

# Ueber *Podophrya gemmipara* nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten.

Von  
**Dr. Richard Hertwig.**

Hierzu Taf. I u. II.

Während auf dem Gebiete der Protisten- und Protozoenkunde lange Zeit hindurch das Augenmerk der Forscher vorwiegend auf eine Erkenntniss der Formenmannigfaltigkeit gerichtet war, und durch zahlreiche mehr oder minder umfangreiche Untersuchungen die Wissenschaft mit neuen Arten, neuen Organisationsverhältnissen und neuen Erscheinungen im Entwicklungsleben bekannt gemacht wurde, beginnt in der Neuzeit sich ein Umschwung zu vollziehen und immer mehr wendet sich das Interesse den Fragen zu, durch deren Beantwortung eine einheitliche Auffassung des Baues der niederen Organismen ermöglicht wird. Mehr denn früher betont die Forschung den morphologischen Werth der Organismen und ihrer Körpertheile und strebt dem entsprechend weniger nach einem ausgebreiteten Ueberblick zahlreicher neuer Arten und Genera als vielmehr nach einer intensiven, genauen und allseitigen Durchforschung der einzelnen Art als Repräsentanten des Genus und der Classe. Ganz besonders tritt die Frage nach dem Zellwerth der Protisten und Protozoen, die alte von v. SIEBOLD und KÖLLIKER aufgestellte, vielfach angefeindete Einzelligkeitslehre wiederum in den Vordergrund und ist letztere durch die schönen, die verschiedensten Classen behandelnden Untersuchungen von v. BENEDEN, EVERTS, HAECKEL, F. E. SCHULZE u. A. auf's Neue gestützt und befestigt worden.

Gerade diese letztberührte Seite der Protistenforschung scheint mir nun auch in der That der Untersuchung für die nächste Zeit ein reiches und lohnendes Arbeitsfeld zu eröffnen. In demselben Maasse als sich die Auffassung Bahn bricht, dass die meisten Protisten einzellige Organismen sind, d. h. Zellen, welche als selbstständige physiologische Individuen ihr Dasein verbringen und in sich mannigfache bei höheren Organismen auf zahlreiche Zellen

vertheilte Functionen und Differenzirungen vereinen, in demselben Maasse erhält die Untersuchung Bedeutung für die Lehre von der Zelle und ihrer Umbildungsfähigkeit. Wir lernen kennen, wie schon die einzelne Zelle aus sich heraus einen hohen Grad von Mannigfaltigkeit der Organisation entwickeln kann, und gewinnen für die Klärung der Frage nach der Bedeutung der einzelnen Zelltheile Objecte, welche durch ihr selbstständiges Dasein in vielfacher Beziehung günstigere und zum Theil wohl auch ursprünglichere Verhältnisse bieten als die den Zwecken einer höheren Einheit untergeordneten Zellen der thierischen und pflanzlichen Gewebe. Was den letztgenannten Punct anbelangt, so nimmt namentlich die Bedeutung des Nucleus im Zellenleben in neuester Zeit in Folge der Arbeiten AUERBACH'S ein erhöhtes Interesse für sich in Anspruch. Gerade dieser Gegenstand ist aber, wie auch AUERBACH am Schlusse seiner ersten Publication hervorhebt, nicht allein das Untersuchungsobject der thierischen und pflanzlichen Histologie, sondern es muss diese Frage in gleicher Weise durch das Studium des Baues und der Fortpflanzung der niederen einzelligen Organismen gelöst werden. So treten denn wiederum die Lehre von der Zelle und die Lehre von den niederen Organismen in Wechselwirkung mit einander, ein Verhältniss, welches für beide Gebiete, wie die Geschichte unserer Anschauungen über die Sarkode und den Zellstoff lehrt, gleich segensbringend gewesen ist.

Die hier in Kürze berührten Zielpuncte der neueren Protistenforschung sind auch für die im Folgenden dargestellten Untersuchungen massgebend gewesen. Durch die genaue Beobachtung einer einzelnen Art habe ich versucht, unsere Kenntnisse vom Bau, der Entwicklung und systematischen Stellung der Acineten zu fördern. Die äussere Veranlassung zur vorliegenden Arbeit wurde mir während eines siebenwöchentlichen Aufenthaltes auf Helgoland geboten. Beschäftigt, meine an den Süsswasserformen begonnenen Untersuchungen auf die Rhizopoden des Meeres auszudehnen, begegnete ich zu wiederholten Malen einer durch ihre Grösse auffallenden Acinetenform. Vielerlei Umstände vereinigten sich, um mir dieselbe als ein günstiges Untersuchungsobject erscheinen zu lassen. Zunächst war es die ausserordentlich weite Verbreitung des Organismus und die grosse Anzahl von Individuen, welche in Fortpflanzung begriffen waren. Ich fand die Acinete an fast allen Hydroidpolypen der Helgoländer Umgebung sowie an den meisten ästige Stöcke bildenden Bryozoen, ebensowohl in beträchtlichen Meerestiefen als auch an seichten zur Ebbezeit über den Wasserspiegel theilweise auftauchen-

den Stellen wie den Seehundsklippen. Eine ganz besonders reiche Ausbeute ergaben mir Tubularien, welche aus der Tiefe von 120 Fuss mit dem Schleppnetz gefischt wurden und meist so dicht mit der Acinete besetzt waren, dass ein einziges Stöckchen mir Arbeitsmaterial für einen ganzen Tag lieferte.

Zur Häufigkeit gesellte sich die beträchtliche Grösse der Individuen, um die Anfertigung mikroskopischer Präparate zu erleichtern. Mit einiger Uebung gelangt man leicht dahin, auch ohne Loupe die rundlichen Körper als kleine Punkte zu erkennen, welche, da sie auf längeren Stielen sitzen, in einiger Entfernung vom Tubularienstämmchen angeordnet sind und auf weissem Grunde bräunlich, auf dunklem dagegen weisslich erscheinen. So wird man des lästigen Suchens mit schwachen Vergrösserungen überhoben, welches die Beobachtung der meisten Protisten erschwert.

Endlich bietet die Befestigung der Acinete an einem grösseren Körper, wie es der Stiel der Tubularien ist, ihre nicht zu unterschätzenden Vortheile. Die Untersuchungsobjecte werden beim Zusatz von Reagentien nicht hinweggeschwemmt. Um dasselbe Individuum längere Zeit zu beobachten, kann man behufs Gaserneuerung beständig einen Strom Wassers durch das Präparat leiten, ohne Gefahr zu laufen, den Gegenstand der Beobachtung aus dem Gesichtsfeld zu verlieren. Ausserdem wird eine Conservirung in Reagentien ermöglicht, welche bei den meisten kleinen Organismen aus leicht verständlichen Gründen nicht statthaft ist. So konnte ich die Zeit meines Helgoländer Aufenthaltes vorwiegend der Untersuchung des lebenden Organismus und seiner Entwicklungsgeschichte widmen, und späterhin von Helgoland zurückgekehrt, die Lücken meiner Beobachtung durch Benutzung des reichlichen, in Alkohol und dünnen Chromsäurelösungen vortrefflich conservirten Materiales ausfüllen. — Alle diese günstigen Umstände erleichterten mir vielfach die Arbeit und gestatteten mir eine ausführlichere Kenntniss des Organismus zu gewinnen, als es in den meisten Fällen, in denen der Untersuchende nicht über ein unbeschränktes Material gebietet, ermöglicht ist.

Wegen der ausserordentlichen Häufigkeit und Verbreitung ist die im Folgenden näher zu beschreibende Acinete wohl schon manchem Helgoland besuchenden Zoologen aufgefallen; nichts desto weniger finde ich sie nur ein einziges Mal in der Literatur erwähnt. In einem kurzen Aufsatz: *On three new animalcules* beschreibt ALDER <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Annals and Magazine of nat. hist. II Vol. 7. 1851. pag. 426. •

unsere Acinete und bildet sie in einem ziemlich unvollkommenen und rohen Holzstiche ab. Er fand dieselbe auf Sertularien und erkannte richtig ihre Zugehörigkeit zu der von EHRENBURG aufgestellten Familie der Acinetinen. In seiner Schilderung gedenkt er der spitzen Tentakel, der becherförmigen Körperform, des dicken, den Körper tragenden Stieles, ohne jedoch über diese einfachsten, auf den ersten Blick erkennbaren Strukturverhältnisse hinaus zu kommen.

Bei der Benennung und der systematischen Einordnung unserer Acinete unter die übrigen Formen schliesse ich mich dem System CLAPARÈDE und LACHMANN'S an, nicht weil dasselbe den Anforderungen der Neuzeit entspräche als vielmehr weil es zur Zeit das einzige ist, welches eine grössere Zahl gut beobachteter Arten und Genera in übersichtlicher Weise zusammengestellt hat. Wegen ihrer Aehnlichkeit mit der *Podophrya Lyngbyi* Clap. et Lach. (*Acineta Lyngbyi* Ehr.) rechne ich unsere Form dem Genus *Podophrya* zu und bezeichne sie ihrer charakteristischen Fortpflanzungsweise halber als *P. gemmipara*. Ich betrachte diese Benennung als eine provisorische, da in der nächsten Zeit eine gründliche Revision der Acinetinengenera unbedingt nöthig werden wird.

Bei der im Folgenden gegebenen Darstellung der gewonnenen Resultate hielt ich es für geboten, scharf zwischen den objectiven Beobachtungen und den an die Beobachtungen sich anknüpfenden Schlussfolgerungen zu trennen und habe daher die Ergebnisse meiner Untersuchung in einem speziellen und einem allgemeinen Theil abgehandelt.

---

## I. Specieller Theil.

**Ueber den Bau und die Entwicklung der Podophrya gemmipara.**

## 1. Bau der Podophrya gemmipara.

Die Gestalt des Körpers unserer Podophrya gemmipara ist bei den einzelnen Individuen sehr verschiedenartig. Junge Exemplare besitzen meist eine elegante Becherform, indem die leicht geschwungenen Seitenwände von der aboralen oder basalen, dem Stiel zur Insertion dienenden Fläche aus nach dem oralen oder freien Ende zu divergiren (Taf. I Fig. 1). Das orale, der Bechermündung entsprechende Körperende ist stark gewulstet, mit Höckern bedeckt und dadurch characterisirt, dass die Ursprünge der stets zahlreichen Tentakeln auf dasselbe beschränkt sind. Beim Wachsthum verbreitert sich der Körper entweder napfförmig (Taf. I Fig. 2) oder geht mehr und mehr in die Kugelgestalt über. Aber auch dann finden sich die Tentakeln nur auf dem oralen Ende und nicht an den seitlichen Theilen des Körpers. — Gestaltveränderungen durch active Contractionen des Körperinhalts habe ich nicht beobachtet.

Mit Hülfe stärkerer Systeme kann man an dem Körper der Podophrya gemmipara zweierlei Bestandtheile unterscheiden: 1) ein festes den Körper stützendes und umhüllendes Skelet; 2) den Weichkörper mit seinen Anhangsgebilden.

## a) Skelet.

Das Skelet besteht aus einem starren 0,5—0,8<sup>mm</sup> langen Stiel, welcher den Körper trägt, und einer denselben allseitig umgebenden membranösen Hülle. Der Stiel zeichnet sich vor den Stielen der meisten Acinetinen durch seine beträchtliche Dicke aus; er bildet eine Röhre, welche an der festsitzenden Basis schmaler ist als an dem peripheren den Weichkörper tragenden Ende, sich somit in entgegengesetzter Weise wie der Schaft einer Säule verjüngt. Am meisten fällt diese Ungleichmässigkeit des Calibers bei alten Individuen auf, während sie

bei jugendlichen kurzgestielten Formen kaum bemerkbar ist. Sie ist eine Folge der Art des Wachstums, welche wie bei allen durch Secretion festgebildeten und keiner weiteren geweblichen Veränderung unterliegenden Skelettheilen durch einfache Apposition erfolgt. Indem der Organismus allseitig gleichmässig wächst, vergrössert sich auch die Fläche, welche das Weiterwachsthum des Stiels vermittelt, und so kann es kommen, dass das Ende desselben dem doppelten oder dreifachen Durchmesser der Basis gleichkommt. Es erinnert diese Form des nach oben sich erweiternden Stiels sehr an die Beschreibung und die Abbildung, welche STEIN<sup>1)</sup> vom Stiel des sogenannten Acinetenzustands der *Opercularia articulata* (*Podophrya Steinii* Clap. et Lachm.<sup>2)</sup> und der *Podophrya fixa*<sup>3)</sup> gibt.

Die Wandung der durch den Stiel gebildeten Röhre besitzt nirgends eine beträchtliche Dicke. Gleichwohl kann man deutlich in ihr eine Zusammensetzung aus zwei das Licht verschieden brechenden Substanzen erkennen (Taf. I Fig. 7). Die äusserste Lage wird von einer beiderseits scharf contourirten dünnen, aber offenbar derberen Cuticula gebildet. Die innere Lage reflectirt das Licht mattbläulich und ist in Folge dessen nicht so scharf gegen das Stielinnere abgesetzt, wie die Cuticula nach aussen. Sie ist der Sitz einer feineren Structur, welche am ganzen Stiel unter dem Bild einer zarten, aber sehr regelmässigen Querstreifung erscheint. Dieselbe rührt daher, dass in bestimmten Entfernungen die Wandung mit ringförmigen Einschnürungen ins Innere einspringt, ähnlich wie der Schraubengang einer Schraubenmutter, wenn wir von der hier spiraligen, dort ringförmigen Anordnung absehen. Die Querstreifung ist am deutlichsten und am engsten an dem untern Theil des Stiels (Taf. I Fig. 7 *B* u. *C*). Nach oben wird sie undeutlicher in demselben Maasse, als mit dem Wachsen des Röhrenlumens die Dicke der Wandung abnimmt. Gleichzeitig rücken die Querstreifen weiter aus einander (Taf. I Fig. 7 *A*).

Ausser dieser Querstreifung erkennt man am freien Stielende bei recht breiten Stielen noch eine Längsstreifung, welche noch zarter, feiner und schwieriger erkennbar ist als die Querstreifung, häufig überhaupt nicht vorhanden zu sein scheint. Wo sie auftritt, ver-

1) STEIN: Die Infusionsthierc auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854. pag. 118, Taf. IV Fig. 1.

2) CLAPARÈDE et LACHMANN: Études sur les Infusoires et les Rhizopodes Genève 1858. I. pag. 384.

3) STEIN: l. c. pag. 143 u. 144.

liert sie sich nach dem basalen Ende zu. Ihren Sitz müssen wir in der Cuticula suchen, da sie nur bei einer möglichst oberflächlichen Einstellung erkannt wird (Fig. 7 A).

Die beiden die Stielwandung bildenden Substanzen, deren Anordnung und optisches Verhalten ich im Obigen geschildert habe, unterscheiden sich weiterhin in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Reagentien. Während Eisessig und Chromsäure nicht die mindeste Einwirkung ausüben, bringt concentrirte Salzsäure den innern Theil der Wandung zum Quellen, während die Cuticula unverändert bleibt. Ebenso wirken kalte concentrirte Schwefelsäure und Natronlauge. Beim langsamen Erwärmen mit letzteren Reagentien löst sich zunächst die innere Substanz, dann erst die Cuticula, so dass schliesslich keine Spur mehr vom Stiel erhalten bleibt. Um dies zu erreichen ist bei Natronlauge Siedehitze nöthig, während bei Schwefelsäure schon eine gelinde Erwärmung eine vollständige Lösung bewirkt. In Carminlösung färbt sich der Stiel hellroth, in Jod strohgelb, bei Anwesenheit von Schwefelsäure braungelb. Den Sitz der Färbung glaube ich in der inneren leichter zerstörbaren und weichen Substanz suchen zu müssen. — Eine ähnliche Zusammensetzung des Stiels hat STEIN bei seiner *Acineta Operculariae*<sup>1)</sup> (*Podophrya Steinii*) und der *Opercularia articulata*<sup>2)</sup> nachgewiesen. Der Schilderung nach zu urtheilen scheint auch hier eine ähnliche Differenz im Verhalten gegenüber Reagentien bestanden zu haben; doch ist es STEIN nicht geglückt, durch Aetzkali und Schwefelsäure die Stiele zu lösen, offenbar weil er die genannten Reagentien nur im kalten Zustand angewandt hatte.

Das Röhrenlumen, welches der Stiel der *Podophrya gemmipara* mit dem der *Podophrya fixa*<sup>3)</sup> und der *Acinete* der Wasserlinsen (*Podophrya Cyclopus* Clap. et Lachm.) theilt, scheint von einer soliden Masse ausgefüllt zu werden. Wenigstens gelang es mir nicht, trotz mehrfach wiederholter Versuche, unter Anwendung des HAECKEL'schen Verfahrens zum Nachweis feiner Hohlräume<sup>4)</sup> (Tränkung des Objects mit einer starken Lösung von kohlen-saurem Natron und Zusatz von Essigsäure) das Lumen mit Kohlensäure zu injiciren, was doch der Fall sein müsste, wenn dasselbe von einer Flüssigkeit erfüllt wäre.

1) l. c. pag. 118.

2) l. c. pag. 112.

3) l. c. pag. 143 u. 144.

4) HAECKEL: Die Radiolarien, eine Monographie. Berlin 1862. pag. 35.

Die beiden Enden des Stiels verlangen noch eine besondere Berücksichtigung. Der basale Stieltheil ist meist dicht über seiner Anheftungsstelle bulbosartig angeschwollen. Die Anschwellung rührt von einer Verdickung des inneren Theiles der Stielwandung her, während die Cuticula darüber unverändert bleibt. Durch die Verdickung wird das Röhrenlumen eingeengt und kann sogar ganz verschlossen werden (Fig. 7 C). Nach der Basis zu zertheilt sich die Innensubstanz, wie ich mich an einem besonders günstig gelegenen Exemplar überzeugen konnte, in zackige Ausläufer, durch deren Vermittlung die Podophrye sich befestigt. Bei Imbibition mit Carminlösung fällt mir stets um die Befestigungsstelle des Stiels eine intensiv roth imbibirte Zone auf, ohne dass ich jedoch für dieselbe ein besonderes Substrat, welches mit dem Stiel im Zusammenhang stände, hätte ausfindig machen können. Wahrscheinlich hat die Färbung ihren Sitz im Periderm des Tubularienstiels, welches in irgend welcher Weise von der sich festsetzenden Podophrye verändert, vielleicht arrodirt worden ist. Für die Annahme, dass die roth imbibirte Zone nicht von einer zum Stiel gehörigen plattenartigen Verbreiterung herrührt, sondern durch eine Veränderung des Periderm's der Tubularie bedingt ist, spricht auch schon der Umstand, dass die rothen Kreise noch nachweisbar sind, wenn der Körper der Podophrye sammt seinem Stiel abgefallen ist.

Das periphere Stielende, welches im Gegensatz zu der soeben geschilderten Basis sich durch seine Breite und durch die Dünne seiner Wandung auszeichnet, verbindet sich mit dem Weichkörper, den es trägt, mittels einer schwach convex gekrümmten Fläche. Aehnlich dem Stiel einer heftig contrahirten Vorticelle, inserirt es sich in einer nabelförmigen Vertiefung des Körpers, wodurch leicht der Eindruck hervorgerufen wird, als dränge es eine Strecke weit in's Körperinnere ein. Das Protoplasma des Weichkörpers und der Inhalt der vom Stiel gebildeten Röhre setzen sich scharf gegen einander ab, und schien es mir, als ob sie durch die sogleich näher zu betrachtende Körperhülle von einander getrennt würden. Keinesfalls bewirkt die Stielwandung den Verschluss der Röhre, denn an Stielen, von denen der Körper abgefallen ist, konnte ich niemals eine das Lumen der Röhre nach aussen verschliessende Membran erkennen.

Der zweite Theil des Skelets der *P. gemmipara* wird durch eine den Weichkörper überziehende Hülle gebildet, welche ich als *Skeletmembran* bezeichnen werde. Dieselbe lässt sich am lebenden Organismus nur ungenügend erkennen, namentlich gelingt es nicht,

über ihr Verhalten an dem die Tentakeln tragenden mit Einschnürungen und Buckeln versehenen Ende Aufschluss zu bekommen. Ich schildere daher gleich die durch Anwendung dünner (0,1—0,5%) Chromsäurelösungen erhaltenen Resultate. Dünne Chromsäurelösungen bringen das Protoplasma zum Quellen und gleichen die Buckeln und Falten aus, indem sie die Körpergestalt mehr oder weniger kugelig oder oval abrunden. Ausserdem hat man bei ihrer Anwendung den Vortheil, dass sich die Hülle stellenweise, namentlich an den Ursprungsstellen der Tentakeln blasenartig von der Körperoberfläche abhebt, während sie am lebenden Organismus derselben stets wie eine Cuticula auf's innigste auflagert<sup>1)</sup>. In günstigen Fällen kann man so die Körperhülle in grosser Ausdehnung abgehoben und isolirt erhalten.

Die Körperumhüllung der *Podophrya gemmipara* besteht aus einer Membran von überall gleichmässiger Feinheit. Bis auf die Durchtrittsstellen der Tentakeln, auf welche wir bei der Besprechung dieser Organe noch einmal ausführlicher zurückkommen werden, bildet sie einen allseitig geschlossenen Sack. Auf den optischen Querschnitt macht sie weniger den Eindruck eines selbstständigen Gebildes, als eines cuticularen, kaum als doppelt contourirt erkennbaren Saumes. Mit starken Vergrösserungen betrachtet, sieht dieser Saum aus, als ob er von feinen, dicht zusammengefügt und verkitteten Körnchen gebildet wäre (Taf. II Fig. 11 B). Prüft man mit starken Systemen das Flächenbild der Hüllmembran, welches man am schönsten über grossen oberflächlich liegenden Vacuolen oder an durch Chromsäure abgehobenen Blasen erhält, so erkennt man, dass es nicht Körnchen sind, welche zu einer Membran verkittet werden, sondern feine, kurze Stäbchen, welche in den verschiedensten Richtungen neben einander gelagert sind<sup>2)</sup> (Taf. II Fig. 11 A). Sie quellen in Natronlauge, wodurch die Structur der Hüllmembran undeutlich wird, und lösen sich beim Kochen mit derselben sowie mit Schwefelsäure auf; offenbar bestehen sie aus derselben Substanz, welche den Stiel der *Podophrya gemmipara* bildet und an demselben in zwei

<sup>1)</sup> CLAPARÉDE und LACHMANN haben denselben Einfluss der dünnen Chromsäurelösungen bei der Cuticula der Infusorien beobachtet (Études I pag. 15). COHN verwandte zu gleichem Zweck Alkohol (Ueber die Cuticula der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. V pag. 422).

