225392

SEPARATUM

# ACTA BIOLOGICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM HUNGARICAE

TOMUS I. FASCICULUS 1—4.

225392

R 1969

ORSZ. SZÉCHÉNYI-KÖNYVTÁR
Növedéknapló
1951. év I. 10. 347 sz.

# DIE MORPHOGENESE DER EINZELLER MIT RÜCKSICHT AUF DIE MORPHOGENETISCHEN PRINZIPIEN VON SEWERTZOFF

*Josef Gelei*

Medizinisch-Biologisches Institut der Universität Szeged.

(Eingegangen am 23. I. 1950.)

## *Einleitung.*

*Sewertzoff* hat in seinem Buche »Morphologische Gesetzmässigkeiten der Evolution« (1931) hauptsächlich die Vielzeller, im besonderen die Wirbeltiere berücksichtigt und die Protozoen nur ganz nebenbei (S. 148, 190) erwähnt. Und auch hier hat er von den vielen Prinzipien der Evolution die Einzeller nur bei dem Grundprinzip der Intensifikation der Organe und Tätigkeiten in Erwägung gezogen.

Ich versuche in dieser Studie die Gültigkeit seiner sämtlichen Prinzipien — es gibt derer 13 — in Erwägung zu ziehen und dabei auch neue aufzustellen. Ich betrachte dabei die Lebewesen der Einfachheit halber dynamisch und mache so keinen Unterschied zwischen Organellen der Einzeller und Organen der Vielzeller, sondern für mich ist jeder gesonderte Teil eines Organismus mit Eigenfunktion ein Organ, und wenn es im ganzen Organismus verteilt ist, ein Organsystem.

Ich möchte hier keine Diskussion darüber führen, inwiefern es richtig oder unrichtig ist, Zellteile mit Zellkomplexen (Organellen mit Organen) zu vergleichen, sondern bitte, erst nach dem Durchlesen der Studie ein Urteil darüber fällen zu wollen, ob mein Vorgehen zulässig ist oder nicht.

Einleitend möchte ich aber kurz soviel bemerken und ausführen, dass bei den Einzellern beinahe für jede Grundfunktion der tierischen Lebewesen separate Organe zu Dienste stehen.

Die Verdauung verläuft, entsprechend dem Enteralsystem der Cellulaten, in abgesonderten Verdauungsblasen, die sich vom Einverleibungsrohr (Cytopharynx) abreissen und sich schliesslich an den Afterfleck (oder selten Rohr) anheften. Resorption erfolgt durch die Wand der Verdauungsblasen und der Körperpellicula, Assimilation ohne besondere Organe bei beiden Gruppen der Lebewesen, Sekretion in Drüsenorganen bei den Vielzellern, in besonderen Protoplasmaabschnitten, Flecken oder Schollen bei den Elementarorganismen. So wird z. B. Schleim bei Urocentrum in der Mundbucht, Verdauungssaft überall im oesopha-

gealen Abschnitt abgesondert und die Trichocysten entstehen — jede für sich — in einer spezifischen Protoplazmascholle des Entoplasmas Abb. (24a). Die Exkretion erfolgt in einem rhizopodenartig geformten Protoplasmaterritorium, im sog. Exkretionsplasma (Abb. 2., 7.) Kontraktion im Ektoplasma, bei wenigen Tieren durch Myoneme (Abb. 9e, 10, 24b), bei sämtlichen Ciliaten und Flagellaten durch Undulipodien. Reception durch Sinneshaare (Abb. 4.), die für Tangoreception (Tasten, Proprioreception, Druck- und Strömungssinn), Kemoreception und Photoreception differenziert sind. Erregungsleitung durch differenzierte Fäden, die Neuroneme, die ein peripheres, diffuses System (Abb. 10e, 20.) bei Ciliaten bilden. Der Körper trennt sich entsprechend der ekto- und entosomatischen Schicht der Cellulaten in eine ekto- und eine entoplasmatische Schicht (Abb. 24a). Ektoplasmatisch wird die Autoisolation (durch eine Pellicula, selten cutikuläre Schicht), die Verteidigung (durch die dichte Pellicula, Abwehrstoffe und Trichocysten), die Bewegung, die Reception und Erregungsleitung, jede für sich durch eigene Organe, und der Gasstoffwechsel durch das ganze Ektoplasma ausgeübt; entoplasmatisch richtet sich die Verdauung, Resorption, die Ab- und Ausscheidung sowie die geschlechtliche Vermehrung durch Kerne. Im Protoplasma finden wir keine Differenzierung in einen somatischen und einen germinalen Teil, wogegen dies für die Kerne gelöst ist, indem bei den Ciliaten ein binuclealer Zustand, eine Differenzierung in Mikro- und Makronucleus: in Germinalkern und Somakern eintritt (Abb. 18.).

Es fehlen bei den Elementarorganismen im Interesse des Stoffwechsels besondere Zirkulationssysteme und Atmungsorgane, diese werden aber bei den körperlich kleinen, oder entwicklungsgeschichtlich niedrigstehenden Cellulaten ebenso vermisst. Der Körper ist bei Einzellern gewöhnlich nicht in hintereinander stehende Abschnitte (Kopf, Körper, Hinterleib) gesondert und es ragen keine Gliedmassen aus dem Körper hervor (nur ausnahmsweise Schwanz und Rüssel), doch fehlen diese auch bei den niedrigen Cellulaten, die meisten Würmer mit einberechnet, ebenfalls. Eine Reihenfolge der Organe ist insofern festzustellen, als vorne Tasthaare und Mund, im Mittelkörper Kern und Verdauungsblasen und am hinteren Ende Porus excretorius und Afterfleck gelagert sind. Einen vor dem Mund gelagerten Rüssel finden wir bei *Dileptus anser* (Abb. 6d.) und einen beweglichen Schwanz bei vielen Hypotrichen. Auch werden bei den Hypotrichen Ciliaten aus Cilien so verwickelte Schreitbeine (Ventralcirren) (Abb. 8a.) gebildet, die in keiner Hinsicht den Schreitflossen der Gobiiden nachstehen. Auch entstehen bei den Ciliaten aus flügelartigen Membranellen so verwickelte Wirbelorgane (Abb. 8a, 10b, c) in welchen

Flügel, Sinneshaare, erregungsleitendes System, Stützapparat, Myonemensystem und Ernährungsdienst wunderbar zusammenwirken, dass dergleichen zum Zwecke der Wasserbewegung bei den Cellulaten kaum gefunden werden kann.

