystirte *Ep. flavicans*.
- » 17. Zweig von *Ep. flavicans*, bei welchem die Fig. 10—14 beschriebenen Nucleus-Bildungen sich vorfanden. Die Nuclei sind zum Unterschied von denen bei Fig. 9 nicht sichtbar.

- Fig. 18. Grosse Varietät von *Ep. flavicans*. x Die an dem Stiele sitzenden parasitischen (?) Flagellaten.  
 » 19. Die parasitischen Flagellaten bei starker Vergrösserung.

## Taf. VIII.

- Fig. 1. Darstellung des Ernährungssystems von *Epistylis flavicans*. Die Thiere sind einer Carminfütterung ausgesetzt. Die Pfeile bezeichnen die Rotationsströmung der Farbstoffe (Nahrungsbällen) im Innern der verdauenden Körperhöhle. m Mundöffnung (Eingang ins Vestibulum), o Oesophagus, v trichterförmiges Ende des Oesophagus, d kanalartige Fortsetzung des Trichters. Die vom Trichter austretenden Farbstoffbällen durchgleiten als spindelförmige Körper (b) den Kanal und treten bei b' mit einem Knöpfchen aus der hinteren Mündung hervor. n Nucleus.
- » 2. Der Nahrungsschlauch von *E. flavicans* isolirt dargestellt. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der Strömung der Nahrungsstoffe m Mund, k und k' klappenartige Scheidewände, o Oesophagus, v Trichter, d kanalartige Fortsetzung des Trichters, h After, von welchem aus eine lange Borste nach aussen tritt.
- » 3. Ernährungsapparat von *E. plicatilis*.
- » 4. Zweig von *E. plicatilis*. k contrahirtes Thier, n Nucleus mit Kernen, b contractile Blase, g Muskeln.
- » 5. Hinteres feststehendes Ende des Stieles von *E. plicatilis*, f Fusstück mit Sohle.





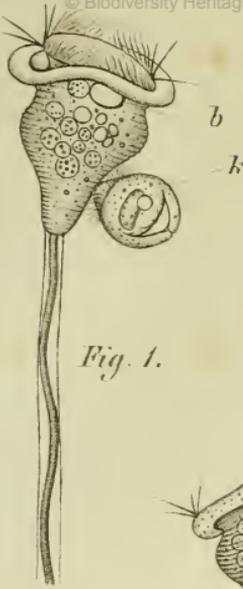


Fig. 1.

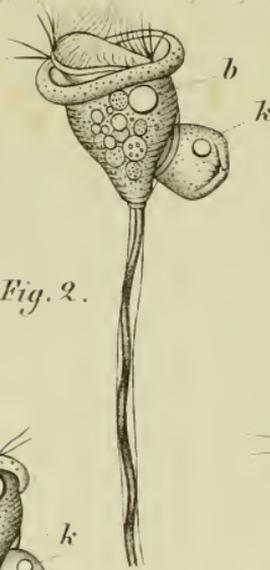


Fig. 2.

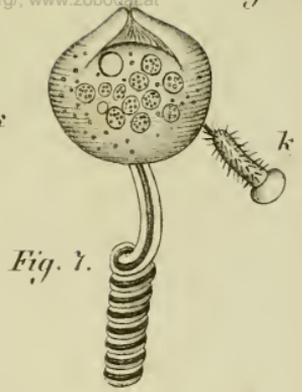


Fig. 7.

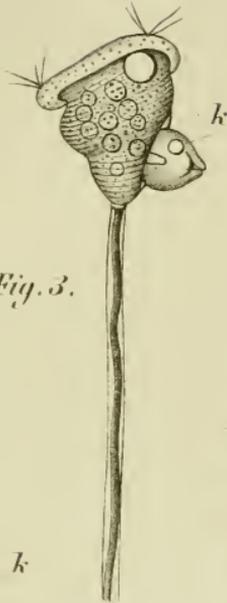


Fig. 3.