<sup>2)</sup> Möglicherweise wird das Bild von Stäbchen auch nur durch buckelförmige Verdickungen der Membran erzeugt. Bei der Feinheit der Bildung lässt sich dies selbstverständlich nicht entscheiden.

Graden verschiedener Erhärtung als Cuticula und innere Substanz besprochen worden ist.

Die Skeletmembran setzt sich gegen die Wandung des Stiels mit einer scharfen und deutlichen Linie ab, sie bildet somit nicht eine Verlängerung derselben, wie dies STEIN<sup>1)</sup> für seine Acinete der Wasserlinsen und die Podophrya fixa schildert, sondern ist ein vollkommen selbstständiges vom Stiele unabhängiges Gebilde. Diese Selbstständigkeit von Stiel und Hüllmembran äussert sich auch in der Entwicklungsgeschichte, insofern beide Theile, wie wir später sehen werden, unabhängig von einander und zu verschiedenen Zeiten entstehen. Sie ist der Grund, dass der Körper der Podophrya gemmipara sammt seiner Umhüllung so leicht von seinem Stiele abfällt, wenn nicht bei dem Versuche der Conservirung Vorsichtsmassregeln ergriffen werden, welche auch leise Erschütterungen vermeiden<sup>2)</sup>.

Sehr häufig finden sich Faltungen in der Hüllmembran. Dieselben erstrecken sich von der Stielinsertion in der Längsaxe des Körpers nach dem Ende, welches die Tentakeln trägt. An der Stelle, wo die durch die Befestigung des Stiels verursachte tellerförmige Vertiefung mit scharfer Knickung sich in die Seitenwandungen fortsetzt, sind diese Faltungen meistentheils am leichtesten zu erkennen. Sie erscheinen hier wie kleine Beutelchen, welche dem Rand der Umbiegung anhängen. Um die Faltungen gut zu sehen, muss man genau auf die Oberfläche einstellen und möglichst durchsichtige Exemplare wählen (Taf. II Fig. 11).

#### b) Weichkörper.

Der Körper der *P. gemmipara* besteht aus einem stark körnigen, trüben Protoplasma, welches nur in den äussersten Zonen durchsich-

<sup>1)</sup> l. e. pag. 118 u. 144.

<sup>2)</sup> Den Umstand, dass die Körper der Podophrya gemmipara so ausserordentlich leicht vom Stiele sich ablösen, habe ich in unangenehmster Weise selbst erfahren müssen, indem mir hierdurch ein reichliches in Chromsäure conservirtes Material verdarb. Um die zarten Körper vor jeden mechanischen Insulten zu schützen, habe ich deswegen bei erneutem Sammeln überall nur die reichbesetzten Tubularien-Stiele nach Entfernung der dieselben krönenden Köpfehen in kleinen Reagensgläsern conservirt. Um zu verhindern, dass Luft in die Gläser kam, und die auf- und absteigenden Blasen die *P. gemmipara* abstreiften, schloss ich die Gläser unter der conservirenden Flüssigkeit oder ich schloss zunächst mit einem tüchtigen Watterpfropf und dann erst mit einem Kork. Die zwischen Kork und Watte befindliche Luft wird durch letztere vom Präparat getrennt. Derartig

tiger und homogener wird, ein Verhalten, welches ja beim Protoplasma der meisten einzelligen Organismen nachgewiesen werden kann. Ein gelblich- oder rost-brauner körniger Farbstoff ist meist reichlich, besonders in den centralen Partien abgelagert und verhindert jeglichen Einblick in das Körperinnere. Derselbe fehlt selbst bei jungen Individuen nur selten, wenn auch Exemplare gefunden werden, welche ganz farblos sind. Da bei der Ernährungsweise der Acinetinen, welche die eingefangene Beute nur mit Hilfe ihrer Tentakeln aussaugen und nicht wie die übrigen Infusorien verschlingen, wohl nicht an eine Aufnahme von so beträchtlichen Mengen von Farbstoff gedacht werden kann, müssen wir ihn als im Körper des Organismus selbst entstanden, als ein Product des Assimilationsprocesses ansehen.

Wenn wir von der aus feinsten Stäbchen bestehenden und der Oberfläche dicht auflagernden Membran absehen, welche ich dem Skelet zugerechnet und daselbst schon besprochen habe, ist der Körper hüllenlos. Es fehlt ihm somit die Membran, welche STEIN von der Acinete der Wasserlinsen (*Podophrya Cyclopum* Clap. et Lach.), der diademartigen Acinete <sup>1)</sup> (*P. cothurnata* Clap. et Lachm.) und dem sogenannten Acinetenzustand der *Opereularia articulata* <sup>2)</sup> (*P. Steinii* Clap. et Lachm.) beschreibt und als »eigentliche Körpermembran« von einer oberflächlicheren, unserer Skeletmembran homologen Hülle unterscheidet. Aus Gründen, die ich bei der Besprechung der Tentakeln und ihres Verhältnisses zur Körperoberfläche genauer darlegen werde, ist mir die Existenz dieser »eigentlichen Körpermembran« auch bei den von STEIN beobachteten Formen höchst unwahrscheinlich.

Im Körperparenchym verlangen zweierlei Gebilde eine besondere Berücksichtigung: 1. die Vacuolen und 2. der Kern.

Die Vacuolen (Taf. I Fig. 1 u. 2 v) nehmen weder eine bestimmte Lagerung im Körper ein, noch treten sie in bestimmter Anzahl auf. Bei den becherförmigen Exemplaren finden sie sich mit Vorliebe in dem Wulste, welcher dem Beeherrande entsprechen würde. Ihre Grösse ist ebenfalls eine sehr variable; kleinste leicht zu überschende Bläschen kommen neben grossen Flüssigkeitsräumen vor, deren Durchmesser bis zu einem Viertel des Körperdurchmessers betragen kann. Ob alle Vacuolen, welche häufig recht zahlreich

---

conservirtes Material hat das Rütteln der Reise vortrefflich überstanden und ermöglichte mir die Untersuchung, auch nachdem ich Helgoland verlassen hatte.

<sup>1)</sup> l. c. pag. 72.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 121.

angetroffen werden, contractil sind, wage ich nicht zu entscheiden. Ich habe überhaupt nur selten Contractionen beobachtet, und zwar einige Male an Vacuolen, die wohl eine Stunde lang von mir beobachtet waren, ohne irgend welche Veränderungen zu zeigen. Es will daher nichts beweisen, wenn die meisten der beobachteten Blasen, namentlich der grösseren, kein Zeichen von Contractilität erkennen liessen, da bei der langen Dauer der Diastole die Beobachtung leicht in diesen Zeitraum gefallen sein kann. — In einem der beobachteten Fälle von Contractionen der Vacuolen bildete sich der am Schluss der Contraction vollkommen verschwundene Flüssigkeitsraum nach Verlauf von etwa einer Stunde an derselben Stelle wieder. In andern Fällen ist mir dieser Nachweis nicht geglückt. — Dieselbe Trägheit und Unregelmässigkeit der Action, wie ich sie hier von der *Podophrya gemmipara* geschildert habe, habe ich auch bei andern marinen Acineten beobachtet und kann ich somit die Wahrnehmung STEIN'S <sup>1)</sup> bestätigen, »dass bei den im Meere lebenden Infusorien die Systole der contractilen Behälter auffallend langsamer und in längeren Zeitintervallen erfolgt als bei den Süsswasserbewohnern«, ohne mich jedoch hiermit auch mit der Erklärung, welche der genannte Forscher für dies verschiedene Verhalten gibt, einverstanden erklären zu wollen. Uebrigens ist der Verschiedenheit der Contractilität der Flüssigkeitsräume bei den einzelnen Arten keine Bedeutung beizumessen, wie dies eingehender HAECKEL<sup>2)</sup>, WRZESNIOWSKI<sup>3)</sup>, SCHWALBE<sup>4)</sup> u. A. durchgeführt haben.

Das zweite im Körper enthaltene Gebilde von morphologischer Bedeutung, der Kern, ist am lebenden und unversehrten Organismus wegen der beträchtlichen Undurchsichtigkeit der Körpersubstanz nicht zu erkennen. Beim Zerquetschen erblickt man unter günstigen Umständen hier und dort im Parenchym mattbläuliche homogene Stellen vom charakteristischen Lichtbrechungsvermögen des Infusorien-nucleus (Taf. I Fig. 4 u. 11*n*), ohne dass es jedoch gelänge, ein zusammenhängendes Bild von seiner Anordnung zu erhalten. Auch mit den für den Kernnachweis sonst so vortrefflichen Reagentien

<sup>1)</sup> STEIN: Organismus der Infusionsthierc. Leipzig 1859. I. pag. 91.

<sup>2)</sup> HAECKEL: Studien über Moneren und andere Protisten. pag. 151.

<sup>3)</sup> WRZESNIOWSKI: Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. pag. 25.

<sup>4)</sup> SCHWALBE: Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. pag. 351. cfr. ferner meinen Aufsatz über *Mikrogromia socialis*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. X. Suppl.-Heft pag. 18.

der Chromsäure und Essigsäure gelangte ich zu keinen Resultaten, da dieselben das Protoplasma nur noch mehr durch Gerinnung verdunkelten. Ich wandte mich daher zur Benutzung von Imbibitionsmethoden, welche gleichzeitig das Körperparenchym aufhellen: der Imbibition mit BEALE'schem Carmin und mit Essigsäure-Carminlösung mit nachfolgender Aufhellung durch Salzsäureglycerin. Das BEALE'sche Carmin liess den Kern zwar erkennen, aber nur in unvollkommener Weise. Dagegen ergab die Essigsäure-Carminfärbung ganz vortreffliche Resultate. Ich verfuhr bei derselben folgendermassen: Nachdem ich die *Podophrya gemmipara* mit dünner Chromsäurelösung behandelt und tüchtig ausgewaschen hatte, liess ich sie ein bis zwei Tage in einer hellrosenrothen Essigsäure-Carminlösung liegen und wusch sie dann ebenso lang mit einem  $\frac{1}{2}$  % Salzsäure enthaltenden Glycerin aus. Das Pigment war dann verblichen, die Carminfärbung des Protoplasma ausgezogen und nur der Kern hatte ein intensiv rothes Colorit beibehalten.

Durch Anwendung der geschilderten SCHWEIGGER SEIDEL'schen Methode stellte es sich heraus, dass der Kern — wenigstens bei den grossen, alten Individuen — ein ausserordentlich complicirtes und vielgestaltiges Gebilde ist, welches von den Nucleusformen der meisten Acineten beträchtlich abweicht und nur mit dem Nucleus der *Podophrya Steinii* <sup>1)</sup> (Acinetenzustand der *Opercularia articulata*) sich vergleichen lässt. Wie dieser bildet er zahlreiche das Körperinnere nach allen Richtungen hin durchsetzende Verästelungen, nur fehlen ihm die Anastomosen, welche STEIN von der genannten Podophrye schildert und abbildet (Taf. II Fig. 4 u. 6). Anfänglich macht die Anordnung des Nucleus den Eindruck grösster Unregelmässigkeit; indessen gelingt es bei fortgesetzter Beobachtung, wenn man sich an jugendliche Formen hält und von der einfacheren Gestalt des Nucleus bei denselben durch alle Uebergänge hindurch die complicirteren Verhältnisse ableitet, die letzteren auf eine einfache Grundform zu reduciren. Dieselbe bildet ein Hufeisen, dessen beide Enden einander so genähert sind, dass nur wenig an einem vollkommen geschlossenen Kreis fehlt. Die Schenkel des Hufeisens liegen in einer horizontalen Ebene im hinteren Körpertheil in der Art, dass die Längsaxe des Körpers ungefähr die Mitte des von ihnen gebildeten unvollständigen Kreises durchbohren würde. Da die Veränderungen, welche beim Wachsthum des Organismus am Nucleus in Form von

<sup>1)</sup> STEIN: Infusions-Thiere. pag. 119—122.

Verästelungen vor sich gehen, wie wir später sehen werden, in engster Beziehung zur Entwicklungsgeschichte stehen, werde ich sie im Zusammenhang mit den Vorgängen, welche die Schwärmerbildung einleiten, besprechen.

Eine besondere Hüllmembran, wie sie STEIN, CLAPARÈDE, BALBIANI u. A. vom Kern der Acineten und der übrigen Infusorien schildern, habe ich nicht erkennen können. Auf das Verhältniss dieser von andern Forschern beobachteten Kernmembran zur Kernmembran des Nucleus der thierischen Zelle und der Rhizopoden werde ich im allgemeinen Theil noch einmal zurückkommen.

Wir beschliessen die Schilderung des Baus der entwickelten *P. gemmipara* mit der Besprechung der Tentakeln. Dieselben sind, wie früher schon erwähnt, nicht gleichmässig über die Körperoberfläche vertheilt, sondern auf das dem Stiel abgewandte Ende beschränkt. Sie sind von zweierlei Art. Die einen, welche wir zunächst betrachten wollen, unterscheiden sich von den Tentakeln der meisten übrigen Acineten durch ihre feine Spitze, welche ihnen einige Aehnlichkeit mit den Pseudopodien der Heliozoen, und dem ganzen Organismus somit etwas von dem Ansehen einer gestielten Actinophrys verleiht. Am ähnlichsten sind sie noch den Tentakeln der *Podophrya cothurnata*<sup>1)</sup> und des Acinetenzustandes der *Epistylis branchiophila*<sup>2)</sup>. An einem Exemplar, welches die Tentakeln weit ausgestreckt hat, was nur selten beobachtet wird, da die Organismen sie bei der geringsten Beunruhigung einziehen oder wenigstens verkürzen und nur langsam wieder ausdehnen, überzeugt man sich, dass dieselben eine beträchtliche Länge erreichen, bei mittleren Individuen den Körperdurchmesser übertreffen und vollkommen homogene, glatt contourirte Fäden bilden, welche mit breiter Basis beginnend sich zu einer feinen Spitze verdünnen. Auch jetzt schon kann man mit stärkeren Vergrösserungen eine leichte Spiraldrehung um die Längsaxe erkennen (Taf. I Fig. 8). Dieselbe wird deutlicher, wenn in Folge von Beunruhigung das Thier seine Tentakeln verkürzt. Es tritt dann eine feine Spiralfaltung in der ganzen Länge des Tentakels auf, die anfänglich das Bild eines Körnchenbesatzes vortäuscht und hierdurch die Aehnlichkeit mit den Pseudopodien einer Heliozoe noch erhöht, beim Fortschreiten der Verkürzung aber leicht als eine korkzieherartige Faltung erkannt wird. Wird die Podophrye heftig insultirt,

<sup>1)</sup> STEIN: Infusionsthierc pag. 72.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 124.

so kommt es auch vor, dass die Tentakeln in einer bestimmten Entfernung knicken und dass sie stellenweise varicositätenähnliche Anschwellungen erhalten. Dass ein Tentakel vollkommen eingezogen worden wäre, habe ich, wenn wir von encystirten Individuen absehen, nie beobachten können, doch halte ich es für wahrscheinlich, dass es stattfindet.

Bei der Verkürzung wird noch ein weiteres Strukturverhältniss der Tentakeln deutlich. Man kann an den stark verkürzten Tentakeln erkennen, dass jeder derselben aus einem homogenen Inhalt und einer diesen Inhalt handschuhfingerförmig überziehenden Rindenschicht besteht, wie dies von den Tentakeln der übrigen Acineten schon bekannt ist und am richtigsten von CLAPARÈDE und LACHMANN<sup>1)</sup> geschildert wurde. Die Membran verdickt sich bei der Verkürzung und ist alleiniger Sitz der Faltenbildung und der beim schnellen Einziehen sich bildenden Varicositäten.

Die spirilige Torsion der Tentakeln sowie die Zusammensetzung aus einem homogenen weicheeren Inhalt und einer festeren Rindenschicht werden beim Zusatz von Reagentien deutlicher. Weder Anwendung von starker Essigsäure noch von Chromsäure vermag nämlich die Tentakeln zu zerstören, sondern dieselben bleiben als verdickte und verkürzte Stiele auf der Körperoberfläche erhalten und unterscheiden sich hierdurch wesentlich von den in selbst dünnen Essigsäurelösungen schnell hinschmelzenden Pseudopodien. In starken Essigsäurelösungen schien mir die Rindenschicht etwas zu quellen.

Ausser den hier geschilderten langen und spitz endenden Tentakeln (Taf. I Fig. 1 *x*), für die ich ihrer Function halber im Folgenden die Benennung »Fangfäden« einführen werde, kann man bei genauer Prüfung noch eine zweite Art Fortsätze erkennen, welche ich zum Unterschied als »Saugröhren« bezeichne. Dieselben finden sich vorwiegend auf der Höhe der Convexität der vorderen Fläche (Taf. I Fig. 1 u. 12 *x*), sind kürzer als die Fangfäden, in ihrer ganzen Länge von gleichmässiger Dicke und enden an der Spitze mit einer saugnapfähnlichen Verbreiterung. Im Uebrigen bestehen auch sie aus einem hellen homogenen Inhalt und einer mattbläulichen Rinde, sind somit nach einem gleichen Princip gebaut wie die Fangfäden.

Folgende Gründe bestimmen mich in ihnen etwas von den letzteren Verschiedenartiges und nicht nur vorübergehende Formzustände

1) Études II. pag. 173 (tube creux à parois contractiles).

derselben zu erblicken und somit bei unserer *P. gemmipara* einen Unterschied zwischen »Saugröhren« und »Fangfäden« zu machen, welcher den bisherigen Beobachtern der Acineten fremd war. Zunächst habe ich nie verfolgen können, dass die Fangfäden ihre Form verändert hätten und in Saugröhren übergegangen wären, was doch bei fortgesetzter daraufhin angestellter Beobachtung hätte gelingen müssen, wenn letztere nur zeitliche Modificationen der Form der ersteren darstellten. Im Gegentheil traten die Unterschiede bei den Bewegungen und Formveränderungen beider Gebilde nur um so deutlicher hervor. Die Saugröhren besitzen keine spiralige Drehung, lassen daher beim Einziehen auch keine spiralige Faltung erkennen: ihre einzige Bewegung besteht darin, dass sie sich vor- und rückwärts bewegen und hierbei ihre Axe verlängern und verkürzen, eine gleichmässig gleitende Bewegung, wie sie bei den Fangfäden nie vorkommt. Auch schienen mir die Saugröhren beständig auf- und niederzusteigen, während die Tentakeln für gewöhnlich sich in Ruhe befinden.

Weiterhin spricht für die hier von mir vertretene Auffassung die verschiedene Function, welche beiderlei Gebilde bei der Nahrungsaufnahme besitzen und die wir deshalb gleich hier in Betracht ziehen wollen. Kommt ein Infusor in das Bereich der Fangfäden, so krümmen sich dieselben, indem sie ihr Opfer umklammern. Wie schon frühere Beobachter (CLAPARÈDE u. LACHMANN, EHRENBERG, STEIN u. A.) haben constatiren können, wirkt diese Berührung lähmend und allmähig ertödtend. Durch die Verkürzung der Fangfäden wird nun der todte Körper der Podophrye genähert und mit den kürzeren Saugröhren in Berührung gebracht. Dieselben schwellen mit ihren Enden an und fixiren letztere wie Saugnäpfe an der Körperoberfläche. Ihre auf- und absteigende Bewegung nähert und entfernt das abgestorbene Infusor, bis dasselbe plötzlich anfängt kleiner zu werden. Es hat sich dann ein Strom vom Körper desselben ins Innere der Podophrya etablirt. Bei der Verlängerung der Saugröhre treten die Körnchen in dieselben hinein, die Verkürzung derselben treibt sie ins Innere des fressenden Organismus. Dieser Verlauf lässt auch uns, wie CLAPARÈDE und LACHMANN und ZENKER <sup>1)</sup>, in der Rindenschicht den Sitz der Contractilität suchen und die centrale Substanz für eine flüssige passiv bewegte Masse ansehen.

<sup>1)</sup> ZENKER: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II pag. 343.

Schliesslich erwähne ich noch, dass die hier erörterte Differenzierung der Tentakeln in Saugröhren und Fangfäden keineswegs auf die *Podophrya gemmipara* beschränkt ist, sondern früher schon von mir bei andern Acineten nachgewiesen wurde. So beobachtete ich bei einer Form, welche in ihrem Bau vollkommen mit der von STEIN als *Actinophrys sol* seinerzeit beschriebenen Varietät der *Podophrya fixa* übereinstimmte, ausser den von anderen Autoren schon abgebildeten starren und mit einem Knöpfchen endenden Tentakeln noch schwanke, die letzteren um das Drei- bis Vierfache an Länge übertreffende Fäden. Dieselben endeten mit einer Kugel, welche bedeutend grösser war als die knöpfchenförmige Endanschwellung der gewöhnlichen Acineten-Tentakeln, krümmten sich und wurden pendelartig bewegt, beim Einziehen spiralig aufgerollt. Ich unterscheide sie hier gleichfalls als »Fangfäden« von den übrigen geknöpften und starren Tentakeln, welche ich als »Saugröhren« bezeichne. — In einem andern Falle, den ich gelegentlich meiner Rhizopoden-Studien beobachtete, waren die Fangfäden in einer Spirale jedesmal um die Saugröhre herumgelagert. Leider habe ich damals verabsäumt, mir die Species, bei der ich die Beobachtung angestellt habe, zu notiren. — In beiden Fällen habe ich mich vergeblich bemüht, Uebergangsformen zwischen den beiden Arten von Tentakeln ausfindig zu machen. Ebenso wenig gelang es mir eine Weiterentwicklung einer Saugröhre zu einem Fangfaden oder die Rückbildung eines Fangfadens zu einer Saugröhre zu verfolgen. Ich muss daher auch in den genannten beiden Fällen einen bleibenden Unterschied zwischen beiderlei Gebilden festhalten und komme daher zum Schluss, dass bei einer Anzahl Acineten die beiden Abschnitte der Nahrungsaufnahme, das Einfangen der Nahrung und ihre Einführung in den Organismus von zwei verschiedenartigen Körperfortsätzen verrichtet werden, dass aus einem Zustand der Indifferenz, welcher bei den meisten Acineten persistirt, die Organe des Nahrungserwerbes sich nach zwei Richtungen hin: in fangende und saugende differenzirt haben. Dieser Auffassung gemäss modifizire ich die bisher gültige Bezeichnungsweise in folgender Art: Den Namen »Tentakeln« behalte ich als gemeinsame Bezeichnung für alle Körperfortsätze der Acineten bei, mögen dieselben nun auf einem Zustand der Indifferenz verharren oder sich in fangende und saugende differenzirt haben. Dagegen beschränke ich die Ausdrücke »Fangfäden« und »Saugröhren«, welche bisher unterschiedslos gebraucht wurden, auf die-

jenigen Formen, bei denen eine einseitige Entwicklung nach einer Richtung hin erfolgt ist.