Als Höchstleistung der Elementarorganismen können die Linsenaugen unter den Ciliaten angeführt werden. Linsenaugen sind auch bei marinen Flagellaten bekannt. Diesen gesellt sich hier aber eine niedrige Gesamtorganisation hinzu. Linsengebilde sind unter den Ciliaten bei Ophryoglenidae längst bekannt, doch wagte man diese mangels an Experi-

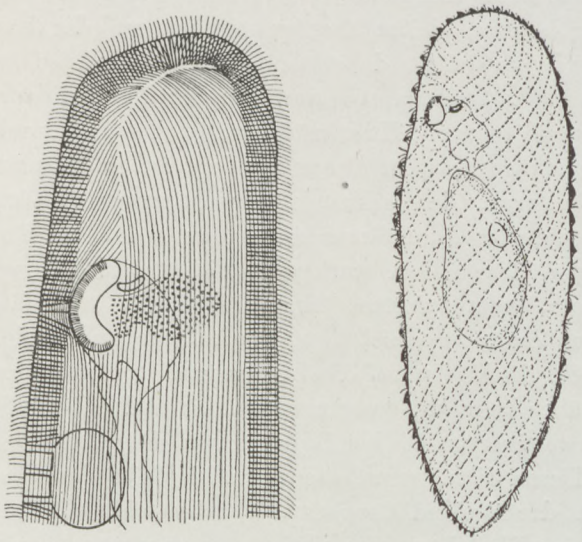



*Abb. 1. a)* Ophryoglena monophthalma. Vorderteil nach einem Sublimat-Silberpräparat. Nierenförmig der Querschnitt des Mundtrichters, daneben Linse mit Pigmentkörnern. Links unten Exkretionsblase ohne Kanäle, 80 $\mu$ breit. *b)* Ophryoglena flava nach der Formolosmium-Toluidinblaumethode von J. *Gelei*. Hinter der Mundöffnung die Linse.

menten nicht als Sehorgane aufzufassen. Nun habe ich unlängst eine Riesenform, *Ophryoglena monophthalma*, von 500—700 $\mu$ Längenmass entdeckt, an der eine positive Phototaxis leicht nachgewiesen werden konnte und zwar eine ganz gleiche, wie sie bei dem mit ihr zusammenlebenden Strudelwurm: *Stenostomum leucops* bekannt ist. Die Stenostomidae sind in ganz ähnlicher Weise mit einem der Lichtreception dienenden Linsenorgan versehen wie Ophryoglena. Abb. 1. zeigt, dass die Linse in der linken Wand der Mundbucht eingebettet liegt und dass hinter der Linse ein Ocellenpigment gelagert ist, welches Lichttstrahlen von hinten her isoliert.

Es ist nun sehr interessant, einen Vergleich zwischen den beiden Lebewesen Ophryoglena und Stenostomum zu ziehen. Ihre Form ist überraschend ähnlich: Fadenwurm-Form. Die Bewegungselemente sind vollkommen gleich, da beide Tiere sich mittels Cilien fortbewegen. Stenostomum ist zwar mit einer Schlauchmuskulatur ausgestattet, die bei Ophryoglena fehlt, doch kann unser Tier trotzdem schlängelnde Bewegungen ausführen, da ihr Ektoplasma kontraktil ist. Die Ciliaten sind gewöhnlich Bohrtiere mit einer cochliooiden Körperform, deren Spitzteil nach vorn gerichtet ist. (Abb. 23a, b, d) (Gelei 1936—1937, Parducz 1936). Diese hat unser Tier nicht, es ist wurm- oder fischförmig gestaltet; es kann zwar bohren, gleitet aber gewöhnlich auf der Bauchseite wie ein Wurm und hinterlässt dabei eine schleimige Kriechspur wie ein Strudelwurm, z. B. das Stenostomum. Mit dem Munde saugt es grössere Cellulaten aus und zwar mit Hilfe kräftiger Membranellen und eines langen oesophagealen Saugrohres. In dieser Hinsicht ist ein Stenostomum zwar unbedingt überlegen, da es mit seiner Pharyngealmuskulatur dieses Saugen viel schneller durchfüren kann. Ferner ist das Turbellar auch darin überlegen, dass es ein stark zentralisiertes Nervensystem besitzt, welches höhere, kompliziertere Sinnesfunktionen und ein schnelleres und sichereres Zusammenspiel von Muskulatur und anderen Organen ermöglicht. Mit Rücksicht auf die Lichtreception ist es aber nicht überlegen, da es über kein Augenpigment verfügt und daher sein Richtungssehen minderwertiger ist als bei Ophryoglena. Der Exkretion dienen bei den beiden Tieren distal geschlossene Kanäle, hier das Protonephridialsystem, dort der Nephridialapparat. Zur Verteidigung werden gleiche Werkzeuge, hier Rhabditen, dort Trichocysten ausgeschleudert.

Wenn also die Organisation durch Differentierung von Körperteilen in einem Protozoon so weit gegangen ist, so können wir ohne Bedenken zum Vergleich der Gestaltungsprinzipien übergehen.

### *Die Typen oder Prinzipien der physio-morphologischen Veränderungen der Organe.*

Zuletzt hat *Sewertzoff* 1931 (S. 181—232) diese Prinzipien für die Metazoen zusammengestellt. Ich folge hier seiner Zusammenstellung.

Das erste dieser Prinzipien bzw. Typen ist:

*1. Funktionsverstärkung, Intensifikation* (*Plate*, 1924, *Sewertzoff p.* 183—191.)

Auf dieses Grundprinzip hat zuerst *Plate* in seiner »Allgemeinen Zoologie« hingewiesen. Indem wir hervorheben, dass die Intensifikation seitens *Sewertzoff* als ein Grundprinzip bezeichnet wird, wollen wir zeigen,

*Abb. 2.* Nephridialapparat von Paramecium caudatum und bursaria. Nach der Sublimat-Kalibichromat—Silberacetatmethode von Gábor *Gelei*. Gefärbt die Pulsationsblase, die Radialkanäle und das hülsenartige Exkretionsplasma.

dass diese einfache Veränderungsmöglichkeit auch bei den Ciliaten eine weite und hervorragende Rolle spielt.

Als Beispiel für die Intensifikation führen wir Quantitätsveränderungen, Cuticularverdickungen, Vermehrung von Zahl und Länge der Cilien und Tastborsten, weiterhin die Vergrösserung des Mundes und der Exkretionsorgane an.

Als Beispiel für die passiv dienliche Funktionsverstärkung können wir die Cuticularverdickungen der benthalen Ciliaten und symbiotischen Entodiniomorpha anführen, die infolge Druckwirkung der Umgebung an ihrer Dorsalseite (Abb. 16e.) oder dem Hinterkörper (Abb. 16d) ihr Oberhäutchen stark verdickt haben.