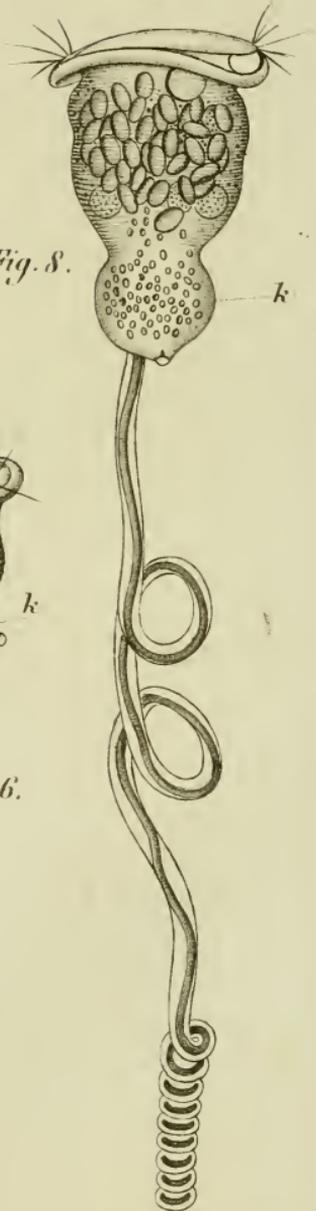


Fig. 8.

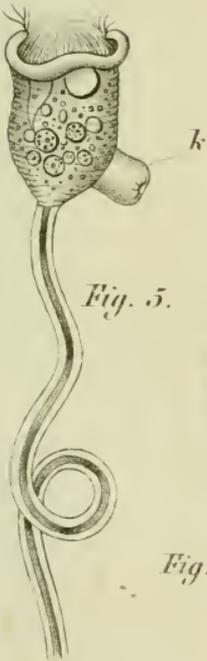


Fig. 5.

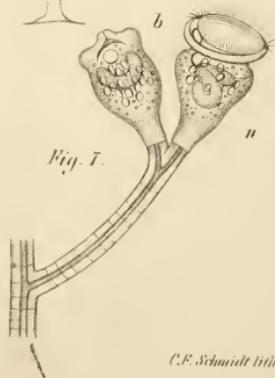
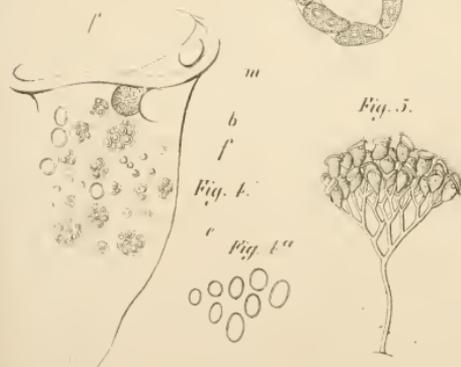
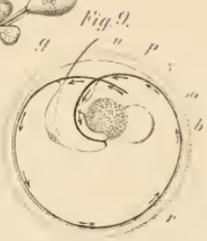
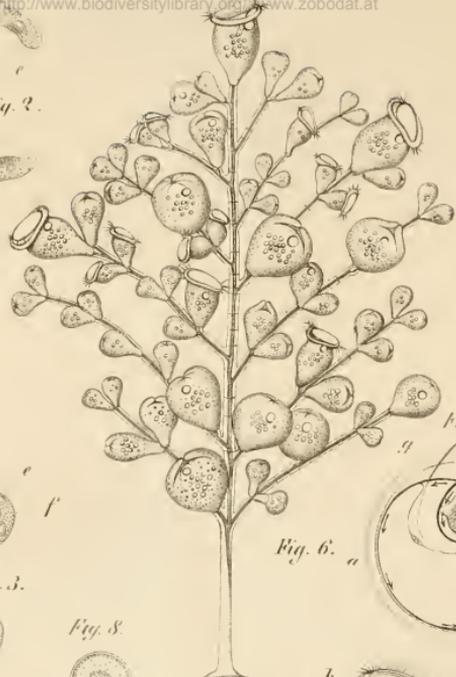
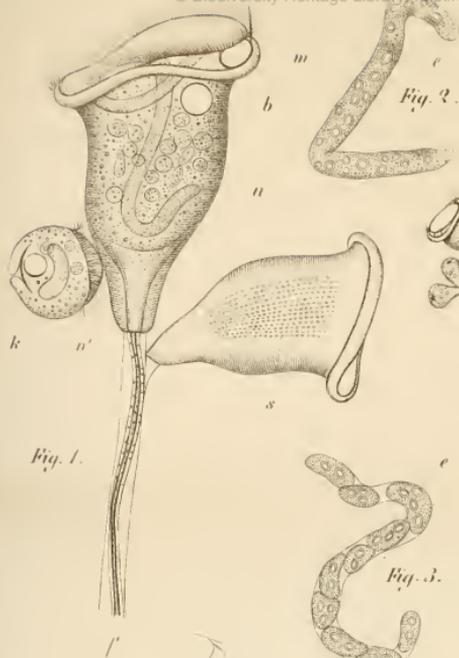


Fig. 6.