In welcher Beziehung stehen nun die geschilderten Fangfäden und Saugröhren zum Körperparenchym? Wie verhalten sie sich zur Skeletmembran? Durchbohren sie dieselbe oder stülpen sie sie nur vor sich aus, so dass letztere eine continuirliche oberflächliche Schicht über ihnen bildet? — Diese Fragen lassen sich am lebenden Organismus nicht mit Sicherheit beantworten. Die Fläche, von der die Tentakeln entspringen, ist in Folge von Vertiefungen und Buckeln zu uneben, als dass eine scharfe Einstellung auf die Ursprungsstelle derselben möglich wäre. Immerhin erhält man auch hier schon zeitweilig den Eindruck, als träten die Tentakeln am Grunde der Vertiefung, in der sie meist entspringen, ins Innere des Körpers hinein. Ebenso kann man sich am lebenden Organismus schon überzeugen, dass die Skeletmembran sich nicht auf die Oberfläche der Tentakeln fortsetzt, da man sonst auf derselben ihr aus feinen Stäbchen zusammengesetztes Gefüge erkennen müsste.

Genauere Aufschlüsse erhält man indessen erst durch Behandlung mit Chromsäure oder Essigsäure und nachfolgender Aufhellung in Glycerin. Zunächst überzeugt man sich, dass die Membran in der That durchbohrt wird (Taf. I Fig. 9 u. 10). Zwar sieht man sie häufig sich scheidenartig an der Basis der Tentakeln eine Strecke weit heraufziehen. Doch ist dies weder stets der Fall, noch reicht diese scheidenartige Umhüllung bis zur Spitze der Tentakeln, wenn es auch vorkommt, dass sie auf eine beträchtliche Strecke hin einen Ueberzug derselben bildet. An Stellen, wo sich die Membran abgehoben hat, besitzt der zwischen dieser und der Körperoberfläche gelegene Theil des Tentakels dasselbe Aussehen wie der ausserhalb gelegene. Wir stimmen somit in diesem Punkte mit STEIN überein, welcher gleichfalls die Tentakeln der *Podophrya Steinii* <sup>1)</sup> und anderer Acineten die als Secretionsproduct aufgefasste oberflächlichste Haut durchbohren lässt.

An der Körperoberfläche angelangt dringen die Tentakeln bei der *Podophrya gemmipara* in's Innere hinein. An günstigen nicht zu stark durch Pigment und Körnchenreichtum getrüben und durch Glycerin gut aufgehellten Exemplaren kann man sie bis nahezu in's Centrum des Körpers verfolgen, nach dem sie alle mehr oder minder convergiren und in dessen Umgebung sie sich, allmählig undeut-

<sup>1)</sup> STEIN: Infusionsthierc, pag. 121.

licher werdend, der Beobachtung entziehen, ohne dass man eine besondere Art der Endigungsweise erkennen könnte (Taf. II Fig. 4). Verschmelzungen verschiedener Röhren zu einem gemeinsamen Stamm konnte ich nicht beobachten. Ebenso zeigt auch der Tentakel keine Veränderung seines Aussehens. Wie er unverändert die Skelethülle durchbohrt, so tritt er auch unverändert in's Körperinnere und besteht hier wie ausserhalb aus einer dichteren oberflächlichen Schicht und einem homogenen Inhalt.

Die hier von der Endigungsweise der Tentakeln im Körperinnern der *Podophrya gemmipara* gegebene Schilderung weicht in den wichtigsten Punkten von der Darstellung ab, welche STEIN — allerdings bei anderen *Acineten*arten<sup>1)</sup> — von demselben Strukturverhältniss gibt. STEIN lässt den Inhalt der Tentakeln mit dem gesammten Körperinhalt gleich an der Oberfläche in directem Zusammenhang stehen. Nach ihm setzt sich die zarte Haut<sup>2)</sup> der Tentakeln in eine ebenfalls ausserordentlich zarte Hülle fort, welche er, wie schon erwähnt, unterhalb der Skeletmembran noch als »eigentliche Körpermembran« beschreibt. Es würden somit die Tentakeln gleich an ihrer Verbindungsstelle mit dem Körper aufhören distincte Organe zu sein, sie würden im Grunde genommen nichts als röhrlige Ausstülpungen der Körpermembran bilden. Diese Auffassung des Verhältnisses, in dem der Körper mit seiner Membran zum Tentakel mit seiner oberflächlichen Schicht steht, hat STEIN — seiner Darstellungsweise nach zu schliessen — weniger an der Hand der Beobachtung als nach Analogie mit den bei *Dendrocometes paradoxus* zu beobachtenden Verhältnissen sich gebildet. Die Arme des *Dendrocometes* sind, wie ich bestätigen kann, allerdings von einer zarten, aber deutlich doppelt contourirten Membran überzogen, welche die unmittelbare Fortsetzung

<sup>1)</sup> STEIN bespricht das Verhalten der Tentakeln zu verschiedenen Malen, unter andern in: »Die Infusionsthierc auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht.« pag. 72 (von der diademartigen *Acinete*), pag. 119 (*Acinete* der *Opercularia articulata*), »Organismus der Infusionsthierc« 1, pag. 74.

<sup>2)</sup> In gleicher Weise wie STEIN lässt auch ZENKER bei der *Acineta ferrum equinum* (nach CLAPARÈDE und LACHMANN's Terminologie *Podophrya ferrum equinum*) die Tentakeln von einer gemeinsamen, den ganzen Körper umhüllenden Haut bedeckt sein. Nach ZENKER würde »der im Innern der Arme befindliche Canal von zwei Schichten umschlossen sein, einer inneren, in allen ihren Theilen willkürlich contractilen, so zu sagen muskulösen Schicht und einer äusseren schlaffen, häutigen, welche eine Fortsetzung der äusseren, lederartigen Haut des Thierc ist«. (ZENKER: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II pag. 343, Taf. XIX.)

einer gleichbeschaffenen Hülle des Körpers darstellt. Indessen ist die Annahme, auf der STEIN seinen Analogieschluss basirt<sup>1)</sup>, dass nämlich »die Arme des Dendrocometes einem Tentakelbüschel, jede Endverästelung eines Armes somit einem einzelnen Tentakel morphologisch und physiologisch entspricht«, wie schon CLAPARÈDE<sup>2)</sup> betont, vollkommen unbewiesen. Ich meinerseits bin nicht einmal wie CLAPARÈDE geneigt, diese Homologie für wahrscheinlich zu halten, wie denn überhaupt die Stellung des Dendrocometes zu den übrigen Acinetinen noch sehr zweifelhaft, unsere Kenntnisse seines Baues und seiner Ernährungsweise noch lückenhafte sind.

Für das thatsächliche Vorhandensein von Verlängerungen der Tentakeln in's Körperinnere, welche ich übrigens an zahlreichen Präparaten zu demonstrieren im Stande bin, und für die Annahme, dass wir es hier mit einer allen Acineten zukommenden Structur zu thun haben, muss ich hier noch einige weitere Beweise beibringen. Zunächst möchte ich hier anführen, dass die geschilderte Endigungsweise eine bisher unverständliche Erscheinung bei der Nahrungsaufnahme erklärt. Verfolgt man bei Acineten, welche nicht allzu undurchsichtig sind, die Körnchen, welche von den Saugröhren aus in's Körperinnere strömen, so fällt es auf, dass dieselben in der Verlängerung der Saugröhren nach der Körpermitte dringen und nicht schon an der Basis derselben sich mit dem Körperinhalt vermengen. CLAPARÈDE und LACHMANN<sup>3)</sup>, welche dieselbe Beobachtung gemacht haben und von denen der letztere<sup>4)</sup> auch eine Abbildung gegeben hat, schildern den Vorgang vortrefflich in folgender Weise: »Les granules arrivés dans l'Acinétiénien, continuent leur chemin avec une rapidité assez notable, jusqu'à un point situé profondément dans le corps de l'animal. A partir de là, ils prennent part à la circulation lente du liquide contenu dans la cavité du corps de l'Acinétiénien.« Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass im Körper der Acinete vorgebildete, in der Verlängerung der Tentakeln liegende Strassen existiren, welche die Nahrungskörnchen in's Centrum des Körpers führen. Die von mir beschriebenen Verlängerungen der Tentakeln stimmen aber vollkommen in ihren Lagebeziehungen mit den Strassen überein, deren Existenz durch den Verlauf der Nahrungsaufnahme bewiesen wird.

<sup>1)</sup> STEIN: l. c. pag. 212.

<sup>2)</sup> CLAPARÈDE u. LACHMANN: Études I pag. 390.

<sup>3)</sup> Dieselben: Études I pag. 379.

<sup>4)</sup> LACHMANN: Müller's Archiv. 1856.

Ferner habe ich die geschilderten Verlängerungen der Tentakeln in's Innere des Körpers auch bei einer andern von mir als *Podophrya poculum* bezeichneten *Acinete* beobachtet, welche der *Acineta cucullus* CLAPARÈDE'S und LACHMANN'S<sup>1)</sup> verwandt ist und auf Bryozoen und Hydroiden ebenfalls häufig in der Nähe von Helgoland gefunden wird (Taf. II Fig. 15). In einer einem flachen Champagnerglas ähnlichen, nur in einer Richtung comprimierten Schale liegt ein gleichgestalteter Körper, von dem links und rechts ein Tentakelbüschel entspringt. Bei der grossen Durchsichtigkeit des Protoplasma fielen hier schon am lebenden Thier Verlängerungen der Tentakeln auf, welche einen Bogen bildeten, mit denen der anderen Seite hinter dem ovalen Nucleus im hinteren Körperende sich verflochten. Auch hier wurde durch Chromsäure die Deutlichkeit der Bilder erhöht.

Leider habe ich nicht Zeit gehabt, zahlreichere Formen auf das Verhalten der Tentakeln zu untersuchen: doch ist es wohl kaum anzunehmen, dass bei einer so bedeutsamen Organisations-Eigenthümlichkeit nicht für alle *Acineten* typische Verhältnisse vorliegen sollten.

Fassen wir zum Schluss noch einmal die wichtigsten über die Tentakeln der *Podophrya gemmipara* gemachten Beobachtungen zusammen, so finden wir, dass dieselben Röhren von contractilen Wandungen vorstellen, welche die Körperhülle durchbohren und in's Innere des Körpers bis nahe zum Mittelpunkt desselben vordringen. Sie enden entweder fein zugespitzt und werden dann »Fangfäden« von uns genannt, oder ihr Ende bildet eine saugnapfähnliche Verbreiterung: dann verdienen sie ihrer Function halber die Bezeichnung »Saugröhren«.

## 2. Entwicklungsgeschichte.

Nachdem wir im Vorhergehenden versucht haben, uns ein möglichst genaues Bild vom Bau der *Podophrya gemmipara* zu entwerfen, werden wir im Folgenden den Verlauf ihrer Fortpflanzung verfolgen. Bei der Bedeutung, welche für die Beurtheilung des Zellwerthes niederer Organismen die Kenntniss ihrer Entwicklung besitzt, habe ich dem Studium derselben besondere Aufmerksamkeit gewidmet und namentlich die Rolle, welche der Nucleus bei der Fortpflanzung spielt, einer eingehenden Prüfung unterzogen. Da nun

<sup>1)</sup> Études II pag. 137.

die Undurchsichtigkeit der Podophrye am lebenden Organismus keinen Einblick in die im Innern sich vollziehenden Veränderungen gestattet, dieselben vielmehr nur durch Behandlung mit Reagentien erkannt werden können. so hat ein Studium der Entwicklungsgeschichte eine doppelte Aufgabe zu erfüllen: 1) am lebenden Organismus — und soweit wie möglich an ein und demselben Exemplar — zu verfolgen. welche Formveränderungen zur Anlage und Ausbildung eines neuen Individuums führen und dieses letztere in einen dem Mutterthier gleichkommenden Zustand überleiten; 2) die den einzelnen Stadien entsprechenden inneren Veränderungen mikrochemisch nachzuweisen. Diesen bei der Untersuchung eingeschlagenen doppelten Weg werde ich auch bei der Darstellung meiner Beobachtungen einhalten und zunächst den Gang der Entwicklung schildern, insoweit er sich am lebenden Organismus verfolgen lässt.

Die Fortpflanzung der *Podophrya gemmipara* findet durch Bildung von Knospen statt, welche auf der oralen Fläche des Körpers zwischen den hier entspringenden Fangfäden und Saugröhren entstehen und sich im Verlauf zu Schwärmern entwickeln. Die Knospen bilden breite zungenförmige Fortsätze. welche anfänglich mit breiter Basis der Podophrye aufsitzen und in vorgerückteren Stadien in lebhafter Wimperung begriffen sind. Eine in Fortpflanzung begriffene Podophrye gewährt somit einen sehr charakteristischen, auffallenden Anblick. Meistentheils findet man die Knospen in grösserer Anzahl: bei grossen Individuen zählte ich nicht selten 8—12, welche einen das Centrum der Fläche freilassenden Kranz bildeten. Am häufigsten sind vier und sechs Schwärmer, selten nur ein oder zwei bei kleinen Individuen. Fast in allen Fällen besaßen die einzelnen Schwärmer einen gleichen Grad der Ausbildung, nur einmal beobachtete ich neben zwei vollkommen reifen zwei kleinere eben erst in der Entstehung begriffene Exemplare.

Die Schwärmer entwickeln sich als kleine allmählich an Grösse zunehmende Protuberanzen der Körperoberfläche. Indem ihr Parenchym mit dem Parenchym des Mutterthiers in vollkommener Continuität steht. geht die Membran des letzteren an der Verbindungsstelle continuirlich auf den jungen Organismus über und überzieht denselben in gleicher Weise, wie sie es beim älteren thut und wie es Figur 4 auf Taf. I von einem lebenden Exemplar zeigt, noch deutlicher die Figuren auf Taf. II von Individuen, die mit Chromsäure behandelt wurden.

Im Verlaufe des Wachsthums verändern die jungen Knospen,

deren erste Anlage ich soeben geschildert habe, ihre Form, indem diejenige Seite ihres Körpers, welche nach der Axe des Mutterthiers sieht, sich muldenförmig vertieft. Diese muldenförmige Vertiefung ist anfänglich am freien Ende der Knospe breiter als am festgewachsenen, nach welchem hin sie sich schnabelförmig verschmälert; später wird sie gleichmässig in ihrer ganzen Ausdehnung und vertieft sich nur in der Längsaxe zu einer medianen mit steil abfallenden Wandungen versehenen Rinne (Taf. I Fig. 2 u. 6). Man kann somit jetzt an der Knospe eine gewölbte Rückenfläche und eine ausgehöhlte ventrale Fläche unterscheiden. Rücken und Bauchfläche gehen mit abgerundeten Kanten in einander über.

Die Knospen sind bald vollkommen farblos oder doch wenigstens pigmentarm, bald sind sie in Folge des dichten Farbstoffs ebenso undurchsichtig wie das Mutterthier. Meine Beobachtungen machen es mir wahrscheinlich, dass zur Bildung der Knospen ein möglichst pigmentarmes Protoplasma verwandt wird, dass es zur Bildung pigmentirter Knospen erst dann kommt, wenn der mütterliche Organismus, durch Bildung früherer Schwärmer erschöpft, nicht mehr befähigt ist ein farbstoffreies Plasma dem Sprössling mitzutheilen. Ich schliesse dies daraus, dass die grossen und kräftigen Individuen zahlreiche und farbstofffreie Knospen bilden, während der Pigmentreichthum wächst, je mehr der mütterliche Organismus gegenüber dem Volumen der Tochterthiere zurücksteht (Taf. I Fig. 3) und am beträchtlichsten wird, wenn fast der ganze Körper zur Bildung der Tochterthiere aufgebraucht wird. Diese Beobachtungen sind insofern von Interesse, als sie den Farbstoff als etwas Bedeutungsloses erscheinen lassen; wahrscheinlich ist derselbe, wie bei den meisten Protisten, ein Product der Assimilation.

Während die convexe oder dorsale Fläche des Schwärmers im Laufe der Entwicklung keine weiteren Veränderungen erleidet, überzieht sich die Concavität der Bauchfläche mit einem gleichmässig um die rinnenförmige Vertiefung angeordneten System feiner Streifen (Taf. I Fig. 6 A—C). Dieselben sind in ähnlicher Weise wie die Streifensysteme der Schwärmer des *Dendrocometes paradoxus* aus Unebenheiten der Körperoberfläche zu erklären und können nicht als besondere Muskelfibrillen angesehen werden, da die Beobachtung an ihnen keine Zeichen von Contractilität zu erkennen vermag. Auf diesen als Leisten zu deutenden Streifen entwickeln sich zahlreiche feinste schwer erkennbare Wimpern, welche so lange der Schwärmer noch mit dem Mutterthier in Verbindung steht in unregelmässig

undulirender Bewegung begriffen sind. Im Körperinnern finden sich einige Vacuolen, welche keine beträchtliche Grösse erreichen und leicht überschauen werden. Von einem Nucleus gewahrt man selbst bei durchsichtigen Exemplaren nur Spuren in Form einer mattgrauen Stelle in dem vordern Theil der Knospe (Taf. I Fig. 6 *A. n*). Wie die Carminbehandlung lehrt, entspricht diese Stelle nicht dem ganzen Nucleus, sondern nur dem Endtheil desselben.

Die Ablösung der nunmehr reifen Knospe erfolgt, indem sich von der Basis aus eine Abschnürungsfurche bildet, welche in's Innere des mütterlichen Organismus eindringt und so die Knospe aus demselben gleichsam herauschneidet (Taf. I Fig. 3). Der Vorgang verläuft wie alle die oben geschilderten Veränderungen langsam und nahezu zu gleicher Zeit bei allen Knospen desselben Exemplares. Eine active Theilnahme des Mutterthieres an der Ablösung durch Contractionen, wie solche beim Gebären der endogen entstandenen Schwärmer der übrigen Acineten beobachtet werden, habe ich nicht erkennen können. Der träge Verlauf der Abschnürung macht dieselben unwahrscheinlich; derselbe contrastirt sehr gegen die Schnelligkeit, mit welcher der Acinetenschwärmer sonst das Mutterthier verlässt.

Die Zeitdauer des geschilderten Theils der Entwicklung habe ich nicht bestimmen können, weil ich ihn nie in Continuität bei ein und demselben Individuum verfolgen konnte. Da man an jungen Knospen kaum eine Veränderung während der Dauer der Beobachtung constatiren kann, muss der Verlauf ein ausserordentlich langsamer und schleppender sein. — Dagegen gelang es mir, mehrfach Schwärmer, welche eben sich abgelöst hatten oder deren Ablösung ich hatte beobachten können, zu verfolgen, bis sie sich festsetzten und die Form der entwickelten Podophrye annahmen.

Mit der Ablösung beginnt der zweite Abschnitt des Entwicklungslebens des Schwärmers, welcher den Zeitraum von der Ablösung bis zum Uebergang in die entwickelte gestielte Podophrye umfasst (Taf. I Fig. 6). Beim Beginn seines individuellen Daseins bildet der Schwärmer eine im Grossen und Ganzen ovoide Scheibe, an der das eine früher mit dem Mutterthier verbundene Ende etwas sich zuspitzt. Auf der concaven ventralen Fläche ist die longitudinale Furche deutlicher und tiefer geworden; ebenso das Streifensystem und der demselben entsprechende Wimperbesatz. Ausserdem ist jetzt ein meist schon kurz vor der Ablösung erkennbares Strukturverhältniss deutlich wahrnehmbar. Man bemerkt nämlich, dass am spitzen Ende von der

Wimperrinne eine gleichfalls wimpernde Einstülpung nach der Rückenfläche sich erstreckt. Wie eine Combination der seitlichen Ansicht und der Flächenansicht lehrt, ist diese Einstülpung röhrenförmig und nicht etwa nur das umgebogene Ende der Furche, wie man vermuthen könnte. Die Einmündung der Einstülpung in die wimpernde Furche ist am deutlichsten bei einer halb seitlichen Ansicht des Schwärmers (Fig. 6 C), woraus hervorgeht, dass die Einstülpung nicht rein median, sondern etwas lateral gerichtet ist. Die Länge des Gebildes beträgt ein Drittel der Schwärmerlänge. Einige Male konnte ich erkennen, dass das blinde Ende wimperlos war und sich mit einer Einschnürung gegen den vorderen bewimperten Theil absetzte (Taf. I Fig. 6 A). An Schwärmern, die noch festsaßen, machte die Einstülpung, deren Mündung nach aussen verdeckt ist, den Eindruck einer in die Länge gezogenen Vacuole (Taf. I Fig. 3 o). An zwei mit Chromsäure behandelten Schwärmern gelang es mir gleichfalls die Einstülpung zu erkennen und schien mir dieselbe ebenso wie die Schwärmeroberfläche von der Skeletmembran bekleidet zu sein (Taf. II Fig. 10 B). Auf die Deutung des auffälligen und nur an undurchsichtigen, stark pigmentirten Individuen nicht kenntlichen Structurverhältnisses werde ich später noch einmal zurückkommen.

Die Bewegung des abgelösten Schwärmers ist eine ausserordentlich träge und schleppende, so dass er sich nur wenig vom mütterlichen Organismus entfernt. Er bewegt sich wie tastend und nach einem zur Fixation geeigneten Orte suchend längs dem Tubularienstämmchen hin, wobei das spitze Ende meistentheils vorangeht. Nach einiger Zeit beginnen Formveränderungen, welche allmählich den Schwärmer in die bleibende Form überführen. Der Körper zieht sich in der Richtung der Längsaxe zusammen; seine Oberfläche wird wulstig und höckerig, was von zweierlei Umständen herrührt. Einestheils treten auf der ganzen Oberfläche zahlreiche kleine geknöpfte Tentakeln auf, welche sich von den gewöhnlichen Acinetentakeln nicht unterscheiden und noch nicht die feine Zuspitzung besitzen wie beim entwickelten Thiere, dagegen schon bei Behandlung mit Chromsäure deutlich die Verlängerungen in's Innere erkennen lassen (Taf. II Fig. 10). Anderntheils nehmen die früher kleinen Vacuolen an Grösse zu und treiben die Oberfläche buckelförmig vor. Bezüglich ihrer Contractilität verhalten sie sich ganz wie die Vacuolen bei der ausgebildeten Podophrye.