Eine aktiv dienliche Intensifikation wird besonders unter den Bewegungsorganellen verwirklicht und zwar entweder durch Anwachsen der Zahl oder der Grösse der Cilien. Hier müssen wir erstens hervorheben, dass schnell schwimmende Tiere stets einen dichten Cilienbesatz entwickeln. So sind die schnellen Ophryoglenidae unter den Ciliaten am dichtesten mit Cilien besetzt (Abb. 1b). Zweitens weisen wir darauf hin, dass beim Schwimmen der Vorderkörper jene Seite einer Ciliate ist, die sowohl im Überwinden des Wasserwiderstandes, als auch im Ausüben der Bewegungen die grösste Arbeit leistet; dem entsprechend finden wir vorne immer einen dichteren Cilienbesatz als hinten. Das beste Beispiel hierfür sind die schnellen Loxocephalusarten (Abb. 3b), an denen die beiden vorderen Ciliengürtel aus Doppelcilien zusammengesetzt sind,

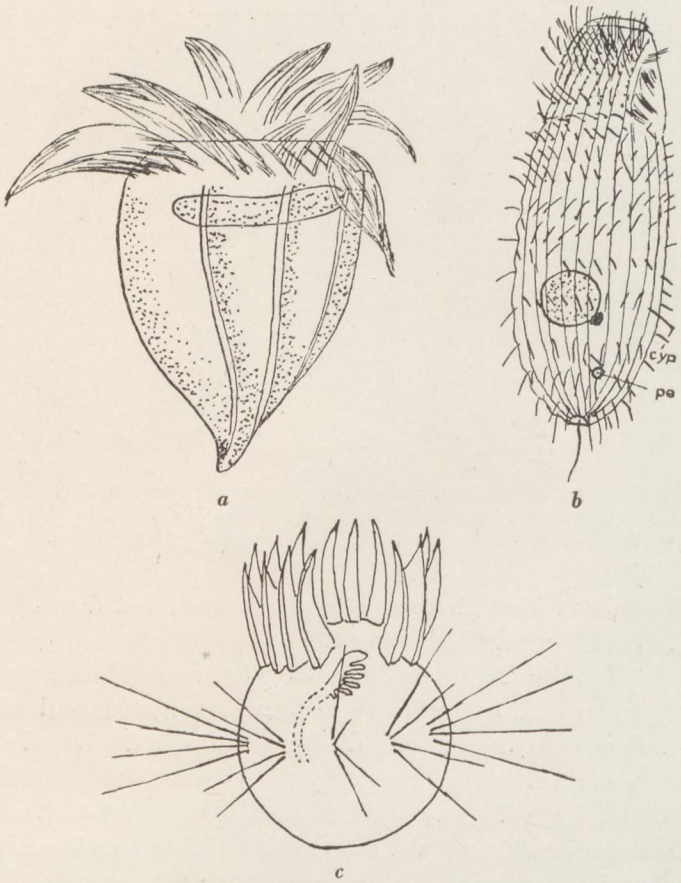



*Abb. 3.* Intensifikation der Cilien bzw. Syncilien am Vorderkörper. *a)* Strobilidium velox, *b)* Loxocephalus lucidus Smith, *c)* Halteria grandinella. Bei Halteria seitlich organisierte Gruppen von Springborsten.

sowie die grosse Gruppe der Oligotricha und Didiniidae (Abb. 25a), bei denen nur der Vorderkörper mit starken Membranellen bzw. Pektinellen besetzt ist. In der Umgebung der Mundöffnung beansprucht der Ernährungswirbel, ebenfalls eine intensive Leistung und demzufolge entstehen hier durch Vermehrung von Einzelcilien die sog. Syncilien, Cirren, Membranen und Membranellen und durch organisierte Zusammenstellung derselben die Wirbelorgane der Spiro- und Peritricha (Abb. 3a, c ; 8a).

Die Länge der Cilien wird an den Springborsten der Halteria-Arten (Abb. 3c) erhöht, aber auch an den erwähnten Cirren und Membranellen der Peri-, Hypo- und Oligotricha wächst die Länge der Einzelcilien beträchtlich an ; hierfür ist *Spiretta plancticola* Gelei, 1944 das beste Bei-

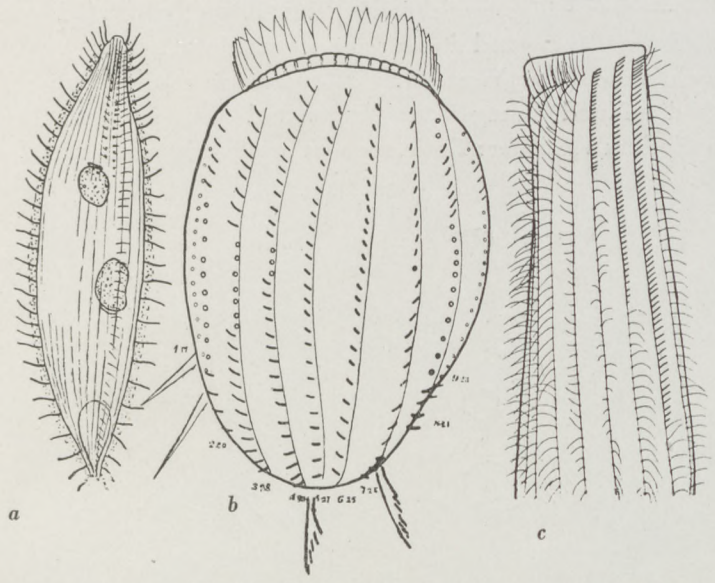


*Abb. 4.* Intensifikation der Tasthärchen am Vorderkörper *a)* bei Trachelophyllum sigmoides, Kahl, *b)* bei Euplotes, *c)* bei Spathidium, *Gelei.* 1933.

spiel. Wir wollen hier hervorheben, dass die Syncilien als intensifizierte Cilienorgane nicht nur eine erhöhte Kraftleistung, sondern auch eine verwickeltere Arbeit (Schreiten, Fangen, Stemmen, Drücken) ausführen können und eben darin besteht die Umwandlung und Vervollkommnung dieser Elemente infolge der Intensifikation.

Das gleiche gilt auch bezüglich der Sinneshaare. Es gibt Gymnostomata mit einer einzigen Reihe von Sinneshaaren, normalerweise finden sich jedoch drei Reihen derselben, wie wir dies auch an den Spathidien (z. B. laut Abb. 4c) sehen; die Reihen wachsen nach rechts und die Stiftchen stehen nach vornehin dichter. Bei Trachelophyllum (Abb. 4a) läuft die dritte Reihe bis zum Körperende durch. An den vollkommensten Ciliaten, nämlich den Euplotes-Arten (Abb. 4b) treffen wir die ganze Dorsalseite in 8—12 Reihen mit Tastborsten vollbesetzt. Hier sind auch die verschiedensten Differentierungen unter den Tastborsten zu finden, denn es entstehen hier Rheo-, Premo- und Propriorezeptoren.