Fig. 4.







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



B. gracill'at

C. F. Schmidt del.



h

Fig. 1.

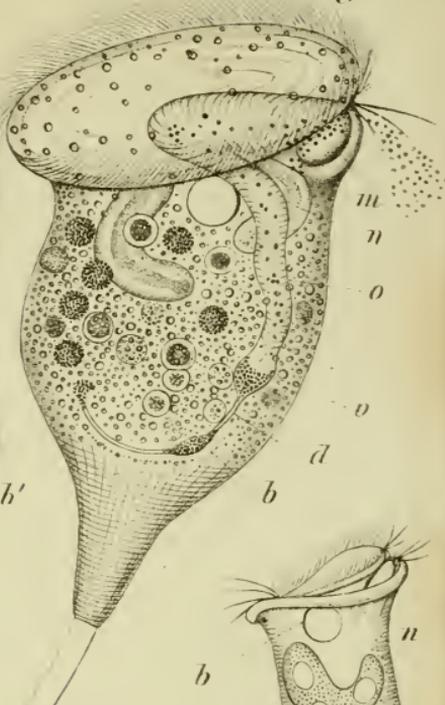
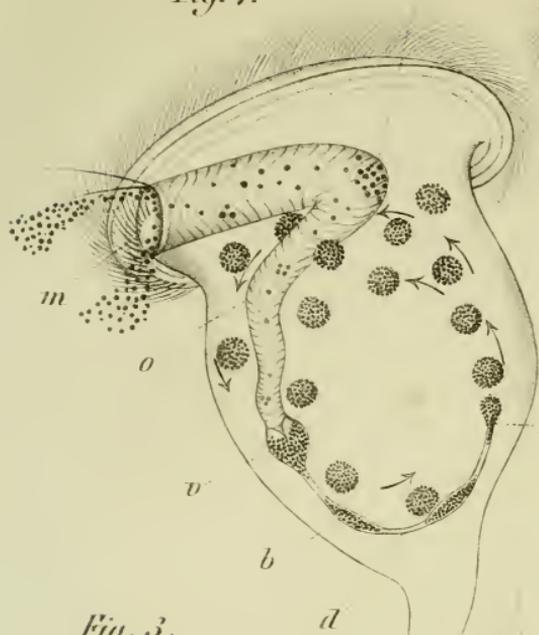


Fig. 3.



Fig. 4.

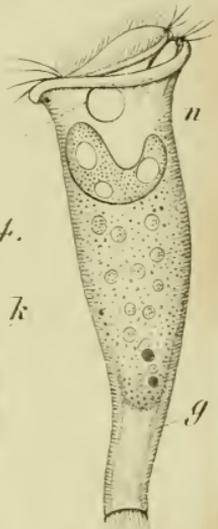


Fig. 2.

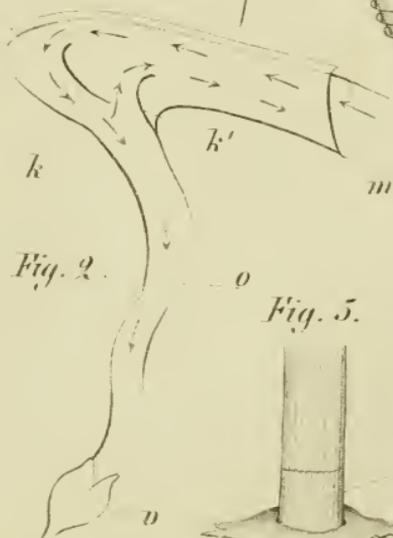
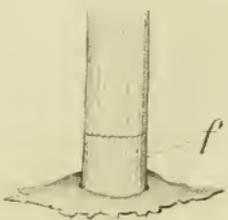


Fig. 5.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1871

Band/Volume: [37-1](#)

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

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. 185-221](#)