Indem allmählich die Bewegungen des Schwärmers erlahmen,

fixirt sich derselbe an irgend einem Fremdkörper, während die Wimpern noch lange Zeit in unregelmässiger Weise fortschwingen. Um diese Zeit bemerkt man nahe dem stumpfen Ende in der Mittellinie der ventralen Fläche eine ovale oder kreisförmige Figur, welche durch die erste Anlage des Stiels hervorgerufen wird. Auf Profilbildern erkennt man, dass sich derselbe in einer Vertiefung des Protoplasma bildet, und zwar entsteht zuerst das basale festsitzende Ende, erkenntlich an seinen Zähnen und Zacken. Diese erste Anlage des Stiels ist es wohl, welche STEIN<sup>1)</sup> auch bei anderen Acinetenschwärmern gesehen hat und mit dem unpassenden Namen eines »nabelförmigen Saugnapfes« bezeichnet.

Indem sich die Concavität der ventralen Fläche ausgleicht und mehr und mehr in eine Convexität umbildet und indem ferner die daselbst gelegene röhrenförmige Einstülpung verstreicht, bildet sich allmählich die definitive Form der *Podophrya gemmipara* aus (Taf. I Fig. 6 *D—F*). Es findet von nun an nur noch ein Wachsthum statt, welches in einer Verlängerung des Stiels und einer Grössenzunahme des Weichkörpers besteht. Es gelang mir nicht, dieses Wachsthum zu verfolgen, doch kann man mit Sicherheit aus der Beobachtung der zahlreichen, auf verschiedensten Stufen der Ausbildung befindlichen Individuen schliessen, dass es sich, abgesehen davon, dass die anfänglich noch persistirenden Wimpern allmählich schwinden, mit keinen weiteren Veränderungen complicirt. Die Zeitdauer von der Ablösung bis zur Annahme der definitiven Form und der Fixation konnte ich in einem Falle auf 10 Stunden bestimmen.

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen bilden sich somit nur die Tentakeln und der Stiel neu, während die Körperumhüllung von der Körperumhüllung des mütterlichen Organismus abstammt.

Wir kommen jetzt zum zweiten Theil des über die Entwicklungsgeschichte handelnden Abschnittes, zur Darstellung der Veränderungen, welche im Innern des Körpers sich vollziehen und daher nur mikrochemisch nachgewiesen werden können. Dieselben beschränken sich auf den Antheil, den der Kern an der Fortpflanzung

<sup>1)</sup> STEIN: Organismus der Infusionsthierc I p. 105. Auch bei den Embryonen von *Bursaria truncatella* hat STEIN ein ähnliches Gebilde als »blindes Saugnapfchen« beschrieben (Organismus der Infusionsthierc II p. 306, Taf. XIII Fig. 5). Sollte dasselbe, wie ich vermüthe, der ersten Anlage eines Stiels entsprechen, so wäre hierdurch untrüglich dargethan, dass die mit ihm versehenen Schwärmer nicht in den Entwicklungskreis der stiellosen *Bursaria* gehören und somit als Parasiten angesehen werden müssen.

nimmt. Alle die Resultate, zu denen ich in dieser Hinsicht gelangt bin, wurden durch das schon oben empfohlene Verfahren gewonnen: Behandlung mit Chromsäure und darauf folgende Imbibition mit Essigsäurecarmin und Aufhellung in einem 0,5 % Salzsäure enthaltenden Glycerin. Da der Kern schon frühzeitig Veränderungen erleidet, welche wir in Beziehung zur Fortpflanzung bringen müssen, so halte ich es für zweckmässig, die Beobachtungsreihe mit dem ausgebildeten, eben abgelösten Schwärmer zu beginnen und den Cyclus der Wachstumserscheinungen zu verfolgen, bis wir wieder zur Bildung eines Schwärmers gelangen.

Der Kern des Schwärmers (Taf. II Fig. 10 *A* u. Fig. 8) ist wie bei der eben erst zur Ruhe gekommenen jungen Podophrye, von der ich ihn oben genauer geschildert habe, hufeisenförmig, und zwar liegt die Convexität des Bogens nach dem stumpferen freien Ende zu, während die Oeffnung nach der mit dem Mutterthier in Zusammenhang stehenden Spitze gerichtet ist. Die Stelle, an der sich in der Folgezeit der Stiel als ein kleines Näpfchen ausbildet, liegt innerhalb der beiden Schenkel des Hufeisens und der Krümmung desselben genähert. In seltenen Fällen ist jetzt schon eine Volumszunahme des Kerns eingetreten, welche ihn zwingt sich winkelig zu knicken und zu biegen, oder es treten einzelne seitliche knospenförmige Auswüchse auf. Häufiger fand ich den Kern in einzelne Stücke zerfallen, wie es Fig. 10 *B* zeigt und wie es auch beim weiter entwickelten Organismus nicht selten angetroffen wird. Ich glaube jedoch nicht, dass in diesen Fällen eine vollkommene Trennung in kleinere Theile stattgefunden hat, sondern bin der Ansicht, dass auch hier, wie es BALBIANI von ähnlichen Kernen anderer Infusorien behauptet, dünne Verbindungsfäden von Nucleussubstanz, die durch die Färbung nicht genügend deutlich gemacht worden sind, noch die einzelnen Stücke verbinden.

Wenn sich der Schwärmer nunmehr festgesetzt hat und die somit entstandene Podophrye durch reichliche Nahrungsaufnahme an Grösse zunimmt, so bilden sich die oben genannten in einzelnen Fällen schon beim Schwärmer nachweisbaren Veränderungen des Kerns weiterhin aus (Taf. II Fig. 1—3). Die Hufeisenform wird durch vielseitige Windungen modificirt. Zahlreiche seitliche Knospen wachsen aus dem Nucleus senkrecht zur Längsrichtung desselben hervor. Indem dieselben sich dichotomisch verästeln, durchsetzen sie das ganze Körperparenchym in mannigfach gewundenem oder winklig geknicktem Verlauf (Taf. II Fig. 4). Für alle diese Kernknospen

sind die kolbig angeschwollenen Enden characteristisch, während die mittleren Theile sich nicht selten zu feinen durch Imbibition kaum nachweisbaren Fädchen ausziehen können. Diese Wachsthumsercheinungen sind es, welche das Bild der ursprünglichen Anordnung des Kerns trüben. Doch gelingt es auch jetzt noch, namentlich, wenn man die Podophrye von der Seite der Insertion des Stiels betrachtet, die anfänglich leicht erkennbare Hufeisenform heraus zu finden.

Die geschilderten Kernknospen sind nur selten seitlich oder basalwärts gerichtet; fast alle wachsen der oralen Seite des Organismus zu (Taf. II Fig. 5). In den Fällen, wo sich hier über den Enden der Kernverästelungen die jungen Schwärmer als kleine Prominenz gebildet haben, wachsen sie in dieselben hinein und zwar jedesmal nur eine Kernknospe in eine Schwärmeranlage (Taf. II Fig. 6). Bei zunehmender Grösse der letzteren bilden sie in ihnen die schon oben genauer beschriebene Hufeisenform, deren einer Schenkel sich als ein dünnes Verbindungsfädchen zum mütterlichen Kern begibt, während der andere mit kolbiger Anschwellung endet (Taf. II Fig. 7 u. 8). Indem der dünne Verbindungsfaden sich mit der Zeit löst, bleibt der Endtheil der Kernknospe, welcher den bei weitem beträchtlichsten Theil derselben bildet, in dem Schwärmer zurück, der hierdurch das Aeussere gewinnt, von dessen Schilderung wir ausgegangen sind. Die Lösung der Kernverbindung erfolgt erst sehr spät, kurz bevor der reife Schwärmer sein individuelles Dasein beginnt.

Ausser der schon oben besprochenen Zerklüftung des Kerns in zahlreiche, durch feine Fädchen verbundene Theilstücke, kommt es auch vor, dass die Windungen und Verästelungen desselben zu einer centralen unförmlichen Masse schrumpfen, welche dicke Ausläufer in die Schwärmeranlagen entsendet (Taf. II Fig. 9).

Während der geschilderten Veränderungen bildet sich eine Verlagerung des Nucleus aus, indem die ursprünglich im basalen Theil der Podophrye gelegene Hauptmasse des Nucleus in's freie Ende heraufrückt. Der Kern nähert sich somit der Stelle, an welcher die Entwicklung junger Individuen stattfindet (Taf. II Fig. 7—9).

Wenn wir jetzt die Beobachtungen, welche wir über den Verlauf der Entwicklung und die hierbei stattfindenden Veränderungen des Kerns gemacht haben, verknüpfen, so erhalten wir folgendes Gesamtbild der Fortpflanzung: Der hufeisenförmige Kern treibt zahlreiche sich verästelnde Knospen. Ueber den Enden der Kernknospen bilden sich auf der Körperoberfläche kleine Höcker, in welche die sich verlängernden Endäste des Kerns hineinwachsen. Hier biegen

sich letztere hufeisenförmig um; die an Grösse zunehmenden Höckerhöhlen sich auf einer Seite muldenförmig aus und bedecken sich auf derselben mit Flimmern. Dann schnürt sich zuerst der neugebildete Kern, demnächst der ganze Schwärmer ab, worauf letzterer nach längerem Umherschweben sich fixirt, einen Stiel ausscheidet und eine neue Podophrye bildet.

Der im Obigen geschilderte Process der Bildung junger Individuen muss sich an jedem einzelnen Individuum mehrfach wiederholen. Ich habe dies zwar aus leicht verständlichen Gründen nicht an ein und demselben Exemplar verfolgen können, glaube es aber aus dem Umstand erschliessen zu müssen, dass ich häufig mit jungen Knospen versehene Podophryen fand, bei denen die grosse Dicke des Stiels in keinem Verhältniss zur Kleinheit des Körpers stand, bei denen man somit eine Reduction des Körpervolumens durch einen früheren Fortpflanzungsprocess annehmen musste. Diese Reduction des mütterlichen Organismus im Verlauf der Erzeugung neuer Individuen kann so beträchtlich werden, dass zuletzt nur ein spärlicher mit einem rundlichen Kern versehener Protoplasmarest übrig bleibt, welcher kaum noch das Stielende bedeckt (Taf. I Fig. 11), oder es kommt vor, dass der Rest des mütterlichen Körpers ganz in die Tochterindividuen hinüber genommen wird und bei dem Freiwerden derselben der nackte Stiel zurück bleibt. Dadurch verläuft die Fortpflanzung durch Knospung unter dem Bilde der Zweitheilung.

Ausser der Schwärmerbildung in der geschilderten Weise habe ich keine mit der Fortpflanzung im Zusammenhang stehende Veränderungen nachweisen können. Die Cystenbildung, welche häufig bei anderen Infusorien in Beziehung zur Fortpflanzung tritt, scheint mir bei der *Podophrya gemmipara* nur die Bedeutung zu haben, dass sie bei eintretender Veränderung der Lebensbedingungen den Organismus vor Schädlichkeiten bewahrt. So fand ich, dass selbst dann, wenn behufs der Erneuerung des Gasgehaltes der v. KOCH'sche Durchlüftungsapparat zur Anwendung kam, die Podophryen, welche aus dem Meere in ein Seewasseraquarium verpflanzt wurden, sich binnen weniger Tage encystirten, während unter den direct nach der Ausfahrt untersuchten Exemplaren sich nur wenig encystirte befanden. Die Cyste bildet eine rundliche Kapsel, welche ausserhalb der Skeletmembran gelegen ist und vom Körper durch einen Zwischenraum getrennt wird (Taf. I Fig. 5). Sie besteht aus einer homogenen, Säuren und Alkalien widerstehenden Substanz, welche auf ihrer Oberfläche mit Körnern incrustirt ist. Die Tentakeln sind antänglich noch

als kleine Stummeln erkennbar, später werden sie in's Körperinnere zurückgezogen und sind dann nur mit Hülfe von Reagentien als ein Keil von Fäden nachweisbar, welche ungefähr vom Mittelpunkt ausgehen und nach dem oralen Ende zu divergiren. Sie werden somit nicht aufgelöst, sondern nur in's Protoplasma zurückgezogen.

Der Encystirung geht eine Periode voraus, in der die auf die Fortpflanzung sich beziehenden Veränderungen besonders lebhaft verlaufen und daher gut zu beobachten sind. Tags nach der Ausfahrt, auf der man die Podophryen gesammelt hat, findet man zahlreiche abgelöste oder in Ablösung begriffene Schwärmer. Man thut daher gut daran, das eingesammelte Beobachtungsmaterial möglichst bald zu verarbeiten, zumal demselben auch von anderen Seiten her Gefahren drohen. So stellen kleine Krebse, besonders Amphipoden und unter diesen wieder vornämlich die gefräßige Caprella den kleinen Organismen nach. Ferner bohrt sich an der Verbindung von Stiel und Körper, also an einer Stelle, wo es vor der gefährlichen Waffe der Tentakeln sicher ist, ein rasch sich vermehrendes hypotriches Infusor in das Innere der Podophrye ein und zerstört dasselbe. Durch alle diese Verhältnisse wird selbst bei der besten Pflege ein reiches Material binnen Kurzem für entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen unbrauchbar.

Zum Schlusse der hier gegebenen Beschreibung der Podophrya gemmipara fasse ich noch einmal die wichtigsten Charactere zu einer kurzen Diagnose zusammen.

*Podophrya gemmipara. nov. spec.*

Die Podophrya gemmipara ist eine gestielte Acinete von becher- oder napfförmiger Gestalt. — Der Stiel bildet eine von der Basis aus nach ihrem freien Ende zu sich verbreiternde, von einem festen Inhalt erfüllte Röhre, deren Wandung aus einer weicheren Innensubstanz und einer derberen Cuticula besteht und stets Querstreifung, zuweilen auch Längsstreifung erkennen lässt. — Die Körperoberfläche wird von einer dicht anschliessenden Membran bedeckt, welche wie aus verkitteten Stübchen und Körnchen zusammengesetzt aussieht. — Im Körper finden sich unregelmässig gelagerte contractile Vacuolen von schwankender Anzahl. — Der Nucleus besteht aus einem hufeisenförmigen Grundstock, von dem zahlreiche das Parenchym durchsetzende Verästelungen entspringen. — Die Tentakeln sind in Fangfäden und Saugröhren differenzirt, welche beide die Skeletmembran durchbohren und in's Innere des Körpers eindringen.

*Die Fortpflanzung kommt durch Bildung zahlreicher hypotrich bewimpelter Knospen zu Stande, welche im Anschluss an eine Knospung des Nucleus entstehen und mit einer einem Cytostom ähnlichen Einstülpung versehen sind. Die Knospen lösen sich als Schwärmer ab und bilden sich direct in die Podophrya gemmipara um.*

*Durchmesser des Körpers 0,06—0,2 mm, Länge des Stiels 0,5—0,8 mm.*

## II. Allgemeiner Theil.

### Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten.

Die im Vorigen geschilderten Beobachtungen geben mir nach zwei Richtungen hin Veranlassung zu Betrachtungen allgemeiner Natur. Zunächst sind uns durch sie in mehrfacher Hinsicht Gesichtspuncte zur Beurtheilung des Baus und der histologischen Zusammensetzung der Acineten geboten. Weiterhin sind aber auch einige Beobachtungen geeignet, Reflexionen anzuregen über die systematische Stellung der Acineten, speciell über ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zu den übrigen Infusorien, den Ciliaten.

#### 1. Ueber den Bau der Acineten.

Bei der Betrachtung des Baus werde ich, ausgehend von den bei der Podophrya gemmipara gemachten Beobachtungen, die Organisation der übrigen Acineten, wie sie mich Arbeiten anderer Forscher und eigene gelegentlich angestellte Untersuchungen kennen gelehrt haben, zum Vergleich heranziehen. Da es hierbei nicht in meiner Absicht liegt, eine Schilderung der gesammten Acinetenorganisation zu geben, werde ich mich auf die wichtigeren Verhältnisse beschränken und deshalb im Folgenden nur den Bau des Skelets und der Tentakeln, vor Allem aber die morphologische und physiologische Bedeutung des Nucleus einer allgemeinen Besprechung unterziehen. Ich beginne mit der Betrachtung des Skelets, und zwar des interessanteren Theils desselben, der Skeletmembran, da wir vom Stiel, als einem bei allen Acineten im Wesentlichen gleichgebauten Gebilde absehen können.

##### a) Ueber die Skeletmembran.

Ein Blick auf die Körperhüllen der Acineten macht uns mit einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit in ihren Formen, ihrer

Festigkeit, ganz besonders aber in ihren Lagebeziehungen zum Weichkörper bekannt. Wenn wir die *Podophrya gemmipara* zum Ausgangspunct unserer Vergleichung wählen, so schliessen sich an die im speciellen Theil genauer geschilderte Körnchenmembran derselben die homogenen auf dem optischen Querschnitt doppelt contourirt erscheinenden Hüllen der meisten übrigen *Podophryen*, der *P. Lyngbyi*, *P. Steinii*, *P. Cyclopum* etc. unmittelbar an. In allen diesen Fällen haben wir mit zarten Membranen zu thun, welche sich den Körperformen auf's Innigste anschmiegen und nur unter Anwendung von Reagentien und Compression sich ablösen und theilweise wenigstens isoliren lassen. Stets werden dieselben von den Tentakeln durchbohrt, ohne dass bestimmte, ein für alle Mal gebildete Oeffnungen für ihren Durchtritt existirten. Wahrscheinlich besitzen sie sowohl, wie der meist vorhandene Stiel, mit dem sie häufig sich nicht allein berühren, sondern sogar in unmittelbarer Continuität stehen, dasselbe chemische Verhalten, welches ich bei der *P. gemmipara* nachgewiesen habe. — Unter dieser Membran findet sich bei unserer *P. gemmipara* ganz sicher keine weitere »innere Hülle«, sondern es folgt unmittelbar die nackte Oberfläche des Protoplasma. Ebenso werden sich auch die von STEIN beschriebenen Formen verhalten, bei denen die Existenz einer zweiten »eigentlichen Körpermembran«, wie ich bei Betrachtung der Tentakeln gezeigt habe, wohl weniger beobachtet, als der unrichtigen Analogie mit dem *Dendrocometes* zu lieb erschlossen worden ist.

Bei einer weiteren Reihe von vorwiegend marinen Acineten, für die CLAPARÈDE und LACHMANN<sup>1)</sup> den Gattungsnamen *Acineta* reserviren und für die HAECKEL<sup>2)</sup> späterhin, um Verwechslungen mit der gesammten Classe zu vermeiden, zweckmässiger Weise den Namen *Autacinetia* eingeführt hat, sitzt auf dem Stiel eine mehr oder minder becherförmige Schale, welche in den meisten Fällen starr und unbiegsam ist, bei manchen Formen jedoch von den Gestaltveränderungen des Körpers beeinflusst, gefaltet und gebogen wird. Der von der Schale umschlossene Körper liegt hier selten der Wandung derselben in ganzer Ausdehnung an, meist steht er nur an der Schalenmündung mit ihr in Verbindung. Bei allen diesen Acineten im engeren Sinne oder Autacineten existiren bestimmte Oeffnungen zum Durchtritt der Tentakeln. Meist ist die ganze orale Seite geöffnet, mit weiter runder

1) Études I, pag. 387.

2) HAECKEL: Generelle Morphologie II, p. LXXIX.

Oeffnung bei der *A. patula*, mit mehrfach gekreuztem Schlitz bei der *A. mystacina*, mit einer queren Spalte endlich bei dem sogenannten Acinetenzustand des *Zoothamnium affine*, welchen STEIN, wie mir scheint, fälschlicherweise mit der marinen *Acineta tuberosa* EHRENBERG's identificirt, bei der *A. cucullus* (Clap. u. Lachm.) und anderen. Seltener sind zwei Schalenmündungen vorhanden links und rechts von einer das orale Ende schliessenden Membran. So finde ich es bei einer in der Nähe von Helgoland auf Sertularien (namentlich den von der Austerbank erhaltenen) häufigen Acinete, welche ich mit der *A. tuberosa* Ehr. für identisch halte und bei der in Fig. 15 auf Taf. II abgebildeten Form, welche ich wegen ihrer Weinglasform als *A. poculum* benannt habe. Die grössere Anzahl dieser Formen kenne ich aus eigener Anschauung und kann sicher von ihnen behaupten, dass sie keine noch besonders zu unterscheidende »Körpermembran« besitzen; bei den wenigen, die ich nicht beobachtet habe, werden die Verhältnisse wohl die nämlichen sein, so dass wir auch hier wohl nur eine Hülle, welche dann zumeist als Schale bezeichnet wird, unterscheiden können.

Sind nun die Schalen der Autacineten und die biegsamen cuticulaähnlichen Umhüllungen der Podophryen morphologisch gleichwerthige Bildungen? Diese Frage glaube ich aus mehrfachen Gründen bejahen zu müssen. Da die Unterschiede, wie sie durch grössere und geringere Festigkeit oder Biegsamkeit, durch unmittelbare Auflagerung oder nahezu vollkommene Selbstständigkeit geboten werden, keineswegs durchgreifend sind, so bleibt nur die eine Differenz bestehen, dass bei dem einen Theil der Hüllen bestimmte Durchtrittsstellen für die Tentakeln existiren, welche bei dem andern Theil fehlen. Diese Differenz lässt sich aber mit den verschiedenen Graden der Festigkeit in Zusammenhang bringen, da mit zunehmender Dichtigkeit der Schalen dieselben aufhören an beliebigen Stellen für die Tentakeln durchgängig zu sein, und somit bestimmte Oeffnungen in ihnen nothwendig werden.

Im Uebrigen stimmen die unterschiedenen beiden Arten der Umhüllung in ihren Beziehungen zum Organismus vollkommen überein. Namentlich ist zu betonen, dass nirgends beide Hüllen gleichzeitig vorkommen, dass beide überhaupt weder nach aussen noch nach innen von einer weiteren Hülle bedeckt werden. Wir haben deshalb offenbar nur verschiedene Entwicklungsgrade ein und desselben morphologischen Gebildes vor uns, wie sich ein ähnliches Verhältniss bei den Schalen der Monothalamien nachweisen lässt, nur mit dem

Unterschied, dass im letztern Fall noch in viel vollkommenerer Weise durch alle Zwischenstufen hindurch sich die Umbildung einer ursprünglich membranös weichen »Haut« (*Plagiophrys*) in eine rigide durch complicirte Structur ausgezeichnete »Kapsel« verfolgen lässt.