Eine Intensifikation des Mundes (Abb. 5.) erfahren wir bei den Pleurostomatiden, wo gegenüber dem kleinen rundlichen Munde einer Holophryida, sagen wir eines Prorodons (Abb. 5a), der Mund Schritt für Schritt zusammengepresst, am Ende spaltförmig wird und — wie aus den Abbildungen 5b (Spathidum, Lionotus), 5c und 5d (Dileptus, Abb. 6d)

ersichtlich — eine Länge erreicht, die beim Bryophyllum (5d) schliesslich die ganze Körperlänge, und durch seine terminale schwanzartige Windung sogar noch mehr (drei Viertel des Körperumrisses) einnimt. Hier wird einerseits die Mundöffnung intensifiziert und zwar so weitgehend, dass ein Bryophyllum Vielzeller: Rotatorien zu schlucken vermag und anderer-

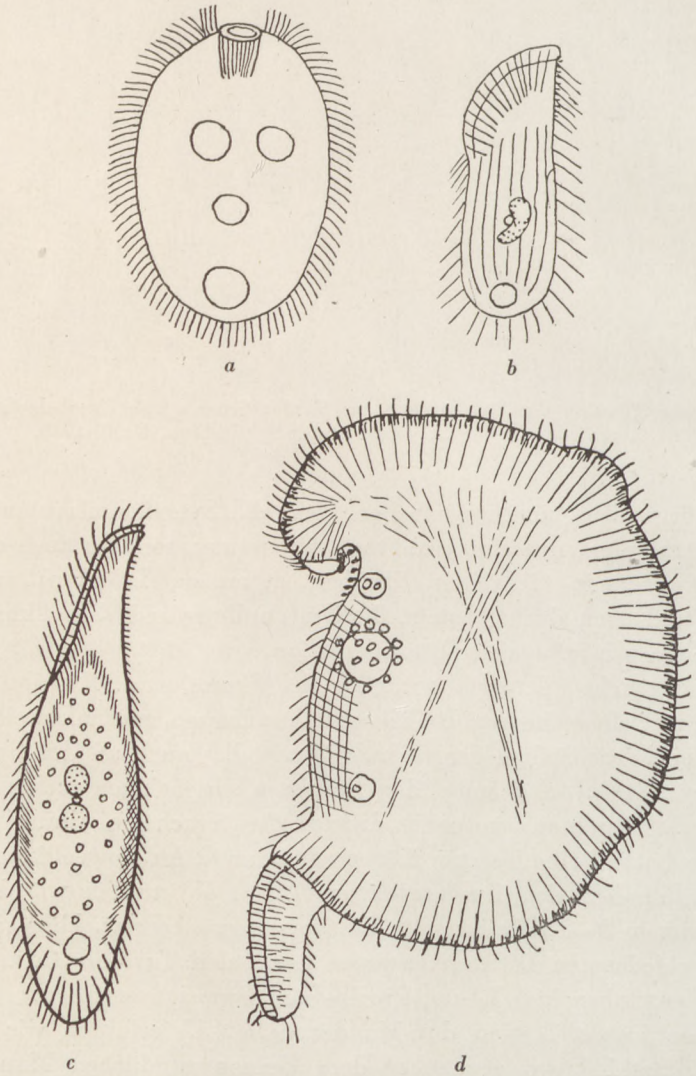



*Abb. 5.* Intensifikation des Mundspaltes *a)* bei Prorodon, *b)* Spathidium, *c)* Lionotus und *d)* bei Bryophyllum. Bei Bryophyllum liegt der Mundspalt selbst am Vorderende (seine Breite wird von dem doppelten Trichitensträngen des Cytoplasmas bezeichnet) der weiter folgende Saum bis zur Schwanzspitze ist der verlängerte Trichitensaum des Mundes.

seits auch der Trichocysten-(Trichiten-)saum verlängert, so dass durch Trichocystenwirkung verhältnismässig grosse Vielzeller gelähmt oder getötet werden können.

Schliesslich sei die auffallende Funktionsverstärkung der Pulsationsblasen erwähnt, die auch hier einerseits der Zahl nach, anderer seits aber

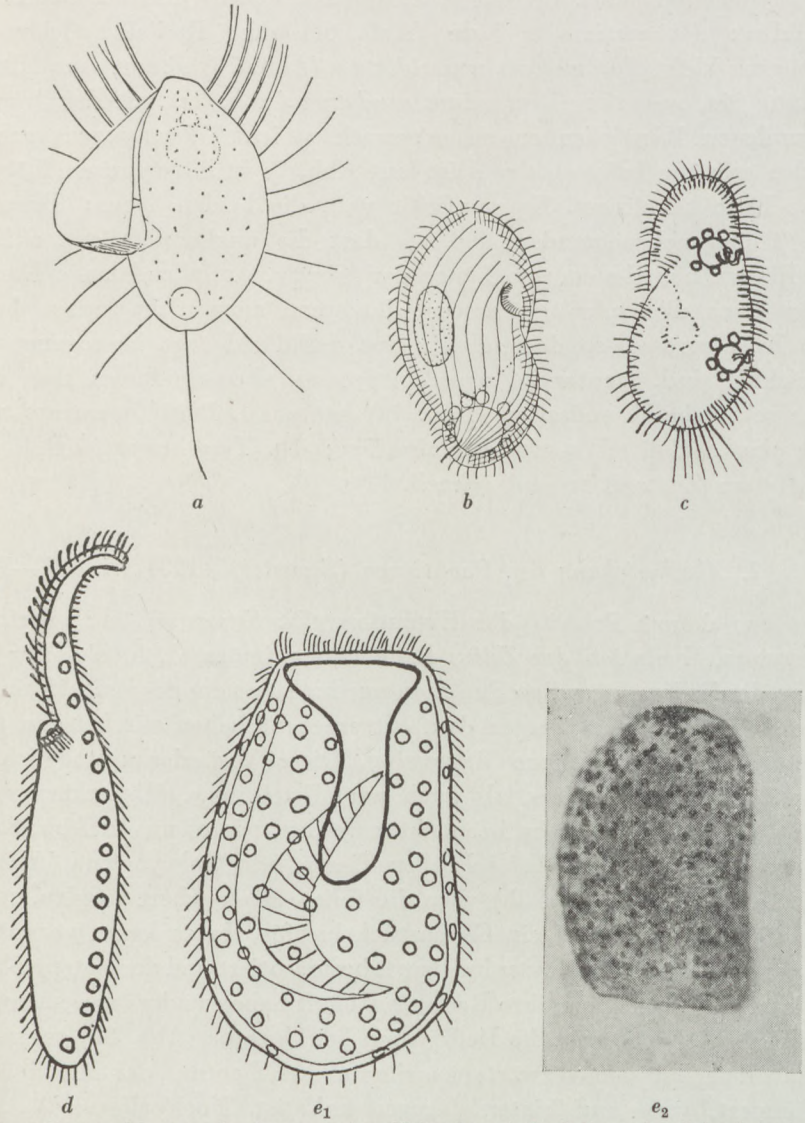



*Abb. 6.* Intensifikation der kontraktilen Vakuole. *a)* Cyclidium, *b)* Colpoda, *c)* Paramaecium trichium, *d)* Dileptus, *e)* Bursaria. (Das rechte Bild von *e*: Mikrophoto nach einem Silberpräparat von *J. Gelei.)*