Die hier vertretene Auffassung, dass die »Schalen« der Autacineten und die »Cuticulae« der Podophryen morphologisch gleichwertlige Gebilde sind, scheint auf Schwierigkeiten zu stossen, wenn wir die Entwicklungsgeschichte in Betracht ziehen. Bei den Autacineten, z. B. bei der *A. mystacina*<sup>1)</sup>, theilt sich der Körper innerhalb der Schale, ohne dass dieselbe am Theilungsprocess Antheil nähme. Das eine der Theilstücke verlässt als Schwärmer die Schale, um zur Ruhe gekommen, sich eine eigene Behausung neu zu bilden. Bei der *Podophrya gemmipara* dagegen habe ich mit aller Sicherheit den Nachweis führen können, dass die Skeletmembran oder »Cuticula« am Knospungsprocess Antheil nimmt, insofern ein Theil der mütterlichen Hülle direct zum Aufbau der Hülle des Tochterindividuums verwandt wird. Während bei den Autacineten somit, wie CLAPARÈDE und LACHMANN<sup>2)</sup> richtig angeben, die Schale als ein lebloses Gebilde nach Art der Muschelschale erscheint, ist die Cuticula der *Podophrya gemmipara* noch bildsam und den Einflüssen des Körpers zugänglich.

Indessen die Bedenken, welche sich aus diesem verschiedenen Verhalten im Verlauf der Entwicklung herleiten lassen, schwinden, wenn wir ganz analoge bei Monothalamien nachweisbare Verhältnisse berücksichtigen. Auch hier verläuft die Theilung je nach der Consistenz der Schale bald mit, bald ohne Betheiligung derselben. Während sich bei der *Mikrogromia socialis* nur das Protoplasma theilt, nimmt bei dem der *Mikrogromia* systematisch ganz nahe stehenden *Leocythium hyalinum* (Hert. u. Lesser.), *Arcella hyalina* Ehr. die Schale an der Fortpflanzung Antheil. Bei demselben hat schon vor längerer Zeit FRESSENIUS<sup>3)</sup> Längstheilungen in Drei- und Viertheilstücke beschrieben, bei denen die Schale in gleicher Weise eingeschnürt wurde, wie die Oberfläche des Protoplasma, bis schliesslich zwei Schalen aus den beiden Hälften einer Schale entstanden. Nach gelegentlich angestellten Beobachtungen kann ich diese für eine histologische Beurtheilung der Schalenbildungen sehr interessanten Angaben vollkommen bestätigen, obwohl mir anfangs ein derartiger Vor-

1) CLAPARÈDE et LACHMANN, *Études* II p. 134.

2) *Études* I pag. 17.

3) *Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft* Bd. II.

gang unwahrscheinlich und wenig glaubwürdig erschien<sup>1)</sup>. Mögen somit die Schalen in den Endgliedern ihrer Entwicklungsreihe todte an den Lebenserscheinungen des Organismus nicht mehr participirende Bildungen sein (wie z. B. bei *Arcella*, *Diffugia*, den meisten *Autacineten*), so sind sie doch in den ersten Anfängen, da wo sie eben erst als eine differente durch Secretion des Protoplasma entstandene oberflächliche Schicht, als eine Art Zellmembran sich bilden, noch in innigster Beziehung zu ihrem Mutterboden.

Im Anschluss an die hier gegebene Betrachtung des Skelets der *Acineten* muss ich noch erwähnen, dass nach meinen Beobachtungen keineswegs alle Formen so »augenseheinlich mit einem Integument versehen« sind, wie CLAPARÈDE und LACHMANN<sup>2)</sup> annehmen. Vielmehr liegen Gründe zur Annahme vor, dass manche *Acineten* Zeit ihres Lebens ohne Skeletmembran existiren. Bei der von STEIN seiner Zeit als *Actinophrys* sol beschriebenen *Podophrya fixa* habe ich mich bei früheren Untersuchungen niemals von der Existenz einer »Cuticula« überzeugen können. Auch CIENKOWSKI<sup>3)</sup> ist es nicht gelungen, bei derselben eine Membran nachzuweisen<sup>4)</sup>. Nach ihm wäre die Hülle, welche STEIN bei derselben als eine unmittelbare Fortsetzung des Stiels beschreibt, nur eine vorübergehende der Encystirung entsprechende Hüllenbildung. Aehnlich lauten seine Angaben über eine zweite nicht näher benannte, der *Podophrya fixa* ähnliche, aber nicht mit ihr identische Form. — Leider habe ich nicht Gelegenheit gehabt neuerdings die Beobachtungen zu wiederholen und bemerke hier nur noch, dass man mit dem Nachweis von Membranen unter der Zuhülfenahme von Reagentien vorsichtig verfahren muss. Bei ganz sicher membranlosen Amöben erhält man nicht selten bei der Anwendung von starker Essigsäure eine Art von Membran, deren Entstehung ich mir aus einer Anätzung der oberflächlichsten Protoplasmaschicht erkläre. Dergleichen Bilder mögen auch bei manchen *Acineten* zur Annahme einer Membran geführt haben<sup>5)</sup>.

---

1) Wahrscheinlich wird auch bei den Theilungen der *Diplophrys Archeri* die Schale ihren Antheil nehmen.

2) *Études* II p. 228.

3) *Bulletins de l'Académie imperiale de St. Pétersbourg. Cl. physicomath.* XIII p. 301.

4) Mit Recht gibt daher CARUS in seinem Handbueh der Zoologie an, dass der Körper der *Podophrya fixa* nackt ist.

5) Wie ich sehe, äussert sich ganz ähnlich KÜHNE gegen die Deutung der unter Anwendung mancher Reagentien entstehenden Bilder, die nach der Ansicht

Nach diesen Betrachtungen über das Skelet der Acineten komme ich zum Schluss, dass wir bei denselben nackte und mit Skelet versehene Formen zu unterscheiden haben. Die mit einem Skelet versehenen Arten lassen dasselbe in zwei Modificationen, oder besser gesagt, in zwei Graden der Entwicklung erkennen. Bei einem Theil, den Podophryen, bildet es eine allseitig geschlossene biegsame Membran, bei einem andern Theil, den Autacineten, eine mit bestimmten Oeffnungen versehene Kapsel. Man mag nun, wie man will, für beide Arten besondere Benennungen einführen und im ersten Fall von einer Cuticula, im letzteren von einer Schale reden, wenn man nur immer hierbei die morphologische Gleichwerthigkeit beider im Auge behält. Um dieselbe zu betonen, habe ich für beide den gemeinsamen Namen Skeletmembran eingeführt.

Die hier vertretene gleichmässige Benennung der Hüllen der Acineten stimmt mit der Auffassung überein, welche EHRENBERG <sup>1)</sup> bei der Aufstellung des Genus »Acineta« gehabt hatte. EHRENBERG characterisirt dasselbe als eine Gattung der Acinetinen, »welche einen einfachen häutigen Panzer und viele strahlenartige zurückziehbare Fühlfäden hat«. Unter Panzer versteht er hierbei nicht allein das becherförmige Gehäuse der *A. tuberosa*, sondern auch die Cuticula der *P. Lyngbyi*. Wie EHRENBERG so stellt auch KÖLLIKER <sup>2)</sup> »die Schalen und Panzer der Infusorien den Cuticulae ganz an die Seite«, da nach seiner Ansicht alle Uebergänge von den »einfachen Cuticulae« zu wirklichen Hülsen, in denen das Thier mehr oder minder frei enthalten ist«, sich nachweisen lassen. Ebenso fasst auch GEGENBAUR <sup>3)</sup> den Unterschied zwischen den Cuticula- und den Gehäusebildungen nur als einen graduellen auf.

In den Arbeiten STEIN'S, CLAPARÈDE'S und LACHMANN'S, welche zur Zeit noch die ausführlichsten und umfassendsten Darstellungen von der Organisation der Acineten geben, vermisst man eine bestimmt durchgeführte Auffassung der Hüllenbildungen. Aus einer Zusammenstellung der einschlägigen, in beiden grossen Werken STEIN'S zerstreuten Bemerkungen glaube ich jedoch entnehmen zu können, dass derselbe bis auf die früher schon besprochene Differenz, welche in der

---

vieler Forscher die Existenz einer Membran beweisen sollen. (KÜHNE, Untersuchungen über das Protoplasma p. 36 u. 37.)

<sup>1)</sup> EHRENBERG, Die Infusionsthierc als vollkommene Organismen. Leipzig 1838 p. 240.

<sup>2)</sup> KÖLLIKER: Icones histiologicae p. 10.

<sup>3)</sup> GEGENBAUR: Grundzüge der vergleichenden Anatomie p. 98.

Annahme einer inneren Körpermembran besteht, eine gleiche Auffassung des Skelets der Acineten besitzt. Was ich als »Skeletmembran« bezeichnet habe, nennt STEIN »äussere Membran« oder »eystenartige Hülle« und scheint er hierunter eben sowohl die Cuticulae als die Schalen der Acineten zu begreifen. Die Gründe, welche mich bestimmen eine »innere Hülle« (»Körperhaut« oder »eigentliche Körpermembran«) in Abrede zu stellen, sind zur Genüge erörtert und brauche ich daher nur auf früher Gesagtes zu verweisen.

Von der Auffassung CLAPARÈDE'S und LACHMANN'S habe ich mir kein klares Bild zu verschaffen vermocht, da sie des Skelets der Acineten nur in wenigen, zusammenhangslosen Bemerkungen gedenken. Sie schreiben allen Acineten ein unzweifelhaftes Integument zu, ohne aber in den Einzelschilderungen desselben zu erwähnen oder am concreten Falle durchzuführen, was sie unter Integument verstehen. In der kurzen allgemeinen Charakteristik der Infusorien, mit der sie ihre Études einleiten, besprechen sie die Cuticula und Schalenbildungen, geben uns jedoch keinen Aufschluss, wie sie das Verhältniss, in dem beide zu einander stehen, aufgefasst wissen wollen. Das daselbst über das Integument Gesagte nimmt ausserdem vorwiegend auf die ciliaten Infusorien, weniger auf die Acineten Rücksicht.

#### b. Bau der Tentakeln.

Bezüglich des Baues der Tentakeln, die wir hier an zweiter Stelle besprechen werden, bin ich zu einer Auffassung gelangt, welche sich von der allgemein giltigen sehr wesentlich unterscheidet. Die meisten Forscher stellen die Tentakeln mit den Pseudopodien in eine Kategorie und fassen sie demgemäss als unmittelbare Fortsetzungen des Körperparenchyms auf. HAECKEL<sup>1)</sup> nennt die Tentakeln geradezu »starre vom Protoplasma ausgehende Pseudopodien, welche keinen höheren morphologischen Werth haben als ähnliche Fortsätze anderer Zellen«. In gleicher Weise sprechen sich STEIN<sup>2)</sup>, KÖLLIKER<sup>3)</sup>, CARUS<sup>4)</sup>, CLAUS<sup>5)</sup>, GEGENBAUR<sup>6)</sup> u. A. aus.

Dem gegenüber liefern meine Beobachtungen eine Bestätigung

1) HAECKEL: Morphologie d. Infusorien. Jenaische Ztschr. B. VII S. A. pag. 10.

2) STEIN: Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. XV p. 111.

3) KÖLLIKER: Icones hist. p. 11.

4) CARUS: Handb. d. Zoologie p. 589.

5) CLAUS: Grundzüge d. Zoologie p. 163.

6) GEGENBAUR: Grundzüge d. vergl. Anatomie p. 102.

der Ansicht CLAPARÈDE'S und LACHMANN'S<sup>1)</sup>, dass die Pseudopodien und Tentakeln fundamental verschiedene Bildungen sind, die sich eben sowohl in ihrem Bau als in ihrer Function und in der Art ihrer Bewegung von einander unterscheiden. Die Pseudopodien bestehen aus einer im Wesentlichen gleichmässigen protoplasmatischen Substanz. Wenn die lappigen Fortsätze der Amoeben einen Unterschied von Endosark und Ektosark erkennen lassen, so ist dieser, wie wohl alle Forscher nunmehr übereinstimmen, ein gradueller, durch verschiedene Dichtigkeit und verschiedenen Reichthum an körnigen Bestandtheilen bedingter. Bei den Tentakeln der Aeineten dagegen ist die Rindensubstanz als eine distincte Schicht gegen den weichen Inhalt der Röhre scharf abgesetzt, so dass wir eine Verschiedenheit der Substanzen, aus denen sie bestehen, annehmen müssen.— Während die Pseudopodien an ihrer Basis unmittelbar in das Körperprotoplasma übergehen, dringen die Tentakeln in's Innere des Körpers ein, und ihre Rindenschicht unterscheidet sich in ihrem ganzen Verlauf vom Parenchym. Ihre Substanz ist somit nicht mit dem Protoplasma identisch, sondern etwas von ihm differentes.

Eben so gross sind die Verschiedenheiten, wenn beiderlei Bildungen in Function treten. Beim Wechsel der Pseudopodien fliesst ihre Masse in's Körperparenchym zurück und an anderen Stellen bilden sie sich auf's Neue als Verlängerungen der Oberflächenschicht. Die Bewegungen kommen zu Stande, indem die einzelnen Theilchen an einander vorüberfliessen, so dass auch innerhalb der Pseudopodien eine beständige Verschiebung und ein Wechsel der Anordnung stattfindet, wie man es am besten an den körnchenbesetzten Pseudopodien der Foraminiferen erkennen kann. Dagegen werden die Tentakeln nur vorgeschoben und zurückgezogen, wie dies zuerst CLAPARÈDE und LACHMANN<sup>2)</sup> richtig erkannten. Der Wechsel ist nur ein scheinbarer; denn wie man sich leicht an encystirten Exemplaren der Podophrya gemmipara überzeugen kann, existiren die Tentakeln nach wie vor, wenn sie auch die Körperoberfläche nicht mehr überragen, im Innern des Körpers, nur sind sie contrahirt und in Folge dessen verkürzt: diese Verkürzung combinirt sich mit einer Verbreiterung der Fäden und zwar mit einer Verbreiterung desjenigen Theils, welcher Sitz der Contractilität ist, nämlich der Rindensubstanz. Wir haben hier somit denselben Unterschied vor uns, welcher zwischen der Contractilität der Muskelfaser<sup>3)</sup> und

<sup>1)</sup> CLAPARÈDE et LACHMANN: Études I pag. 39.

<sup>2)</sup> Études II pag. 119 u. 120.

<sup>3)</sup> Eine der hier vertretenen ähnliche Auffassung hat schon ZENKER früher

der sogenannten Contractilität der amoeboiden Fortsätze nachweisbar ist und den KLEINENBERG<sup>1)</sup> in seiner Arbeit über Hydra vortrefflich erläutert hat. Wenn wir KLEINENBERG'S Terminologie anwenden, so sind die Pseudopodien als automatische Gebilde zu bezeichnen, dagegen sind die Tentakeln contractil.

Aus diesem Vergleich der Tentakeln und Pseudopodien ergibt sich, dass die ersteren vom histologischen Gesichtspunct aus in gleicher Weise beurtheilt werden müssen, wie die Muskelfäden der Gregarinen<sup>2)</sup>, der Stielmuskel der Vorticellen, die Muskelstreifen der Stentoren und anderer Infusorien. Alle diese Gebilde bestehen nicht mehr aus echtem Protoplasma, sondern sind Differenzirungen desselben, Plasma-producte, die sich zum Körperparenchym ähnlich verhalten, wie die Muskelfibrillen zu den Ueberresten der Bildungszellen, den Muskelkörperchen. Die Tentakeln sind somit distincte Organe, durch deren Besitz sich die Acineten weit über die ihnen äusserlich ähnlichen Heliozoen und über die übrigen aus indifferentem Protoplasma oder Sarkode bestehenden Organismen erheben.

#### c. Bau des Nucleus und seine Theilnahme an der Fortpflanzung der Acineten.

Wir kommen jetzt zu den wichtigsten Ergebnissen dieser Untersuchung, zur Betrachtung des Kerns und seiner Veränderungen während der Fortpflanzung. Das Interesse der in dieser Hinsicht gewonnenen Resultate besteht vorwiegend darin, dass durch sie uns Gesichtspuncte für eine Beurtheilung des Zellwerths der Podophrya

---

geäussert (l. e. p. 343 und 344), indem er die Rindenschicht »für in allen ihren Theilen willkürlich contractil, so zu sagen muskulös« erklärt. Wenn indessen ZENKER glaubt, zur Erklärung der Bewegungserscheinungen »Systeme von Muskeln oder muskelähnlich bewegbaren Gebilden« annehmen zu müssen und »das Strecken und Verkürzen« der Tentakeln »durch wechselweise Wirkung von Längs- und Ringmuskeln« bewirkt werden lässt, so sind dies Annahmen, die sich wohl schwerlich den objectiven Beobachtungen gegenüber werden halten lassen.

<sup>1)</sup> KLEINENBERG: Hydra, eine anatomisch entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872, p. 54. Besonders zutreffend bezeichnen folgende Sätze den hier berührten Unterschied: »Die Muskelsubstanz ist jedem anderen Plasma gegenüber characterisirt durch die Einseitigkeit ihrer Bewegung, welche stets als Verkürzung unter Zunahme des Querschnitts sich darstellt«. »Während bei einer Amoebe jedes Theilchen ihrer Masse nach jeder Richtung beweglich ist, findet die Lageveränderung der Moleküle des Muskels immer nur in der einen bestimmten Direction statt.«

<sup>2)</sup> E. v. BENEDEN: Note sur la structure des Grégarines. Bulletins de l'Académie de Belgique II T. 33.

gemmipara und der übrigen Acineten geboten werden. Bis in die Neuzeit spinnt sich ja der durch v. SIEBOLD's Einzelligkeitslehre angefachte Streit fort, ob die Infusorien als einzellige oder vielzellige Organismen angesehen werden müssen. Trotz der zahlreichen Untersuchungen, deren die Infusorien sich zu erfreuen gehabt haben, finden noch immer drei wesentlich verschiedene Auffassungen ihre entschiedenen Vertreter, indem ein Theil der Forscher an der Möglichkeit einer consequenten Durchführung des Zellbegriffs bei den niederen Organismen verzweifelt, ein anderer die Einzelligkeitslehre für erwiesen hält, ein dritter endlich eine bisher noch nicht nachweisbare, complicirte, zellige Structur voraussetzt. Es ist nun nicht meine Absicht, hier eine eingehende Besprechung der verschiedenen Standpunkte zu geben, da dies erst kürzlich in eingehendster Weise durch HAECKEL <sup>1)</sup> geschehen ist, nur möchte ich hier kurz die Gesichtspunkte hervorheben, welche mich zu einer rückhaltlosen Annahme der Einzelligkeitslehre bestimmen, sowie den Versuch eines Nachweises zu machen, dass es im Wesentlichen der Mangel einer exacten wissenschaftlichen Fragestellung war, welcher die Angelegenheit so lange unentschieden und eine Gegnerschaft der Einzelligkeitslehre überhaupt möglich gemacht hat.

Nachdem der Schlüssel zu einer einheitlichen Betrachtung der entwickelteren thierischen und pflanzlichen Gewebe durch die Formulirung des Zellbegriffs gewonnen war, musste es als ein nothwendiges Postulat angesehen werden, die Anwendbarkeit des Zellbegriffs auf die niedersten Organismen zu prüfen. Da es nicht gelang, im Organismus der Infusorien eine sich aus vielen Zellen zusammensetzende Structur nachzuweisen, waren nur drei Möglichkeiten einer wissenschaftlichen Auffassung gegeben: entweder ist der Zellbegriff in der Fassung, wie wir ihn aus der histologischen Betrachtung der entwickelteren Organismen gewonnen haben, auf die Infusorien sowie andere niedere Wesen nicht anwendbar. Dann galt es an der Hand der Beobachtung die Grenzen der Formeinheit, die wir für eine einheitliche Betrachtung der Organismen fordern müssen, zu erweitern und den Zellbegriff neu zu formuliren. Oder — die zweite Möglichkeit — es liegt eine vielzellige Structur vor, welche das Unzureichende unserer mikrochemischen und optischen Hilfsmittel noch nicht zu lösen vermag. Dann konnte man billig erwarten, dass der Nachweis geliefert wurde, dass die vorliegenden Organisations-

---

<sup>1)</sup> Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschrift Bd. VII.

verhältnisse nur durch die Annahme einer Vielzelligkeit verständlich und mit der Annahme einer einzigen Zelle überhaupt nicht vereinbar seien. Oder endlich — man musste sich zu einer rückhaltlosen Durchführung der Einzelligkeitslehre entschliessen.

In der That sind von den meisten Zoologen, welche sich mit den Infusorien beschäftigt haben, die hier angeregten Fragen gar nicht aufgeworfen worden. Ein grosser Theil begnügte sich mit Sammlung empirischen Materials und hat nicht einmal den Versuch gemacht, das Verhältniss der Infusorien zur Zellentheorie zu klären. Ein anderer Theil berief sich auf die complicirte Structur als auf ein Moment, welches die Annahme einer Vielzelligkeit erfordere; derselbe war hierbei entweder in einer engherzigen Fassung des Zellbegriffs befangen, wie ihn die Lehre von den thierischen Geweben schon längst verlassen hat, oder er blieb den Beweis schuldig, warum die vorhandenen Differenzirungen (Muskelstreifen, Wimperkleid, Cuticula, Mund, After) sich nicht mit dem Begriff einer einzigen Zelle vereinigen lassen sollten, d. h. mit dem Begriff eines Protoplasmaklumpchens, welches im einfachsten Zustand kernlos, späterhin mit einem Kern versehen durch Differenzirung aus seinem Inneren die verschiedensten Gewebsformen erzeugt. Nur wenige Forscher haben diese ausserordentlich wichtige Frage angeregt und ihr eine eingehendere Betrachtung zu Theil werden lassen. In dem Aufsatz über *Cornuspira*<sup>1)</sup>, in dem M. SCHULTZE seine Ideen zur Zelltheorie entwickelt, kommt er vorübergehend auch auf das Verhältniss der Infusorien zur Zelltheorie zu sprechen. Ohne sich für die Ein- oder Vielzelligkeit zu entscheiden, hebt er hierbei hervor, dass in der Zelle die Fähigkeit liege, die verschiedensten Gewebe zu bilden, dass man daher in den mannigfaltigen Differenzirungen des Infusorienkörpers kein Argument gegen die Einzelligkeit finden könne. Auf diese Darlegungen SCHULTZE's bezugnehmend, haben dann weiterhin KÖLLIKER<sup>2)</sup> und CLAUS<sup>3)</sup> die Vereinbarkeit der Dif-

1) M. SCHULTZE: Die Gattung *Cornuspira* unter den Monothalamien. Arch. f. Naturg. Jahrg. 1860, pag. 306 u. 307. Die betreffende Stelle findet sich dann später abgedruckt in dem Aufsatz: »REICHERT und die Gromien.« Arch. f. mikr. Anat. Bd. II, 1866, pag. 152.

2) KÖLLIKER: *Ieones histiologicae*. pag. 23.

3) CLAUS: Ueber die Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens. Leipzig 1863. pag. 8, Anm. — Die betreffende Stelle findet sich auf's Neue abgedruckt in der dritten Auflage des Grundrisses der Zoologie desselben Verfassers, pag. 174, während sie in der zweiten Auflage fehlte. Offenbar wurde der Abdruck durch den inzwischen erschienenen Aufsatz HAECKEL's: »Zur Mor-

ferenzirungen des Infusorienkörpers mit der Annahme einer einzelligen Structur durchzuführen gesucht, ersterer ein Vertreter der Einzelligkeit, letzterer zur damaligen Zeit wenigstens ein entschiedener Gegner derselben. Auch in zwei neueren Arbeiten von BÜTSCHLI<sup>1)</sup> und EVERTS<sup>2)</sup> werden ähnliche Gesichtspuncte geltend gemacht.

Es ist das Verdienst HAECKEL'S<sup>3)</sup> die hier kurz berührten Fragen von Neuem eingehend discutirt und durch eine kritische Besprechung des Werthes der einzelnen Differenzirungen nachgewiesen zu haben, dass und warum es dem Begriff einer Zelle nicht widerspricht, wenn an einem Protoplastmännchen sich Differenzirungsprocesse nach verschiedenen Richtungen hin geltend gemacht haben. Durch theils auf eigene Beobachtungen sich stützende, theils einer kritischen Verwendung des vorliegenden Materials entsprungene Folgerungen hat er meines Erachtens unzweifelhaft dargethan, dass auch nirgends Gründe zur Annahme einer Vielzelligkeit gegeben sind.

Ausser der Argumentation gegen die Behauptung, dass die Einzelligkeit mit der Organisation der Infusorien unvereinbar sei, hat HAECKEL weiterhin durch die Würdigung des ohne Furchung, d. h. ohne Zelltheilung verlaufenden Entwicklungsganges die Einzelligkeit der meisten Infusorien direct zu beweisen gesucht und aus dem anatomischen Bau des Nucleus und aus dem Verhalten desselben bei der Vermehrung durch Zweitheilung die Uebereinstimmung mit dem Kern der Zelle durchgeführt. Durch die fast gleichzeitig erschienene Arbeit von EVERTS über *Vorticella nebulifera* hat dieser letzte Theil der Beweisführung eine weitere Stütze gefunden, da auch hier für den Nucleus ein dem Zellkern bei der Theilung vollkommen gleichkommendes Verhalten nachgewiesen werden konnte. Eine gleiche Bedeutung muss auch, wie ich im Folgenden genauer durchzuführen gedenke, den oben mitgetheilten Beobachtungen über den Nucleus der *Podophrya gemmipara* zugewiesen werden, und zwar ist es eben

---

phologie der Infusorien « veranlasst. Um so mehr muss es Verwunderung erregen, dass die HAECKEL'schen Argumentationen zu Gunsten der Einzelligkeit mit Stillschweigen übergangen werden, der ganzen Arbeit überhaupt nicht gedacht wird, während doch die wenigen in ihr beschriebenen neuen Arten Aufnahme gefunden haben.

<sup>1)</sup> BÜTSCHLI: Einiges über Infusorien. Archiv f. mikros. Anat. Bd. IX, pag. 675.

<sup>2)</sup> EVERTS: Untersuchungen an *Vorticella nebulifera*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXIII, pag. 592.

<sup>3)</sup> HAECKEL: Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschrift. Bd. VII.

sowohl der Bau desselben als sein Verhalten während der Fortpflanzung, welches uns Beweise für die Einzelligkeit der Podophrye bietet.

Wir berücksichtigen an erster Stelle den Bau des Nucleus, seine Form und das mikrochemische Verhalten der Substanz, aus der er besteht. Hierbei überrascht zunächst, wenn wir den Kern mit den Kernen thierischer und pflanzlicher Zellen vergleichen, die phantastisch verästelte Form desselben, da wir aus der Gewebelehre der höheren Thiere gewohnt sind, uns den Nucleus als ein rundliches oder ovales Gebilde vorzustellen. Um so interessanter muss es erscheinen, dass in den Sericterien, Speicheldrüsen und Malpighi'schen Röhren vieler Raupen, wie die Untersuchungen von H. MECKEL<sup>1)</sup> und LEYDIG<sup>2)</sup> ergeben haben, die ausserordentlich grossen Drüsenzellen Kerne von einer selbst bis ins kleinste Detail übereinstimmenden Gestalt besitzen. Wenn wir die Abbildungen und Schilderungen der genannten Forscher vergleichen, so begegnen wir denselben homogenen, reichlich verästelten Ausläufern, kolbig angeschwollenen Enden, bald dünn ausgezogenen, bald bauchig erweiterten Strängen, wie wir sie bei unserer Podophrya gemnipara kennen gelernt haben. Veranlasst durch die Arbeiten der genannten Forscher, habe ich selbst die Malpighi'schen Gefässe der Raupen einer flüchtigen Untersuchung unterworfen und kann ihre Angaben vollkommen bestätigen. Man vergleiche die Figur 14 auf Taf. II, welche eine Zelle aus den Malpighi'schen Gefässen einer Sphingiden-Raupe darstellt, und die Podophryen-Figuren derselben Tafel, und man wird sich von der auffallenden Uebereinstimmung überzeugen. Leider fehlte es mir an Material, um auch die Vermehrung der eigenthümlichen Zellen zu studiren; ich gedenke, so wie die vorgerücktere Jahreszeit mir frisches Material verschafft, die Untersuchungen wieder aufzunehmen und dann noch einmal auf die hier nur kurz berührte Frage zurückzukommen.

Was ferner die Substanz des Nucleus anlangt, so lehrt uns ihr optisches und mikrochemisches Verhalten, ihre mattbläuliche Farbe, ihr homogenes Aussehen, ihre starke Gerinnung in Essigsäure und Chromsäure, ihre auffallende Imbibitionsfähigkeit in Carmin einen Stoff in ihr erkennen, welcher vollkommen mit der Substanz des Nucleolus und der Kernmembran des Keimbläschens und des Rhizo-

---

1) H. MECKEL: Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. MÜLLER'S Archiv, Jahrg. 1846. Taf. I—III. Vergl. pag. 33 et seq.

2) LEYDIG: Histologie des Menschen und der Thiere, pag. 351 und 465.

poden-Nucleus übereinstimmt. Ich finde hier nur einen Punet von geringfügiger Bedeutung abweichend, nämlich die bei der *Podophrya gemmipara* auffallende geringe Quellungsfähigkeit in Eisessig. Indessen ist auch beim Rhizopoden-Nucleus das Verhalten des Nucleolus hierin keineswegs ein gleichmässiges, indem derselbe bald schon in relativ dünnen Lösungen durch Quellung verschwindet, bald in selbst starken Concentrationen kaum Veränderungen erkennen lässt. Ganz besonders characteristisch aber scheint mir für die Zellkernnatur des Gebildes sein Verhalten gegenüber Essigsäure-Carmin zu sein, da dasselbe ja allgemein in der Histologie als ein Kernreagens von ganz besonderem Werthe angesehen wird. — Aus alledem können wir entnehmen, dass der Zellkern die für seine Characteristik wichtigsten Eigenschaften mit dem Nucleus der Acineten theilt.

In zweiter Linie müssen wir in Erwägung ziehen, in wiefern die Betheiligung des Nucleus bei der Fortpflanzung für seine Bedeutung als Zellkern spricht. — Wir haben gesehen, wie schon früh sich an dem hufeisenförmigen Nucleus Veränderungen ausbilden, welche, wie sich im Verlauf der Entwicklung herausstellt, mit der Fortpflanzung in Zusammenhang gebracht werden müssen. Der Kern treibt reichliche, sich dichotomisch verästelnde Zweige, welche dem oralen Ende zu wachsen. Erst nachdem diese Zweige eine beträchtliche Grösse erreicht haben, treten die Protoplasma-Knospen der Oberfläche auf, in welche sich die Kernknospen hineinsenken. In vielen Fällen macht es hierbei den Eindruck, als stülpe die andrängende Kernknospe das Protoplasma vor sich aus.

Wie bei der Knospung der Zelle (z. B. bei der Eibildung niedrigerer Thiere) die Vermehrung des Kerns der Knospung des Protoplasma vorausgeht, so sind auch hier die Kernveränderungen das Primäre, das was den Anstoss zu lebhaften mit der Ausbildung neuer Individuen endenden Wucherungen gibt. Die besondere Gunst des Objects erlaubt uns sogar, was bei der Zellvermehrung nur selten möglich ist, die Veränderungen Schritt für Schritt zu verfolgen und den innigen Zusammenhang der Kernveränderungen mit den Veränderungen des Protoplasma auf's Eingehendste zu controliren. Wir haben somit im Entwicklungsprocess der *Podophrya gemmipara* ein typisches Bild der Knospung vor uns, wie es uns selten geboten wird. Meines Wissens wenigstens ist in der thierischen und pflanzlichen Gewebelehre kein Beispiel bekannt, welches in so vortrefflicher Weise unsere derzeitige theoretische Auffassung von der Bedeutung des Kerns

für die Zelltheilung {durch Knospung zu illustriren geeignet wäre, als die bei der *P. gemmipara* beobachteten Verhältnisse.

Diese auffallende Uebereinstimmung des »Nucleus« und des Kerns bei der Vermehrung der *Podophrya gemmipara* und der Zelle glaube ich hier ganz besonders hervorheben zu müssen, da dieselbe bei den Infusorien mehrfach in Zweifel gezogen worden ist.

So lassen CLAPARÈDE und LACHMANN zwar die Theilung der Infusorien mit einer Theilung des Kerns beginnen, glauben aber dieselbe bei der Knospung in Abrede stellen zu müssen<sup>1)</sup>. Bei der Knospung soll in dem als Knospe zu bezeichnenden kleineren Stücke eine Neubildung des Kerns stattfinden. Nach meiner Auffassung würde dieses verschiedene Verhalten des Kerns, wenn es wirklich vorhanden wäre, einen fundamentalen Unterschied der genannten beiden Vermehrungsweisen bedingen und vermag ich nicht einzusehen, wie gleichwohl die genannten Forscher behaupten können, dass beide Processe in einander übergehen, dass zwischen ihnen nur ein Unterschied des Grades existire, und dass sie nur zwei Variationen ein und desselben Vorganges der spontanen Theilung seien<sup>2)</sup>. Uebrigens sind die Beobachtungen, auf welche CLAPARÈDE und LACHMANN ihre Ansicht stützen, insgesamt neuerdings zweifelhaft geworden, da STEIN ähnliche Formen, wie sie CLAPARÈDE und LACHMANN schildern, als Folgezustände der von ihm als »knospenförmige Conjugation« bezeichneten Verschmelzung eines Schwärmers und eines festsitzenden Individuums beschrieben hat. STEIN selbst ist der Meinung, dass in allen den beobachteten Fällen in der That nicht eine Theilung (Knospung), sondern vielmehr eine Conjugation vorgelegen habe<sup>3)</sup>.

Dieselben Ansichten über den Unterschied von Knospung und Theilung wie CLAPARÈDE und LACHMANN hat STEIN schon in seinen ersten Infusorienarbeiten<sup>4)</sup> vertreten. Auch er will keinen fundamentalen Unterschied zwischen beiden Vermehrungsarten errichtet wissen, aber er nimmt gleichwohl bei der ersteren eine Neubildung, bei der letzteren eine Theilung des Kerns an. STEIN<sup>5)</sup> hat diese Ansicht bis in die Neuzeit aufrecht erhalten. Mir ist hierbei nur unverständlich, auf welche Thatsachen sich der genannte Forscher

1) *Études* II pag. 239 u. 251.

2) *Études* II pag. 266.

3) *Organismus der Infusionsth.* II pag. 101 et seq.

4) *Infusionsth.* pag. 28, 90 u. 209.

5) *Organismus der Infusionsth.* II pag. 129.

stützt. Er selbst hatte im ersten Theil seines Werks über den Organismus der Infusorien <sup>1)</sup> angegeben, dass der Knospungsprocess auf die Familien der Vorticellinen, Ophrydinen und Spirochoninen beschränkt sei. In seinen letzten Publicationen hat er aber nachgewiesen, dass das, was man bisher für Knospung gehalten habe, in der That eine knospenförmige Conjugation sei <sup>2)</sup>. Es sind somit gerade die Beispiele, auf welche STEIN seine Annahme der Neubildung des Nucleus bei der Knospung gründet, durch seine eigenen Untersuchungen hinfällig geworden. Die übrigen Beispiele von Knospung aber, welche STEIN ausserdem noch bespricht, die Entwicklung der acinetenartigen Schwärmer aus den Embryonalkugeln von *Urostylis grandis* etc. zeichnen sich gerade durch die gleich von Anfang an nachweisbare Betheiligung des Kernes aus.

Die im Vorhergehenden gegebene Kritik der Berechtigung, mit welcher CLAPARÈDE, LACHMANN und STEIN die Betheiligung des Nucleus bei der Knospungsbildung in Abrede stellen, combinirt mit den positiven Resultaten meiner Beobachtungen, sowie mit den Resultaten, zu denen STEIN in Bezug auf die Entstehung der acinetenförmigen Sprösslinge der Infusorien gekommen ist <sup>3)</sup>, scheint mir den oben schon ausgesprochenen Satz, dass die Knospungsbildung nicht allein unter der Betheiligung des Nucleus verläuft, sondern sogar durch eine Knospung des Nucleus eingeleitet wird, vollkommen sicher zu stellen.

Wenn wir nunmehr den hier in seiner histologischen Bedeutung beurtheilten Fortpflanzungsprocess mit den Vermehrungsweisen der übrigen Acineten vergleichen, so haben wir in zwei Puncten auffällige Verschiedenheiten zu constatiren. Wenn wir zunächst einmal von der bei den Acineten seltenen Vermehrung durch Zweitheilung absehen, so finden wir, dass bei allen echten Acineten die Schwärmer im Inneren des Körpers gebildet werden <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Organismus der Infusionsth. I pag. 93.

<sup>2)</sup> Hierbei erwähnt er ausdrücklich die Ophrydinen und Vorticellinen, schweigt freilich bezüglich der Spirochoninen, bei denen aber jedenfalls wohl gleiche Verhältnisse wie bei den übrigen peritrichen Infusorien vorliegen.

<sup>3)</sup> Die »acinetenförmigen Sprösslinge« der Ciliaten entstehen nach STEIN als Knospen der »Embryonalkugeln«. Der Knospungsprocess beginnt hierbei stets mit einer Knospung des Kernes, welcher einen Fortsatz treibt, um den sich der Sprössling anlegt (Organismus der Infusionsth. I pag. 99, 156, 199—202; II pag. 254).

<sup>4)</sup> Die Beobachtung CLAPARÈDE's und LACHMANN's über einen basalen Knospungsprocess bei der *Podophrya quadripartita* (Études II pag. 117, Taf. VI

und erst im Zustand der Reife durch Contractionen des Mutterthieres aus dem Körper ausgestossen, gleichsam geboren werden. Ferner sollen sie hier nicht wie bei unserer *P. gemmipara* durch eine gleichmässige Betheiligung von Nucleus und Protoplasma entstehen, sondern es soll der Nucleus allein Antheil am Fortpflanzungsgeschäft haben und durch Abschnürung von Theilstücken rundliche Körper erzeugen, welche durch ein allmähliges Wachstum und Differenzirung sich in die schon mit Nucleus versehenen Schwärmer umbilden. Wenigstens ist dies noch zur Zeit die allgemein gültige Auffassung, wenn auch schon jetzt Beobachtungen vorliegen, welche, wie wir später sehen werden, diese Auffassung unhaltbar machen.

Von den beiden angeführten Verschiedenheiten des Fortpflanzungsprocesses der Acineten ist die zuletzt erwähnte unbedingt die bedeutungsvollere und eingreifendere und verdient daher hier in erster Linie berücksichtigt zu werden, um so mehr als sie eine Frage von allgemeinerem, histologischem Interesse berührt als die meisten Infusorienforscher anzunehmen scheinen. Denn vorausgesetzt: die Annahme, dass der Nucleus der Acineten für sich allein schon vermöge fertige Schwärmer zu bilden, ist richtig, so würden wir, da die Acineten eben sowohl wie ihre Schwärmer nichts sind als Zellen, welche eine selbstständige physiologische Existenz besitzen, eine ganz neue Art der Zellgenese vor uns haben, welche bis jetzt im thierischen und pflanzlichen Gewebe kein Analogon besitzt, die Entstehung einer vollkommenen Zelle aus dem Zellkern. Es ist klar, dass die Sicherstellung eines derartigen Verhältnisses eine ausserordentlich wichtige Weiterung unserer Kenntnisse vom Zellenleben involviren und ganz besonders für die Beurtheilung der Stellung des Nucleus von Einfluss sein würde.

Die Bedeutung der hier angeregten Frage: »Ist der Zellkern allein schon befähigt, aus sich heraus eine vollkommene Zelle zu erzeugen?« ist bisher nur ein einziges Mal von AUERBACH in seinen organologischen Studien <sup>1)</sup> gewürdigt worden. Offenbar angeregt durch die aus der Beobachtung einzelliger Organismen gewonnenen An-

Fig. 7) ist vollkommen werthlos, denn einestheils haben die Forscher die Ablösung des Schwärmers nicht beobachtet, anderntheils scheint mir schon die basale Entstehung sowie die Form gegen die Deutung als Sprössling zu sprechen. Auch STEIN hat sich in gleicher Weise über die Beobachtung geäußert.

<sup>1)</sup> AUERBACH: Organologische Studien, I pag. 169.

schauungen, hat AUERBACH durch ein Studium der Lebenserscheinungen des thierischen Zellkerns die Frage ihrer Entscheidung zu nähern gesucht. Wenn es ihm auch nicht gelungen ist, zu sicheren Resultaten zu gelangen, so ist er doch geneigt, eine derartige Vermehrung der Zellen allein aus dem Zellkern anzunehmen und stützt sich hierbei auf die Beobachtungen Anderer an niederen Organismen, sowie auf seine eigenen Beobachtungen über vitale Vorgänge am Nucleolus vieler thierischen Zellen. Die letzteren schienen ihm dafür zu sprechen, dass der Nucleolus selbst schon ein Elementar-Organismus sei, ein Stückchen von selbstständig lebendem Protoplasma, welches zu einer individuellen Existenz befähigt sei. Für diese Auffassung macht er besonders die Contractilität geltend, welche man am Nucleolus nachweisen kann, sowie seine Theilungsfähigkeit. Bei der Aufstellung dieser neuen Art der Zellvermehrung ist sich AUERBACH bewusst geblieben, wie viel noch fehle, um dieselbe für eine wissenschaftlich bewiesene Thatsache zu erklären. — Dagegen haben, soweit ich die Literatur kenne, alle Zoologen, welche eine Vermehrung einzelliger Organismen durch eine vom Nucleus ausgehende Embryonenbildung angenommen haben, die Tragweite dieser ihrer Annahme nicht berücksichtigt. Sicherlich würde man sich sonst nicht mit so wenig zuverlässigen Beweisen begnügt haben als diejenigen sind, auf welche man zur Zeit noch die neue Auffassung stützt.

Schon in meiner Arbeit über *Mikrogromia socialis*<sup>1)</sup> habe ich darzulegen versucht, wie weit die von den Engländern ausgehenden und späterhin auch in Deutschland cultivirten Bestrebungen, den Nucleus der Protozoen als eine Art Keimdrüse zu deuten, noch davon entfernt sind, diese Annahme auch nur wahrscheinlich zu machen, wie dieselbe sich überhaupt nur auf einer grösseren Anzahl zusammenhangsloser Thatsachen aufbaut. An dieser Stelle komme ich noch einmal auf diese Frage zurück, soweit sie die Acinetinen angeht, während ich die Discussion desselben Gegenstandes bei den Ciliaten, bei denen ja der Nucleus so recht eigentlich der Keimstock sein soll, aus Mangel eigener Beobachtungen auf spätere Zeiten vertage.