in Form von Oberflächenvergrösserung infolge Kanälchenbildung zutage tritt. An den Einzelfiguren von Abb. 6. sehen wir eine Reihe (a—e), wo die Zahl der Blasen vermehrt wird und an Abb. 7a—e Fälle, wo die Länge der Exkretionskanäle zunimmt. In beiden Fällen führt diese Zunahme der Funktion zugleich zur Vergrösserung und somit zur Vervollkommnung des Gesamtorganismus. Besonders lehrreich zeigt sich dies bei den Paramecüden: *Paramecium trichium* (Abb. 6c) ohne Radialkanälchen ist noch ganz klein, *Paramecium nephridiatum* (Abb. 7b) nimmt eine Mittelstellung ein, wogegen *Paramecium caudatum* (Abb. 7c) mit den langen gewundenen Kanälchen enorm angewachsen ist. *Tillina magna* gehört zu den grössten Infusorien und ist laut Abb. 7e in ihrer ganzen Körperlänge breit kanalisiert. Es empfiehlt sich, die beiden Tiere: Bursaria und Tillina nebeneinanderzustellen, dort die unglaublich grosse Zahl der Blasen, hier die enorme Länge der Kanäle. Auffallend lange Kanäle haben auch die Ophryoglenaarten, die, wenn auch nicht immer durch ihre Körpergrösse, so doch durch eine auffallend rege Bewegung ausgezeichnet sind. Stentor ist zwar ein grosses, aber ein faules Tier, dem seine schwache Kanalisation (Abb. 7a) gut passt. Bei *Urocentrum turbo* (7d) eine auffallend starke Kanalisation; das Tier bewegt sich in ungeheftetem Zustand rasend schnell.

2. *Abschwächung der Funktionen* (*Sewertzoff*, 1931, *S.* 190—191).

Von diesem Prinzip der Evolution gibt *Sewertzoff* an: »Bei der regressiven Evolution der *Zellen* kann eine primäre, d. h. eine für das Leben der Zelle notwendige Funktion nur bis zu einem gewissen Minimum abgeschwächt werden«. Ganz dem entsprechend sehen wir bei den Protisten eine oft erschienene Regression. Diese Veränderungsmöglichkeit kann sowohl am Vorder-, als auch am Mittel- bzw. Hinterkörper der Holotricha und Oligotricha beobachtet werden, wie es uns in Abb. 8a—c vorgeführt wird. Wenn bei schnellen Tieren, wie Ophryoglena (Abb. 1) und Loxocephalus (Abb. 3b) vorn die Cilien angereichert werden, so ist Urocentrum (Abb. 10e) ein Gegenstück hierfür, da es kaum vorauseilt, sondern wie ein Mörserstösser im Wasser herumrotiert und dementsprechend die vorngelegenen Cilien ihre Rolle eingebüsst haben und ganz verschwunden sind. Viel weiter ist die Defloration bei Urozona (Abb. 8b) gegangen, wo an dem langsam vorwärts schwimmenden Tier nur der Mittelkörper bewimpert, vorn und hinten dagegen kahl ist. Noch allgemeiner verbreitet ist die teilweise oder vollständige Defloration des Hinterkörpers bzw. Schwanzteiles: die ganze Gruppe der Oligotrichen (Abb. 3a) ist

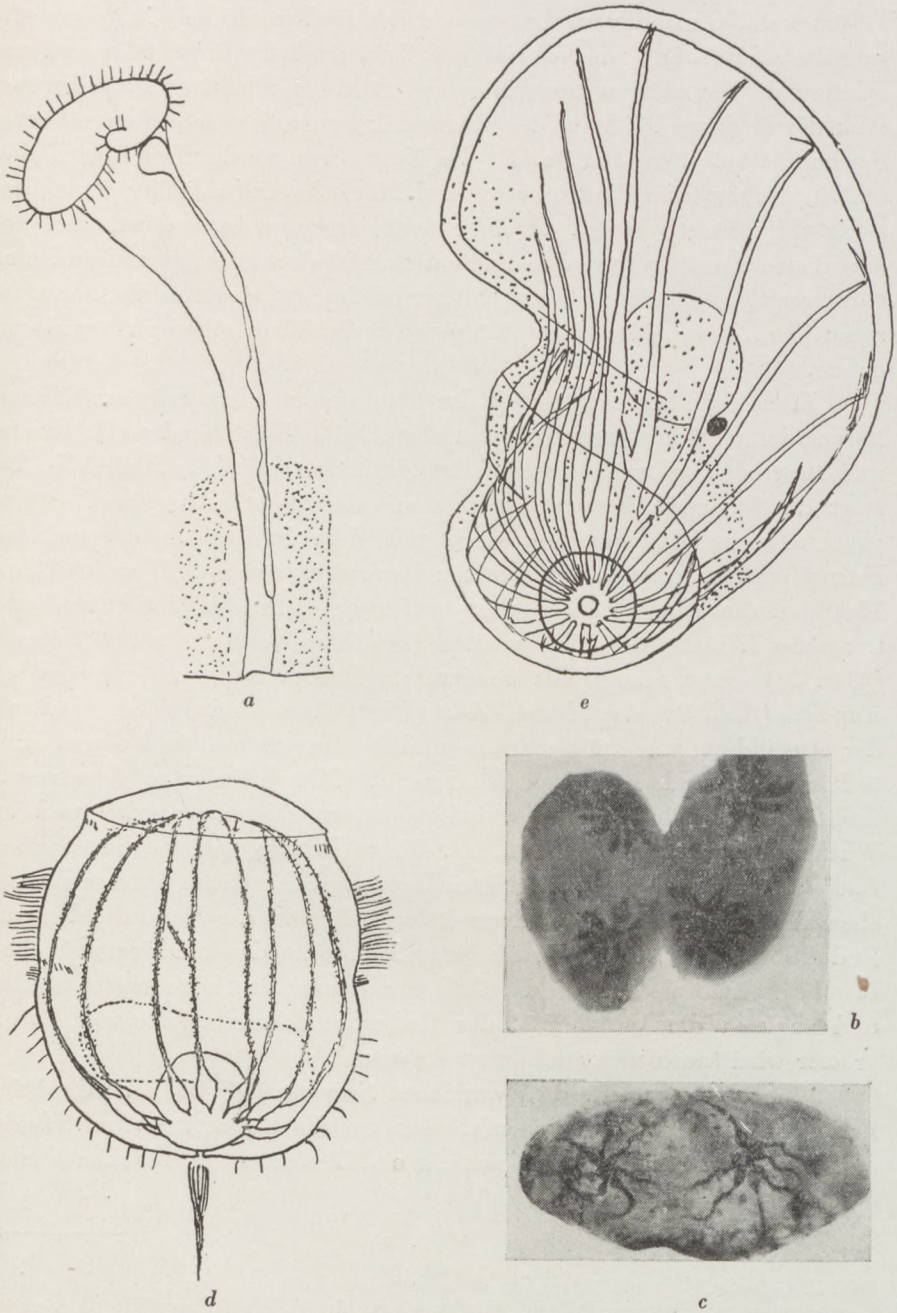



*Abb. 7.* Intensifikation des Nephridialapparates durch Radialkanäle. *a)* Stentor, *b)* Paramecium nephridiatum, *c)* Paramecium caudatum, *e)* Tillina magna. *(b—e* nach Silberpräparaten von G. *Gelei.)* und d) Urocentrum.