Die Fortpflanzung durch Embryonen oder im Innern des Körpers sich bildende Schwärmer wurde zum ersten Male durch STEIN beobachtet und die Entstehung derselben in seinen ersten Publicationen genauer beschrieben. Demgemäss sollte sich vom Kern

---

<sup>1)</sup> Arch. f. mikr. Anat. Bd. X Suppl.-Heft pag. 17.

ein Theilstück absehnüren, dieses in seinem Innern einen Nucleus neu bilden und sich mit Wimpern bedecken. Die STEIN'schen Angaben wurden, soweit sie die Entstehung des Schwärmers betrafen, von CLAPARÈDE und LACHMANN adoptirt, nur führten dieselben noch weiterhin an, dass nicht in allen Fällen das Theilstück sich direct in den Embryo umbilde, sondern dass dasselbe vielfach nur zum Mutterthier werde, in dem die Embryonen in grösserer Anzahl erzeugt würden<sup>1)</sup>. Unter den zahlreichen Beispielen, welche STEIN zur weiteren Illustrirung dieser Vermehrungsweise in seinem ersten Werke: »Die Infusionsthier auf ihre Entwicklung untersucht«, mitgetheilt hat, verdienen einige unsere Berücksichtigung, weil sie die Entstehungsweise in einem ganz anderen Licht erscheinen lassen, als man

---

<sup>1)</sup> Diesen Entwicklungsprocess junger »Embryonen« in »Embryonalkugeln« (Études II pag. 121 Anm. Taf. III Fig. 10) kann man wohl schwerlich als ein Zeugniß für die sexuelle Differenzirung der Acinetinen verwerthen, wie es STEIN thut (Organismus der Infusorien II pag. 140). STEIN unterscheidet zwei Arten innerer Schwärmer: 1) ungeschlechtlich aus Kernknospen unmittelbar entstandene »Schwärmsprösslinge« und 2) geschlechtlich erzeugte »Embryonen«, welche im Innern von grösseren, durch Theilung des Nucleus entstandenen Embryonalkugeln sich bilden. Diese Hypothese einer sexuellen Differenz der Acinetinen, welche nach STEIN die einzige stichhaltige Widerlegung der Acineten-Theorie ist, steht nun auf sehr schwachen Füßen. Denn man kann für sie nur die Analogie der Fortpflanzung der Vorticellen anführen — nach meiner Meinung eine Analogie von sehr zweifelhaftem Werth — und die spärlichen Beobachtungen über Conjugationen von Acineten — ebenfalls ein Beweis, welcher bei der zweifelhaften Bedeutung der Conjugation keine Beweiskraft besitzt (cfr. das von EVERTS über die Conjugationen von Vorticella nebulifera Gesagte in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII). Bei der *A. tuberosa* habe ich den von CLAPARÈDE und LACHMANN beobachteten Entwicklungsmodus häufiger beobachtet. Hier findet man bei einer grossen Anzahl von Individuen an einer oder an beiden Schalenmündungen noch im Zusammenhang mit dem Mutterthier stehend 1—2 rundliche Körper. Ich habe dieselben mehrfach längere Zeit hindurch beobachtet, aber niemals ihre Weiterentwicklung zu Schwärmern verfolgen können. An Chromsäurematerial in Bonn und Jena fortgesetzte Untersuchungen haben mir ergeben, dass diese Körper nicht als Knospen wie bei der *P. gemmipara* entstehen, sondern wie bei den meisten Acineten im Innern erzeugt werden. Bei einigen dieser Körper fanden sich im Innern kleinere neben dem Kern gelagerte Kugeln, welche einen eigenen Kern besaßen. Ich fand diese letzteren sowohl an »Embryonalkugeln«, welche schon an der Schalenmündung lagen, als an solchen, welche sich noch im Innern befanden. Ich erkläre mir diese Verhältnisse aus einem beschleunigten Fortpflanzungsprocess in der Weise, dass die jungen Organismen, ehe sie noch völlige Reife erlangen, sich weiterhin vermehren. So haben wir auch bei unserer *P. gemmipara* gesehen, dass nicht selten schon an den Schwärmern sich Kernknospen bilden, die ersten Anfänge eines späteren Fortpflanzungsprocesses. Cfr. weiterhin ENGELMANN in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI pag. 377.

gewöhnlich annimmt. Bei der *Podophrya fixa*<sup>1)</sup> nämlich und dem *Acinetenzustande* des *Zoothamnium affine* (fälschlich als *Acineta tuberosa* bezeichnet) lässt STEIN zunächst einen knospenartigen am Ende kolbig angeschwollenen Fortsatz vom Kerne aus sich bilden und um diesen sich eine Partie der Körpersubstanz anhäufen. Indem sich die Kernknospe vom Mutterthier abschnürt und das um die Kernknospe angehäufte Protoplasma sich gegen das mütterliche Protoplasma demarkirt, entsteht die Schwärmeranlage. In diesen beiden Fällen haben wir somit eine Entstehung des neuen Organismus nach dem Princip der Zelltheilung (im weitesten Sinne des Wortes), in den übrigen Fällen, deren Richtigkeit vorausgesetzt, eine Zellgenese vom Kern aus. Von unserem Standpunct aus müssten wir somit einen principiellen Unterschied zwischen beiden Vermehrungsweisen annehmen. STEIN übersieht diesen Unterschied auch in seinen neuesten Veröffentlichungen. Er betont immer nur, dass die Schwärmerbildung vom Nucleus ausgehe, ob es aber nur der Nucleus ist oder Nucleus und Protoplasma gemeinsam, welche die Schwärmeranlage bilden, scheint ihm unwesentlich zu sein<sup>2)</sup>. Es ist daher kein Wunder, dass von den Resultaten der STEIN'schen Untersuchungen nur das Eine in die Lehrbücher übergegangen ist, was ja vom genannten Forscher am meisten hervorgehoben wird, dass die *Acineten* aus Theilstücken des Nucleus Schwärmer erzeugen, während die an der *P. fixa* und *A. Zoothamnii* angestellten Beobachtungen nicht zur Geltung gelangen konnten<sup>3)</sup>.

In der That glaube ich jetzt schon aus dem in der Literatur vorhandenen Material und eigenen Beobachtungen den Satz sicher begründen zu können, dass bei den *Acineten* der junge Schwärmer nicht aus dem Nucleus allein entsteht, sondern dass sich auch das mütterliche Protoplasma am Aufbau desselben betheiliget. Ausser den von STEIN beschriebenen Fällen ist dieser Entwicklungsgang noch weiterhin von ENGELMANN und ein anderes Mal von LIEBERKUEHN nachgewiesen worden.

1) Infusionsthier pag. 199 u. 223.

2) Organismus der Infusionsth. II pag. 57 u. 139.

3) CLAUS: Grundzüge der Zoologie, pag. 167. ». . . Daneben erzeugen auch manche Infusorien, wie die *Acinetinen*, aus Theilstücken des Kerns Schwärmsprösslinge«. Ferner CARUS und GERSTAECKER: Handbuch der Zoologie, pag. 590. Nur BRONN betont die Vermehrung bei *P. fixa* und *P. Zoothamnii* als das normale Verhalten. Classen und Ordnungen d. Thierreichs I pag. 111.

ENGELMANN <sup>1)</sup> beobachtete die *Acineta Opercularia*, *A. quadripartita*, *A. astaci* und *A. Infusionum* (nach dem System von CLAPARÈDE und LACHMANN lauter Podophryen). Aus dem Körnerreichthum der Schwärmer schloss er, dass dieselben nicht aus dem Kern allein hervorgehen können, dass vielmehr wahrscheinlich nur der Kern vom mütterlichen Nucleus abstamme, die übrige Körpersubstanz dagegen aus dem Inhalt des Mutterthieres. Bei der *P. quadripartita* konnte ENGELMANN auch den so erschlossenen Knospungsprocess in einem Falle in der von STEIN zuerst beschriebenen Weise beobachten. — Weiterhin hat LIEBERKUEHN <sup>2)</sup> bei einer nicht näher benannten *Acineta* der Fischkiemen die Knospung vom Kern aus in gleicher Weise beobachtet. Wenn LIEBERKUEHN den Vorgang anders deutet als STEIN und ENGELMANN und den ganzen Körper des Schwärmsprösslings aus einer Kernknospe entstehen lässt, so muss ich sagen, dass diese Auffassung mir bei der von ihm gegebenen Darstellung vollständig unverständlich ist.

Endlich habe ich selbst die Knospung des Kerns bei der *Acineta cucullus* (Clap. u. Lachm.) verfolgen können. Ausser Exemplaren, bei denen eine grössere Anzahl schon vollkommen abgeschnürter mit Kernen versehener Kugeln neben dem etwas verlängerten Kern lagerten, fand ich andere, bei denen der Kern des jungen Organismus noch durch einen halsartig verschmälerten Fortsatz mit dem mütterlichen Kern zusammenhing, oder mit andern Worten: vom Nucleus ging ein seitlicher knospenförmiger Fortsatz aus, um dessen Endanschwellung sich eine Protoplastmakugel abgeschnürt hatte (Taf. II Fig. 12 u. 13).

Es muss nun im höchsten Grade unwahrscheinlich erscheinen, dass bei einander nahe stehenden Formen ein gleichwerthiger Fortpflanzungsprocess auf zwei ganz differente Weisen zu Stande kommen sollte. Viel näher liegt es anzunehmen, dass in den Fällen, in denen ein Theilstück des Nucleus nach den Angaben der Beobachter zu einem Schwärmer sich weiter bilden soll, ein Beobachtungsfehler vorliegt, oder richtiger gesagt, dass in diesen Fällen das wichtige Stadium der Kernknospung nicht beobachtet wurde. So glaube ich es rechtfertigen zu können, wenn ich es oben als einen für die *Acineten* allgemein giltigen Satz aufstellte, dass die Vermehrung

<sup>1)</sup> ENGELMANN: Zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI pag. 376.

<sup>2)</sup> Ueber Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII pag. 307.

rein nach dem Princip der Zellentheilung verläuft, d. h. aus dem Kern des Mutterthieres nur der Kern des Jungen, ebenso aus dem Protoplasma des ersteren das Protoplasma des letzteren abstamme.

Durch diese Fassung des Verlaufs der Fortpflanzung durch innere Schwärmer wird die Entwicklung von Knospensprösslingen der *Podophrya gemmipara* derselben beträchtlich genähert. Der Unterschied besteht jetzt nur noch darin, dass in dem einen Fall ein central gelegener Theil des Protoplasma, im andern dagegen ein Theil der Oberfläche zum Aufbau des Schwärmers verwandt wird. Das Verhalten des Kernes ist beidesmal dasselbe. Beidesmal ist es ein neu sich bildender, aus dem Nucleus hervorsprossender Fortsatz, welcher zum Kern des jungen Thieres wird. Da nun der Schwerpunkt bei den Veränderungen, welche die Fortpflanzung vermitteln, ganz wie bei der Zellentheilung auf die Veränderungen des Nucleus gelegt werden muss, glaube ich gegenüber dem differenten Verhalten des Protoplasma die Uebereinstimmung der Kernveränderungen besonders hervorheben zu müssen und trage kein Bedenken, beide Arten der Fortpflanzung für einander gleichwerthig zu halten. Man kann sich dann die eine aus der andern in der Art entstanden denken, dass ein anfänglich oberflächlich entstehender Knospensprössling immer tiefer in das Mutterthier eingesenkt wurde, bis er endlich ganz im Innern desselben entstand.

Für die Richtigkeit dieser Auffassung kann ich verschiedene Gründe beibringen, zunächst, dass auch bei der *Podophrya gemmipara* die Knospe nicht rein auf der Oberfläche entsteht, sondern dass die Basis derselben, wie schon früher erwähnt, gleichsam aus dem Innern herausgeschält wird. Weiterhin wird die Annahme durch die Beobachtungen gestützt, welche STEIN über die Knospung der Embryonen aus dem Körper der Embryonalkugeln der Infusorien gemacht hat. Fast möchte ich sagen, dass wir hier unter unsern Augen die Knospung sich in die endogene Zellbildung umwandeln sehen. Während bei den meisten Infusorien die Embryonen entweder durch Theilung <sup>1)</sup> der Embryonalkugeln oder als Knospen <sup>2)</sup> auf ihrer Oberfläche ganz wie bei der *Podophrya gemmipara* entstehen, bilden sie sich bei *Stentor Roeselii* <sup>3)</sup> anfänglich als Kugeln im Innern des Körpers, allseitig umhüllt vom Protoplasma, um einen Kospenzapfen

---

1) Organismus der Infusorien, I pag. 99. u. 157.

2) l. c. I pag. 200.

3) l. c. II pag. 254. Taf. VIII Fig. 7.

des mütterlichen Kerns. Erst im Laufe der Entwicklung gelangen sie an die Oberfläche und gewinnen den Anschein, als seien sie ganz wie die Embryonen der übrigen Infusorien als Knospen der Oberfläche entstanden. Wir haben somit ein vollkommenes Bindeglied zwischen den rein als Knospen und den rein endogen entstehenden Schwärmern.

Im Obigen habe ich die Knospung als das Primäre hingestellt, aus der die endogene Schwärmerentwicklung wahrscheinlich secundär hervorgegangen ist. Zu dieser Auffassung werde ich dadurch bestimmt, dass die Knospung durch zahlreiche Uebergangsformen mit der Zweitheilung verbunden ist, dass beide Vermehrungsarten »nur zwei Variationen ein und desselben Vorgangs der spontanen Theilung sind«. (CLAP. et LACHM.) Offenbar aber ist die einfache Zweitheilung die ursprünglichste von allen Formen der Zellvermehrung.

Indem wir in der angedeuteten Weise die endogene Bildung von Schwärmsprösslingen durch Vermittlung der Knospung auf die einfache Zweitheilung zurückführen, gewinnen wir weitere Beweise für die Auffassung, dass die Acineten einzellige Organismen sind und ihre Vermehrung nach dem Princip der Zelltheilung erfolgt.

## 2. Ueber die systematische Stellung der Acineten.

Seitdem STEIN seine lang vertheidigte Acinetentheorie, welche die Acineten nicht als selbstständige Organismen, sondern nur als Entwicklungszustände von Ciliaten-Infusorien gelten liess, zurückgezogen hat, ist die systematische Stellung der Acineten nur vorübergehend von GEGENBAUR und HAECKEL besprochen worden. Alle übrigen Forscher, welche sich mit den Acineten beschäftigten, haben sich begnügt, ihre Verwandtschaft mit den Ciliaten zu betonen, ohne sich indessen über das Verhältniss, in dem sie zu denselben ständen, näher auszusprechen. Man führte sie meist wie ein Appendix im Anschluss an die 4 Ordnungen der Holotricha, Heterotricha, Hypotricha und Peritricha als fünfte Ordnung der Suetoria auf.

Die systematische Zusammengehörigkeit der Acineten und Ciliaten, deren halben wir beide Classen zum Stamm der Infusorien vereinigen müssen, ist nun allerdings eine unbezweifelbare Thatsache, da dieselben mit einander ausserordentlich wichtige Merkmale theilen, welche anderen einzelligen Organismen fehlen. — So ist zunächst die Form des Kerns eine eigenthümliche, auf die Infusorien beschränkte. Während der Kern bei den Rhizopoden, Flagellaten, Gregarinen,

Diatomeen etc. eine Blase bildet, welche eine aus einer graubläulichen Substanz bestehende Membran besitzt und in ihrem Innern ein oder mehrere Körperehen von gleicher Lichtbrechung als Nucleoli birgt, ist der Nucleus der Infusorien mit wenigen Ausnahmen eine gleichmässige, homogene Masse, die man sich wohl in der Art entstanden denken muss, dass der Binnenraum des Bläschens von der Substanz, welche sich sonst in Kernkörper und Kernmembran differenzirt, vollkommen gleichmässig erfüllt ist. Das zarte Häutchen, welches die meisten Forscher (BALBIANI, STEIN, CLAPARÈDE u. A.) noch an ihm beschreiben, würde nach dieser Auffassung nicht der Kernmembran des Rhizopoden-Nucleus entsprechen können, vielmehr müsste man sein Aequivalent, vorausgesetzt, dass es überhaupt existirt, ausserhalb der Kernmembran als ein weiteres, besonderes Structurelement des Kerns suchen.

Weiterhin theilen die Acineten und Ciliaten mit einander eine eigenthümliche Art der Fortpflanzung, welche noch bei keinem anderen Protisten hat beobachtet werden können. Bei beiden Classen entwickeln sich die Fortpflanzungsproducte im Innern der Körper als endogen entstehende Schwärmer, und tritt dem gegenüber die sonst so verbreitete Vermehrung durch Theilung ganz in den Hintergrund.

Endlich findet sich in beiden Classen eine gleiche Art der Bewimperung. Dieselbe ist bei den Ciliaten zeitlebens vorhanden, bei den Acineten nur während der Entwicklung und unterscheidet sich durch die Mannigfaltigkeit ihrer Anordnung von dem einfachen Wimperreif der Cilioflagellaten. Es lassen sich nämlich, mit Ausnahme der heterotrichen, alle die verschiedenen Formen der Bewimperung, wie sie bei den Ciliaten bekannt sind und hier dem System zu Grunde liegen, auch bei den Schwärmern der Acineten nachweisen. So zeigen holotriche Bewimperung die Schwärmer der *Podophrya cothurnata*, *P. Troid* u. a., hypotrich sind die Schwärmer unserer *Podophrya gemmipara* und *P. Carchesii*, peritrich endlich die spitzkugelförmigen Embryonen der meisten übrigen Acineten.

Während somit die Zusammengehörigkeit von Acineten und Ciliaten leicht erwiesen werden kann, so ist doch die Frage, in welcher Weise wir uns diesen Zusammenhang vorstellen sollen, schwierig zu beantworten. Hierbei sind drei Möglichkeiten vorhanden, von denen mir zwei zur Zeit noch gleiche Berechtigung zu besitzen scheinen. Entweder sind die Acineten die ursprünglichen Formen, aus denen die Ciliaten phylogenetisch entstanden sind, oder die Acineten leiten

sich von den Ciliaten ab, oder endlich Ciliaten und Acineten sind Nachkommen einer gemeinsamen die Mitte beider Organisationen einhaltenden Urform, von der aus sich beide Classen nach divergenten Richtungen hin entwickelt haben.

Die erste der drei Möglichkeiten, welche GEGENBAUR<sup>1)</sup> in seiner vergleichenden Anatomie vertritt, hat am wenigsten Wahrscheinlichkeit für sich. Sie würde sich nicht mit den Resultaten vereinbaren lassen, welche ich aus der Untersuchung der Podophrya gemmipara gewonnen habe. GEGENBAUR basirt seine Ansicht auf der Annahme, dass »die Tentakeln und Wimperhaare als verschiedene aber in einander übergehende Bildungen« anzusehen sind und dass erstere als »niedere Zustände« »pseudopodienartige Fortsätze« betrachtet werden müssen. Allein diese Annahme stimmt nicht mit dem zusammengesetzten Bau und der relativ hohen histologischen Differenzirung überein, welche CLAPARÈDE, ZENKER und ich für die Acinetententakeln nachgewiesen haben. Wie wir gesehen haben, besitzen dieselben mit den Pseudopodien ausser der Aehnlichkeit der äussern Form nichts gemeinsam, und müssen daher die Anknüpfungspuncte, welche die Infusorien mit den Sarkodeorganismen verbinden, auf einer ganz anderen Seite gesucht werden. Dieselben sind uns denn in der That auch durch die Beobachtungen HAECKEL'S<sup>2)</sup> gegeben, welche die Wimperbewegung ebenso wie die Geisselbewegung uns als eine Modification der Protoplasmabewegung erkennen lassen. Die Beobachtungen HAECKEL'S scheinen mir so beweiskräftig, dass ich nicht einsehe, warum wir nach einem anderen Bindegliede zwischen den niederen Organismen und den Infusorien suchen sollten, als uns durch die Verwandtschaft der amoeboiden und der Wimperbewegung geboten ist.

Nach diesen Erwägungen scheint es mir jetzt schon festzustehen,

---

1) GEGENBAUR: Grundzüge der vergl. Anatomie p. 93.

2) HAECKEL: Die Identität der Flimmerbewegung und amoeboiden Bewegung. In den »Studien über Moneren und andere Protisten« p. 127. Vergl. ferner meine Arbeit über Mikrogromia socialis. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. X. Supplementheft pag. 24. Zugleich nehme ich Gelegenheit hier einen Irrthum zu berichtigen, welcher das dort gegebene Citat der Arbeit ENGELMANN'S »Ueber die Flimmerbewegung« betrifft (Jenaische Zeitschrift-Bd. IV). In dieser Arbeit spricht sich ENGELMANN nicht entschieden für die Identität der Flimmerbewegung und Protoplasmabewegung aus, sondern macht den sicheren Entscheid dieser Frage von einem genaueren Studium der letzteren abhängig, dagegen erklärt er sich direct gegen die zweite ausserdem noch aufgestellte Deutung der Wimperbewegung, welche dieselbe in eine Kategorie mit der Muskelbewegung stellt.

dass als gemeinsame Stammform der Ciliaten und Acineten ein holotrich bewimperter Organismus angesehen werden muss. Von demselben leiten sich die ausgebildeten Ciliaten theils durch eine Reduction, theils durch eine Differenzirung des Wimperkleides in Griffel, Borsten etc. ab, während bei den Acineten nur die im Laufe der Entwicklung auftretenden Schwärmer, bei denen ebenfalls meist eine Reduction der Bewimperung eingetreten ist, noch an die ursprüngliche Form erinnern. Ob die Tentakeln der ausgebildeten Acineten aus einer Differenzirung der Wimpern sich ableiten lassen, oder ob sie als neuentstandene Differenzirungsproducte des Protoplasma betrachtet werden müssen, lasse ich dahin gestellt.

Es fragt sich nunmehr, welchen Grad der Entwicklung die Stammform erreicht hatte, als die Trennung in zwei divergente Zweige eintrat. Wir haben hier die beiden noch übrig bleibenden der im Obigen als möglich hingestellten Fälle in Erwägung zu ziehen. Entweder besass die Stammform eine Organisation, welche Charactere beider Classen verband, oder sie näherte sich einseitig dem typischen Bau unserer jetzigen Ciliaten. Das erste Verhalten würde kurz als die Abstammung beider Classen aus einer gemeinsamen Mittelform, das zweite als eine Abstammung der Acineten von den Ciliaten bezeichnet werden müssen. — Wenn nun auch unsere Beobachtungen, namentlich was die Entwicklung der Ciliaten anlangt, zu lückenhaft sind, als dass wir jetzt schon zu feststehenden Anschauungen kommen könnten, so will ich gleichwohl kurz die Thatsachen beleuchten, welche hier in Betracht gezogen werden müssen.

Die Ansicht, dass Ciliaten und Acineten einer gemeinsamen indifferenten Mittelform entstammen, welche ausser dem Wimperkleid noch Tentakeln besessen hat und aus der sich die Classe der Acineten durch Rückbildung der Bewimperung, die Classe der Ciliaten durch Rückbildung der Tentakeln differenzirte, ist von HAECKEL<sup>1)</sup> aufgestellt worden. HAECKEL'S Auffassung stützt sich auf die Beobachtungen von STEIN, COHEN, ENGELMANN u. A., dass in dem Entwicklungskreis der Ciliaten Sprösslinge auftreten, welche sich durch den Besitz von Tentakeln vom Mutterthier unterscheiden und so auf eine mit Tentakeln versehene Urform zurückweisen. Die Folgerungen HAECKEL'S sind vollkommen richtig und seine Annahme würde allein Anspruch auf Geltung haben, wenn die Richtigkeit der Beobachtungen, auf die sie sich als Beweis beruft, ausser allem Zweifel stände.

---

<sup>1)</sup> Generelle Morphologie II pag. LXXVIII.

Allein letzteres ist keineswegs der Fall. Keiner der genannten Forscher hat mit Sicherheit die sogenannten acinetenförmigen Schwärmsprösslinge der Ciliaten sich aus Theilen des Mutterthiers entwickeln sehen oder ihre Umwandlung in einen mit dem Mutterthier übereinstimmenden Organismus verfolgt. So lange dies nicht geschehen ist, hat die entgegenstehende Annahme, dass die »acinetenförmigen Schwärmer« echte parasitische Acineten sind, gleiche Berechtigung, um so mehr als die Angaben über die Fortpflanzung noch nicht mit einander in Einklang zu bringen sind. So schildern STEIN<sup>1)</sup> und EBERHARD<sup>2)</sup>, welche beide die Fortpflanzung der *Bursaria truncatella* studirt haben, die Embryonen vollkommen verschieden. Ebenso wenig ist eine Einigung in Betreff des Verhaltens des Nucleus erzielt, welcher bald neben den Embryonalkugeln vorhanden gewesen, bald gefehlt haben soll. Ueberdies gibt BALBIANI<sup>3)</sup> an, das Eindringen der Gebilde, welche er für Parasiten hält, beobachtet zu haben und führt ferner zur Widerlegung der STEIN'schen Ansichten an, dass, wenn man mit »Embryonalkugeln« beladene Infusorien zu anderen Infusorien setze, welche keine Veränderungen im Innern erkennen liessen, letztere binnen Kurzem sich ebenfalls, und zwar ohne Unterschied der Art, mit »Embryonalkugeln« füllten. Diese Beobachtung lässt sich nur gezwungen durch die Annahme eines Fortpflanzungsmodus erklären, würde dagegen sehr gut mit der Annahme einer Infection der Infusorien durch Parasiten übereinstimmen. — Jedenfalls halte ich es zur Zeit für gerathen, die Fortpflanzung durch acinetenförmige Schwärmsprösslinge und somit auch die Folgerungen, welche man aus derselben für die Phylogenie der Infusorien ziehen könnte, als unerwiesen anzusehen, bis es geglückt ist, durch eine genaue Beobachtung der Entstehung und Verwandlung der fraglichen Körper den directen Beweis zu führen.