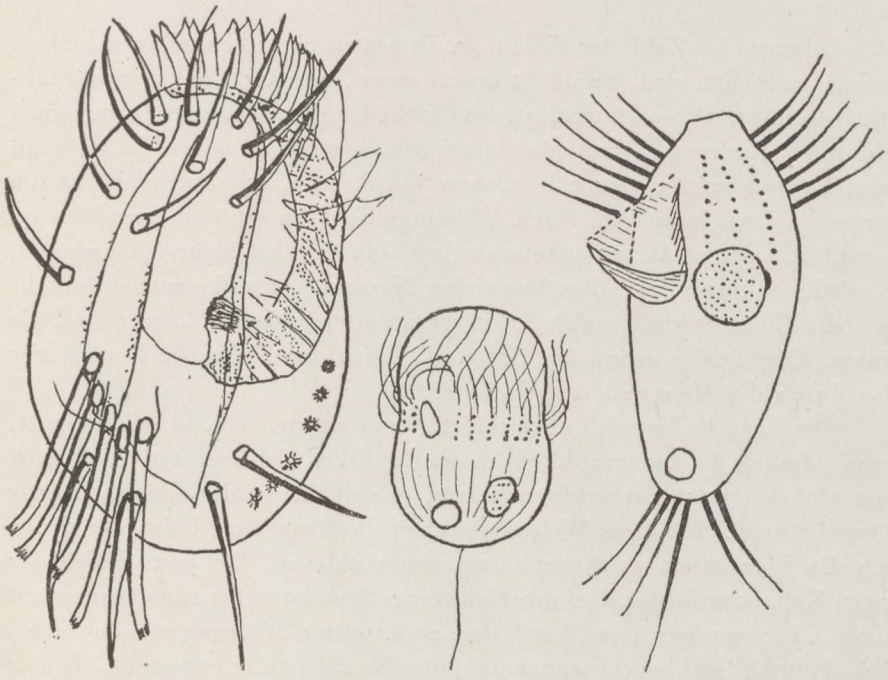
hinten kahl. Ganz diesem Entsprechendes finden wir bei *Cyclidium oligotrichum* (Abb. 8c), welches nur am Vorderende bewimpert ist und am Hinterende die starren Steuerborsten trägt. Wir heben ferner hervor, dass die abgewandte Seite der thigmotaktischen Tiere ebenfalls schütter bewimpert ist. So haben z. B. die Nassulidae an der Dorsalseite eine um 10% schütterere Ciliatur als ventral. Mikrothorax (Abb. 23g) ist rechtsseitig thigmotaktisch und die linke Seite ist kaum bewimpert. Die verschiedenen Loxophyllum-arten gleiten ebenfalls rechtsseitig und sind hier stärker und an der linken Seite schütter bewimpert, wogegen die Lionotusarten (Abb. 5c) an der linken Körperseite die Cilien schon ganz verloren haben.

Eine klare Abschwächung der Funktionen sehen wir am Mittelkörper der vollkommensten Hypotrichen, bei höherstehenden Holosticha und Oxytricha, besonders aber bei den Euplotes-Arten (Abb. 8a), Abb. 23e zeigt das Ventralfeld einer Urostyla mit der vollständigen und nahezu gleichmässigen Bewimperung, doch mit dem Fall einer eingeleiteten Intensifikation vorne und hinten. An *Paruroleptus novitas* Horváth (Abb. 15c) sind die Ventralreihen schon auf zwei dicht, bei *Holosticha oxytrichoidea* Németh (Abb. 8d) schütter, bei *Oxytricha tetranucleata* Németh (Abb. 8e) schon mangelhaft bewimperte Reihen reduziert, wogegen an *Euplotes* (Abb. 8a) das Mittelfeld kahl ist; diese Reduktionen sind mit der Ausbildung von kräftigen Zug- und Stossbeinen am Vorder- und Hinterkörper verbunden, die dann die Cirren des Mittelkörpers gewissermassen funktionslos machen und hier infolgendessen schütter werden und im Wachstum zurückbleiben (Abb. 8.). Dieses Prinzip haben meine Schüler *L. Feledi* und *A. Németh* an einigen Holo- und Oxytricha untersucht und ebenfalls gefunden, dass an der mittleren Region des Ventralfeldes eine Reduktion der Cirren im Gange ist und diese an den reduzierten Stellen sowohl an Zahl als auch in der Grösse, also quantitativ reduziert werden und zugleich die Variabilität der Reductionstellen im Falle von *Feledi.* grösser wird (noch nicht publiziert Arbeiten).

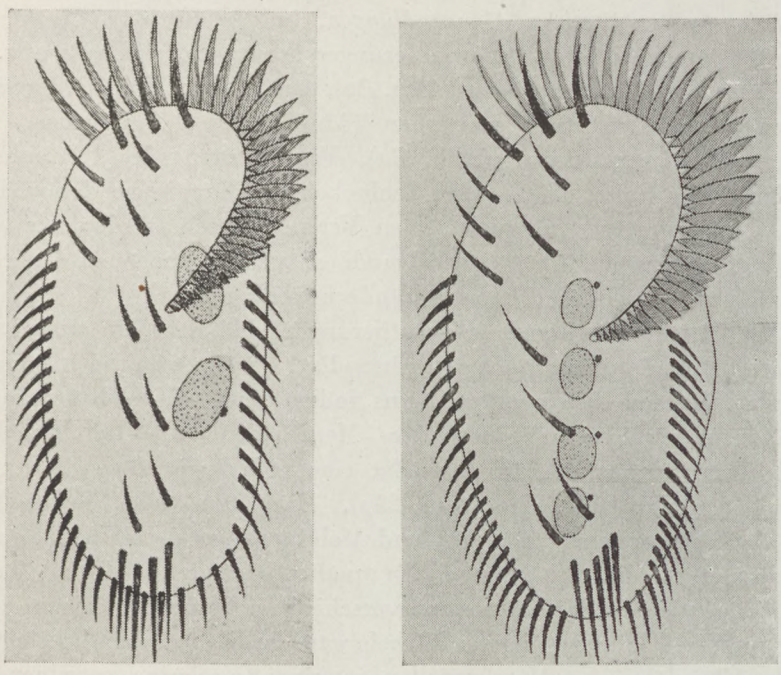
Wie eingangs erwähnt, bezeichnet *Sewertzoff* (S. 233) die Intensifikation als ein Grundprinzip, geht aber auf die theoretische und ideologische Bedeutung dieses Prinzips nicht ein. Dies möchte ich hier nachholen

→

*Abb. 8.* Cilienlosigkeit am Cyclidium-Mittelkörper bei oligotrichum (c), an den beiden Körperenden bei Urozoma (b) und Abschwächung der Cilienzahl am Mittelkörper bei Euplotes (a, *d)* Holostischa oxytrichoidea mit zwei schütteren Ventralreihen und *(e)* Oxytricha tetranucleata mit zwei mangelhaft bewimperten Ventralreihen, *(d, e)* Zeichnung von A. Németh, 1950.