Wir kommen jetzt zur Besprechung der letzten noch übrig bleibenden Möglichkeit, dass die Acineten aus entwickelten Ciliatenformen entstanden sind. Die Annahme einer derartigen Entwicklung würde voraussetzen, dass die Acineten in Anpassung an eine veränderte Lebensweise, vor Allem an eine durch die Entwicklung von

---

1) STEIN: Organismus der Infusionsthierc II p. 306.

2) EBERHARD: Beiträge zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XVIII p. 120.

3) BALBIANI: Sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. Comptes rendus de l'Académie des sciences 1860. T. LI p. 319.

Tentakeln veränderte Ernährung die Bewimperung und einen ursprünglich vorhandenen Mund und After (Cytostom und Cytopyge) verloren hätten<sup>1)</sup>. Einige Thatsachen sind, wie ich im Folgenden zeigen werde, geeignet, diese Annahmen zu stützen.

Bei der *Podophrya gemmipara* beobachtete ich, dass sich eine röhrlige Einstülpung in einer ganz bestimmten Lagerung bei allen Schwärmern entwickelt. Es gleicht diese Bildung vollkommen dem Cytostom der Ciliaten und ist wie dieses mit Wimpern versehen und von einer Fortsetzung der Skeletmembran ausgekleidet. Demgemäss kann man daran denken, dass sich wie in so vielen Fällen so auch hier in der Form des Entwicklungszustandes Anklänge an früher bestandene, beim ausgebildeten Thiere rückgebildete Organisationsverhältnisse erhalten haben, dass der bewimperte, mit einem Cytostom versehene Schwärmer die ontogenetische Recapitulation eines mit einem echten ciliaten Infusorium übereinstimmenden Stadium ist, welches phylogenetisch einmal von der ganzen Acinetenklasse durchlaufen wurde. Indessen bin ich weit davon entfernt an eine derartige noch vereinzelte Thatsache weittragende Folgerungen zu knüpfen und will hier nur kurz auf einige Beobachtungen hinweisen, die ich in der Literatur nachweisen konnte und die sich vielleicht ebenfalls im angedeuteten Sinne verwerthen lassen.

Bei *Bursaria truncatella* beobachtete EBERHARD<sup>2)</sup> »acinetenförmige Schwärmsprösslinge«, welche entweder aus dem Körper der *Bursaria* spontan herausstraten oder durch einen Zerfall desselben frei wurden. (Letzteres spricht sehr für die Annahme, dass hier Parasiten vorgelegen haben.) Dieselben entwickelten anfänglich Tentakeln, im Verlauf überzogen sie sich mit einem Wimperkleid, streckten sich in die Länge, und nahmen »die Gestalt eines plattgedrückten Weizenkorns an, der selbst die Furche nicht fehlte«. Am vordern

---

<sup>1)</sup> Gestützt auf die schon oben besprochene Uebereinstimmung, welche zwischen der Bewimperung der einzelnen Acinetenschwärmer und der Bewimperung der Ordnungen der Ciliaten besteht, könnte man an die weitere Möglichkeit denken, dass die Acineten je nach dem Bau der einzelnen Schwärmer aus den verschiedenen Ordnungen der Ciliaten sich entwickelt hätten, z. B. Acineten mit peritrichen Schwärmern aus peritrichen Ciliaten. Indessen scheint es mir doch zu naheliegend anzunehmen, dass die Reduction einer holotrichen Bewimperung mehrfach in ähnlicher Weise stattgefunden hat, und zu unwahrscheinlich, dass die eigenthümlich gestalteten Organe der Tentakeln sich zu wiederholten Malen und unabhängig entwickelt haben sollten, als dass es eines näheren Eingehens auf eine derartige Möglichkeit bedürfte.

<sup>2)</sup> l. c. p. 120.

Ende der Längsfurche entwickelte sich ein Mund. — Das somit entstandene »Infusorium« stimmt auffallend mit einem Podophryaschwärmer, wie ich ihn geschildert habe, überein, ist dagegen nicht mit der *Bursaria truncatella* identisch, wie ich aus der Schilderung entnehme und wie es ferner aus der Angabe EBERHARD's ersichtlich ist, dass er diese weizenkornförmigen Infusorien anfänglich für selbstständige Formen gehalten hat. Eben so wenig wie die Umwandlung in die *Bursaria* hat EBERHARD die Entwicklung der Schwärmer aus der *Bursaria* verfolgt. Denn die Beobachtung, dass bei den mit Embryonalkugeln beladenen Formen ein Kern fehlte oder im Zerfall begriffen war, lässt ebenso gut die Deutung zu, dass die Parasiten ihn zerstört hatten, als dass er zur Bildung von Embryonalkugeln aufgebraucht worden war. Wie bei allen den schon besprochenen Beobachtungen über die Fortpflanzung der Ciliaten durch acinetenförmige Schwärmer, so besitzen auch hier die beiden vorhandenen Möglichkeiten, dass in Wirklichkeit eine Fortpflanzung vorliegt, oder dass wir es mit einem Parasitismus von Acineten zu thun haben, gleich viel Wahrscheinlichkeit. Wir müssen somit im Auge behalten, dass vielleicht die von EBERHARD ohne Weiteres als ciliate Infusorien in Anspruch genommenen Formen weiter nichts sind als Acinetenschwärmer, bei denen sich das Cytostom als rudimentäres Organ erhalten hat<sup>1)</sup>.

Ferner lässt sich vielleicht das eigenthümliche Infusor, welches STEIN als *Actinobolus radians* beschrieben hat, als ein mit einem Cytostom versehener Acinetenschwärmer auffassen. Ich gebe hier die Schilderung, welche STEIN von diesem für die Genealogie der Infusorien jedenfalls sehr interessanten Organismus gibt, wortgetreu wieder, indem ich es dem Leser überlasse, sich über die Zulässigkeit

<sup>1)</sup> Dieser Annahme widerspricht keineswegs, wie man mir einwerfen könnte, der Umstand, dass sich im vorliegenden Falle die Bewimperung an Formen entwickelte, welche nicht in der Fortpflanzung begriffen waren. Die Bewimperung scheint häufig nur die Bedeutung zu besitzen, dass sie der Acinete den Ortswechsel ermöglicht. Eine schon einen ganzen Tag lang unter dem Deckglas beobachtete *Podophrya fixa* überzog sich unter meinen Augen mit einem lebhaft wie ein Kornfeld wogenden Wimperüberzug. Hierbei nahm sie eine langgestreckte abgeplattete Gestalt an und schwärmte hinweg, nachdem sie ihre Tentakeln eingezogen hatte. Nach mehrstündigem Herumschwärmen kehrte sie zur alten Form zurück. Hier war somit ein vorübergehender Schwärmerzustand eingetreten, ohne dass, wie sonst es von CARTER und CIENKOWSKI beobachtet wurde, eine Theilung vorgegangen war. (CARTER: *Annals and Magazin of nat. hist.* III Vol. VIII p. 288 u. Vol. XV p. 287. CIENKOWSKI: *Bulletins de l'Académie imp. de St. Pétersbourg.* Vol. XVI p. 299.)

meiner Annahme ein selbstständiges Urtheil zu bilden. »Der Körper des *Actinobolus* ist fast kugelförmig oder umgekehrt eiförmig, am vorderen Pole mit einem kurzen zitzenförmigen Fortsatz versehen, in dem die enge Mundöffnung liegt, und ringsum mit gleichförmigen kurzen Wimpern besetzt. Zwischen den Wimpern stehen zahlreiche fadenförmige Tentakeln zerstreut, die sich wie die Tentakeln der *Acinetinen* beträchtlich verlängern und auch spurlos in den Körper zurückziehen können. Der After und ein grosser contractiler Behälter liegen am hintern Körperpole. Der ziemlich lange strangförmige Nucleus ist unregelmässig zusammengekrümmt. Die Gegenwart von Mund und After schliesst unser Thier entschieden von den *Acinetinen* aus, denen es auf den ersten Blick sehr ähnlich erscheint<sup>1)</sup>. STEIN rechnet den *Actinobolus* zu den holotrichen Infusorien; da er dieselben noch nicht besprochen hat, fehlt zur Zeit leider noch eine Abbildung und genauere Schilderung. Namentlich würden Angaben über die Nahrungsaufnahme von Interesse sein, da nur durch die Beobachtung der letzteren mit Sicherheit erkannt werden könnte, welcher Theil der Organisation in Rückbildung begriffen ist, die Tentakeln oder das Cytostom?

Eine dritte Beobachtung endlich, der vielleicht ein mit einem Cytostom versehener *Acinetenschwärmer* zu Grunde liegt, wurde ebenfalls von STEIN angestellt und betrifft den Schwärmer des *Dendrocometes paradoxus*<sup>2)</sup>. Bei demselben spricht STEIN von einem knieförmigen Spalt, welcher »keine in das Körperinnere führende Oeffnung bilden«, sondern »dadurch entstehen soll, dass die Körperhaut sich stark nach Innen einfaltet und eine viel zartere Beschaffenheit annimmt«. Auch hier fällt es auf, dass das Gebilde eine constante Lagerung besitzt, indem es stets am vordern Ende und auf der ventralen Fläche sich vorfindet und hierin mit der röhrenförmigen Einstülpung des Schwärmers der *Podophrya gemmipara* übereinstimmt.

Ich habe im Vorhergehenden die Frage, welche bei mir durch die an der *Podophrya gemmipara* angestellten Beobachtungen angeregt worden war, ob nämlich bei den Schwärmern der *Acineten* ein Cytostom als rudimentäres Organ zur Entwicklung kommt oder nicht,

1) STEIN: Der Organismus der Infusionsthierc II p. 169 Anmerkung.

2) STEIN: Die Infusionsthierc auf ihre Entwicklung untersucht p. 215. Vergleiche ferner STEIN: Neue Beiträge etc. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III p. 477 u. 495), sowie die Schilderung und Abbildung, welche CLAPARÈDE und LACHMANN vom Schwärmer der *Podophrya Troid* geben (Études II, p. 129. Taf. IV, Fig. 5. »Les embryons étaient tous deux repliés de manière à présenter une sorte de canal ou gorge«).

ausführlicher besprochen. Mein Zweck hierbei war, darauf hinzuweisen, wie ein sorgfältigeres Studium der so vielgestaltigen Acinetenschwärmer vielleicht geeignet wäre, über manche Punkte in der Genealogie der Infusorien Aufschluss zu verschaffen.

Aus der gegebenen Zusammenstellung der für die Stammesgeschichte der Infusorien wichtigen Beobachtungen ist ersichtlich, dass zur Zeit eine definitive Ansicht noch nicht möglich ist. Zwar steht es fest, dass als gemeinsame Urform der Acineten und Infusorien ein einzelliger Organismus, welcher mit einem continuirlichen Wimperkleid versehen war, angesehen werden muss, ob derselbe jedoch ausserdem noch ein Cytostom besessen haben mag und sich somit als ein echtes ciliates Infusor darstellte, oder ob er mit Tentakeln versehen, eine Zwischenform zwischen Ciliaten und Acineten gebildet hat, lässt sich noch nicht mit genügender Sicherheit entscheiden. Immerhin haben die zahlreichen Untersuchungen der Neuzeit die interessante Frage der Lösung beträchtlich genähert, in so fern sie eine klare Fragestellung ermöglichten und die Punkte dargelegt haben, von denen eine auf eine Klärung der Phylogenie der Infusorien zielende Untersuchung ausgehen muss.

---

## T a f e l e r k l ä r u n g.

### Tafel I.

Figuren 1—5 und Fig. 11 bei ZEISS *F* Oc. 1; Figur 6 *A—D* bei *F* Oc. 2;  
Figuren 7—10 und 12 bei *F* Oc. 3.

Für alle Figuren giltige Bezeichnungen: *m* Skeletmembran; *n* Nucleus; *o* wimpernde röhrenförmige Einstülpung (vielleicht dem Cytostom der Infusorien homolog); *st* Anlage des Stiels; *s* Saugröhren; *v* Vacuolen; *x* Fangfäden.

- Figur 1. Eine Podophrya gemmipara mit ausgestreckten Saugröhren und Fangfäden. *f* Faltungen der Skeletmembran.
- Figur 2. Besonders grosses Exemplar mit 8 in der Bildung begriffenen Schwärmern.
- Figur 3. Exemplar mit einem in Ablösung begriffenen Schwärmer. Man sieht die in die Tiefe dringende Abschnürungsfurche und das Cytostom (?).
- Figur 4. Erste Anlage eines Schwärmers.
- Figur 5. Cyste mit unvollkommen eingezogenen Tentakeln.
- Figur 6. Entwicklung eines abgelösten Schwärmers. *A* Schwärmer in rein seitlicher, *B* in rein dorsaler, *C* in halb seitlicher Ansicht. In allen 3 Figuren die Einstülpung *o* (Cytostom?) erkennbar, welche im vordern Theil mit Wimpern ausgekleidet, im hintern, durch eine Einschnürung abgesetzten Theile wimperlos ist. *D—F* seitliche Ansichten, welche die erste Anlage des Stiels (*st*) und das Verstreichen des Cytostoms zeigen. Zahlreiche Vacuolen haben sich im Innern entwickelt. *F* bleibende Podophryenform.
- Figur 7. Stiel der Podophrya gemmipara. *A* ein Stück des sich mit dem Körper verbindenden Theils, welches Quer- und Längsstreifung zeigt. *B* ein Stück aus der Mitte. *C* Basis des Stiels, welche die Zerfaserung der inneren homogenen Substanz erkennen lässt.
- Figur 8. Fangfäden einer lebenden Podophrya gemmipara. *a* im ausgestreckten Zustand; *b* bei beginnender Verkürzung; *d* und *c* stark verkürzt; *e* geknickte und varicöse Fangfäden.
- Figur 9. Stück der auf dem optischen Querschnitt gesehenen Körperoberfläche einer mit dünner Chromsäure behandelten Podophrye. Man erkennt die von der Skeletmembran gebildeten, blasigen Erhebungen, sowie die Skeletscheiden der Tentakeln und deren Verlängerungen in's Innere.
- Figur 10. Dasselbe nach Behandlung mit Eisessig.
- Figur 11. Rest einer durch Bildung zahlreicher Knospen reducirten Podophrye.
- Figur 12. Fangfäden und Saugröhren mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt. *f* Nahrungsballen; *s* Saugröhren, welche den Inhalt der Nahrungsballen aussaugen; *x* Fangfäden, welche die Nahrung aufgefangen haben und dieselbe nun mehr fixiren.

## Tafel II.

Figuren 1—10 bei *F Oc.* 1 gezeichnet. Figur 11 bei *F Oc.* 3. Figuren 12, 13, 15 bei *F Oc.* 2. Fig. 14 bei *COc.* 2. Alle nach Chromsäurepräparaten gezeichnet und mit Carmin tingirt.

- Figur 1. Junge Podophrye mit einem einfachen hufeisenförmigen Nucleus.
- Figur 2. Junge Podophrye, von deren Nucleus sich die ersten seitlichen Knospen erheben.
- Figur 3. Junge Podophrye mit gewundenem, am Ende beiderseits gabelig getheilten Nucleus.
- Figur 4. Grosses Exemplar, dessen Nucleus zahlreiche und mannigfach verästelte Knospen getrieben hat.
- Figur 5. Podophrye mit 4 jungen Knospen, in welche der Kern anfängt seine Fortsätze zu treiben.
- Figur 6. Exemplar mit 2 Knospen, in die der Nucleus schon eingedrungen ist.
- Figur 7 und 8. Exemplare mit nahezu reifen Knospen, in denen der Nucleus seine Hufeisenform schon angenommen hat und nur noch durch einen dünnen Verbindungsfaden mit dem mütterlichen Nucleus zusammenhängt.
- Figur 9. Exemplar mit compactem Nucleus, der dicke Fortsätze in die Knospen treibt.
- Figur 10. Schwärmer, von denen der eine noch am mütterlichen Stiel festsetzt, der andere sich schon abgelöst hat. Der Kern von *A* mit zwei seitlichen Knospen versehen, von *B* in Theilstücke zerfallen. *m* Skeletmembran. *st* Stielanlage.
- Figur 11. Skeletmembran der Podophrye durch Chromsäure isolirt. *A* Flächenbild; *B* optischer Querschnitt.
- Figur 12—13. Verschiedene Stadien der Embryonenbildung von *Acineta cucullus*, welche die Knospung vom Kern aus erkennen lassen.
- Figur 14. Zelle mit verästeltem Nucleus aus den Malpighi'schen Gefässen einer Spingidenraupe.
- Figur 15. *Acineta poculum* mit in das Innere eindringenden und hinter dem Kern sich vertlechtenden Tentakeln.

Fig. 1.



Fig. 11.



Fig. 4.

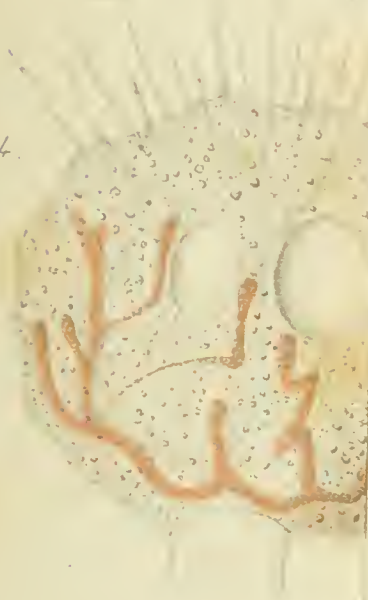


Fig. 5.



Fig. 12.



Fig. 15.



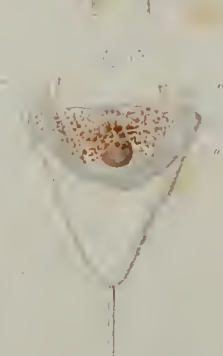
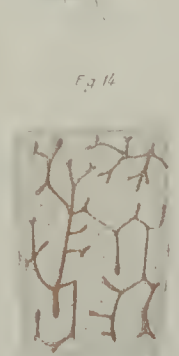
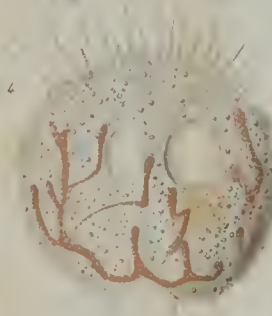
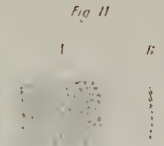




Fig. 6

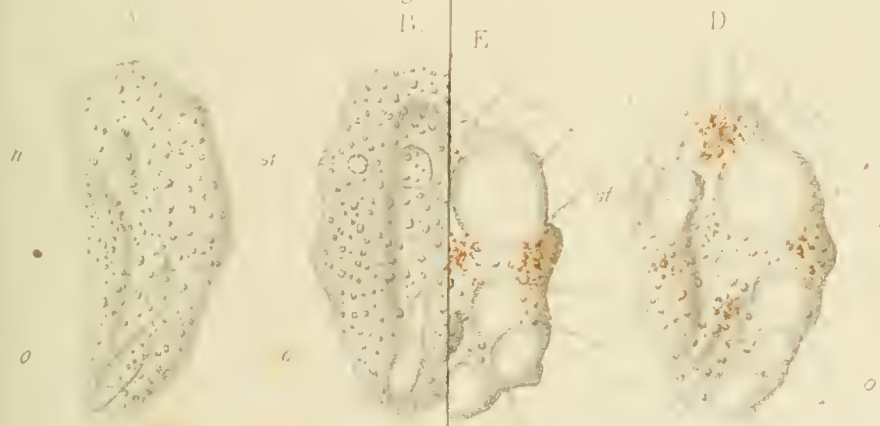


Fig. 7.

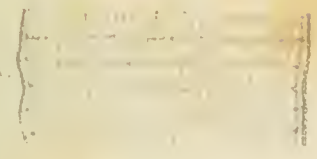


Fig. 11.

F<sub>m</sub>



Fig. 12.

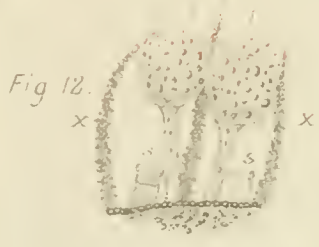


Fig 1

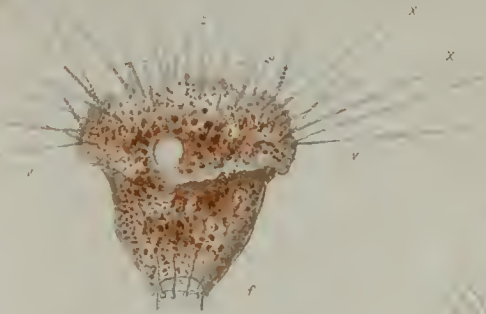


Fig 2.

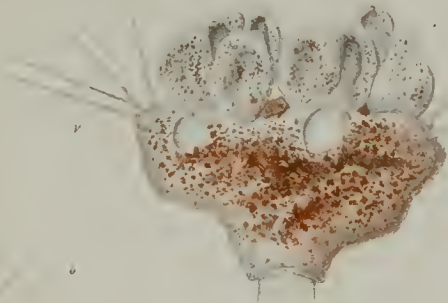


Fig 3.

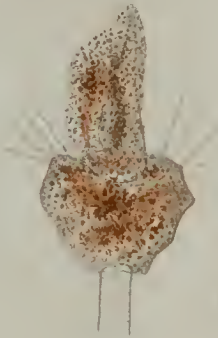


Fig 6

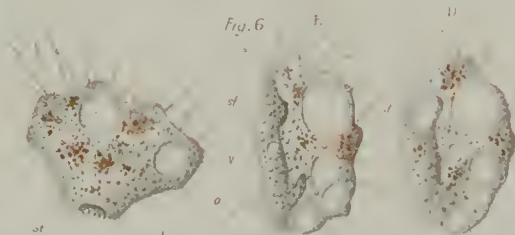


Fig 4

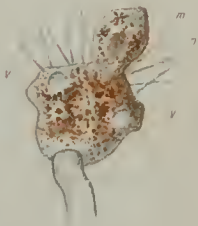


Fig 5



Fig 8



Fig 9



Fig 10



Fig 11