*a* *b* *c*



*d* *e*

Solange die Zahl der Cilien im Interesse einer schnelleren Arbeit einfach vermehrt wird, geschieht nichts neues, nur der Effekt wird quantitativ erhöht. Dieser quantitativen Vermehrung trägt der Organismus dadurch Rechnung, dass eine einzige Cilie ein schwaches Ruderorgan darstellt und infolge seiner baulichen Schwäche überhaupt nicht in die Länge wachsen kann, um ihren Wirkungseffekt zu erhöhen, sondern im Gegenteil, wenn es darauf ankommt, dass eine Cilie kräftiger schlagen soll, so wird sie kürzer, wie dies bei vielen Nassula-Arten daraus hervorgeht dass die Cilien vorne, wo sie kräftiger arbeiten müssen, kürzer sind als hinten. Die einzige primitive Art und Weise der Mehrarbeit wird hier also durch die Mehrzahl erreicht.

Die Lage ändert sich aber sofort, wenn ein neuer Faktor hinzutritt, wenn nämlich die topographische Lage der Cilien sich insofern verändert, dass sie sich *eng aneinanderschliessen*, soweit, dass sie *sich gegenseitig stützen können*. Auf diese Weise entstehen die Syncilien *(Gelei)*, in denen sich die Einzelcilien zu Komplexorganen verkleben. Die erste Folge der engen Kollaboration ist, dass innerhalb eines Synciliums *die Einzelcilien weit in die Länge wachsen* (was durch ihre gegenseitige Stützung möglich wird) und dadurch eine noch weiter erhöhte Kraftleistung erreichen. Dieser vorläufig noch immer nur quantitativen Veränderung *folgen dann die verschiedensten qualitativen Umwandlungen*, indem aus den Cirren die qualitativ verschiedensten Differentiierungen hervorwachsen, so wie z. B. Springfüsse bei den Halteriden (Abb. 3c), Griffel aus den Vordercirren bei den verschiedensten Hypotrichen (Abb. 8, 15c), Schreitfüsse, abgestutzte Transversalcirren (Abb. 8a), Ventillatoren des Hinterendes und der linken Seite, Kratz- und Schluckcirren, Fangbeine der peristomalen Umgebung. Diesen qualitativen Veränderungen werden wir noch des öfteren begegnen, da sie die Grundlage zu verschiedenen Gesichtspunkten bzw. phylogenetischen Veränderungen bilden.

Mit diesen vielseitigen Differentiierungen sind aber die quantitativ bedingten Abänderungen noch nicht beendigt. Es wiederholt sich nämlich der Entstehungsmodus eines Synciliums, indem durch das Nebeneinandertreten mehrerer Syncilien, besonders Membranen und Membranellen, Organsysteme entstehen, die entweder eine vielseitige Körperbewegung (Adoralzonen der Didiniidae (Abb. 24a), Hypostomatidae, Pektinellenkranz der Opisthonecti (Abb. 9d) und Mobilia, oder — als peristomales Wirbelorgan — die Ernährung, also qualitativ anderes leisten. Selbst diese Assoziation der Syncilien zeigt verschiedene Grade der Organisation Als ersten Grad können wir das Wirbelorgan der Stentoridae bezeichnen, wo vogelflügelähnliche Membranellen in eine Spiralreihe geordnet die

einzelnen Membranellen der Lage nach vorderhand wieder quantitative Verschiedenheiten aufweisen und dabei ein kompliziertes Organsystem darstellen, an dem ich (*Gelei*,1926) elf Arten von Stützelementen unterscheiden konnte. Dann folgen die Spirostomidae, wo gegenüber dem linkslaufenden Wirbelorgan rechts eine einfache undulierende Membran (Abb. 15a—c) erscheint. Als Höchstleistung der qualitativen Komplikation erscheint der Peristomalapparat der Hypotrichen, wo das Wirbelorgan schliesslich mit drei gegenübergestellten grossen Membranellen (End-, Ad- und Paroralmembran, s. Abb. 15, Paruroleptus) zusammenarbeitet.

Ein wahrer Umschlag der quantitativen Vermehrung in qualitative zeigt sich schliesslich bei Ophryoscolecida, indem hier das Wirbelorgan und damit jedes Syncilium in dreie gespalten wird, wo sich also aus einer einzigen Flügelmembran ausser Tastcilien auch Bewegungs- und Schluckabschnitte abspalten (*Gelei und Sebestyén*, 1932).

Die Intensifikation der Exkretionsorgane ist theoretisch in anderer Hinsicht wichtig. Im Falle der Bursaria (Abb. 6e) sehen wir einen einfachen, nicht viel bedeutenden Fall: die Zahl der Exkretionselemente wird parallel mit der Körpergrösse verändert: quantitative Veränderung auf der einen Seite ruft adaequate Veränderung auf der anderen Seite hervor. Bei Parameciida und Tillina (Abb. 7) geht aber gleichzeitig eine qualitative Veränderung voraus, indem das Exkretionsorgan sich in Abschnitte differentiiert und dadurch leistungsfähiger wird. Für eine Mehrleistung ist hier also eine qualitative Veränderung der Hauptgrund. Nun aber gehen wir weiter in der Betrachtung der *Sewertzoff*-schen Prinzipien!

### 3. *Festlegen der Funktionsabschnitte (Phasenfixation, Sewertzoff, 1931. S. 191—198).*

*Sewertzoff* leitet den digitigraden und unguligraden Zustand der Säuger aus der plantigraden Form ab, indem er darauf hinweist, dass die uralte plantigrade Bewegungsform der Vierfüssler beim Ausführen eines jeden Schrittes mit einem plantigraden Zustand angeht, der ein vollständiges Auflegen der Sohle bedeutet, dann aber in den digitigraden Zustand übergeht und schliesslich beim Heben des Fusses im unguligraden Zustand endet: und diese beiden letzten Phasen werden bei gewissen Tieren separat als selbständiger Zustand fixiert; ebendies sind die Digitigraden und Unguligraden.

Wir finden bei den Ciliaten ganz bestechende Fälle für die Phasenfixation, wie es an Abb. 9a—e dargestellt ist. Es sei daran erinnert, dass

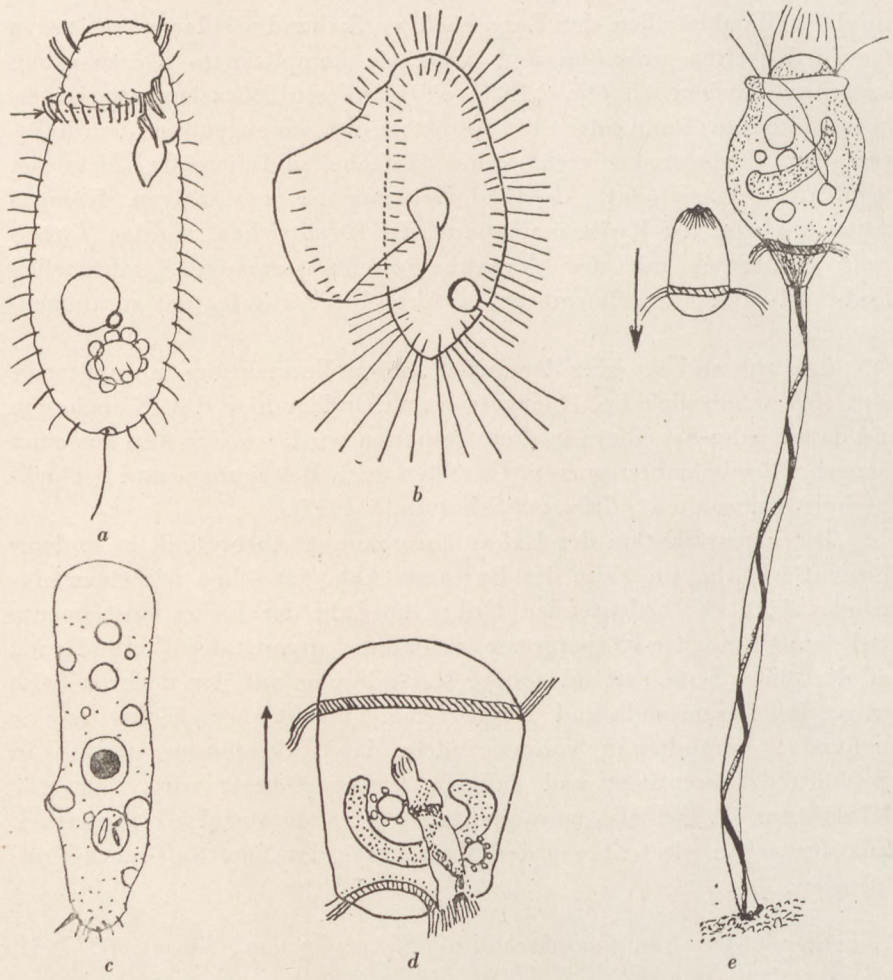



*Abb. 9.* Fixation der Bewegungsphasen *a)* bei Loxocephalus in der adoralen Rinne, siehe den Pfeil, *b)* bei Pleuronema im gespreizten Schwanzbüschel, *c)* eine Amöbe mit den *wandernden* Exkretionsvakuolen (in *a* und *b* führen dagegen lokalfixierte Kontraktionsvakuolen), *d)* Opisthonecta henneguyi, *Faure Fremient*, ein rückwärts schwimmender Peritrich und *e)* Vorticella in Umwandlung in die Schwärmerphase, daneben Schwärmer, Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung.

bei der Ausführung eines Cilienschlages im Anfangszustand jede Cilie gleich einer Peitsche nach vorn gekrümmt ist. Dieser Zustand ist in den starren Cilien der adoralen Grube bei Loxocephalusarten (Abb. 9a) und im Schwanzbüschel vieler Holotrichen verwirklicht (Abb. 9. *Pleuronema coronata*, Abb. 6c: *Paramecium trichium*, Abb. 8c: *Cyclidium oligotrichum)*.

Ferner ist von den Pulsationsblasen der Rhizopoden (Abb. 9) bekannt, dass sie meist im Entoplasma mit den Plasmaströmen zirkulieren, am Ende aber jede Blase an das Ektoplasma, schliesslich an die Pellicula geheftet, lokal fixiert und so entleert wird. Bei den höheren Rhizopoden und sämtlichen Ciliaten wird diese letzte Phase fixiert, indem die Exkretionskanäle an bestimmte Cilienreihen fest gebunden, also lokalisiert entstehen (vgl. Abb. 9c mit Abb. 3b, Loxocephalus p. e. Abb. 14a und 19b).

Das schönste Beispiel einer Phasenfixierung zeigen uns jedoch die Opisthonecta-Arten (Abb. 9d). Es sind dies freischwimmende Peritrichen des Kleinplanktons im Süsswasser, die ständig nach rückwärts schwimmen mit nach hinten gerichteter Mundöffnung. Hierzu wollen wir in Erinnerung bringen, dass die vegetativen Schwärmer der Peritrichen, d. h. die vom Stiel abgelösten Glöckchen (Abb. 9e) immer nach rückwärts schwimmen, damit ihr thigmotaktisches Hinterende, an dem der Stiel abgesondert wird, mit der Unterlage in optimaler Umgebung unvermeidlich, direkt und schnell in Berührung komme. Die Opistonecta-Arten sind also nichts anderes als persistierende Schwärmer, im Schwärmerzustand fixierte Phasenobjekte (vgl. an Abb. 9 Opistonecta (d) mit dem Schwärmer von Vorticella (e). Dieser Fall wird besonders dadurch wertvoll, dass unter den Peritrichen die Astylozoonidae freie Vorwärtsschwimmer sind, hier also keine Phasenfixation, sondern eine solche Rückkehr zum alten Freileben vor uns steht, wo die Körperteile in unverändertem Zustand vor uns liegen.

*4. Betriebsänderung (Funktionswechsel, A. Dohrn, 1875. Sewertzoff, S. 198—206).*

Das zuerst schon im Jahre 1875 entdeckte Prinzip der phylogenetischen Veränderungen ist die *Dohrn*sche Idee des Funktionswechsels; der Gedanke lag eigentlich schon im *Lamark*schen Prinzip der aktiven Adaptation enthalten. *Dohrn* sieht die Möglichkeit zu Betriebsveränderungen darin begründet, dass die Organe vielfunktionell sind, dass jedes Organ mehr und auch anderes leistet, als ihm in seiner Hauptfunktion zukommt. Bei Funktionsänderungen tritt dann eine seiner Nebenfunktionen hervor und das Organ wird in dieser Richtung verstärkt und inzwischen gleichzeitig hinsichtlich seines einstigen Baues und seiner früheren Form verändert.

Für Dieses Gestaltungsprinzip finden wir bei den Ciliaten schöne Beispiele. So hat z. B. die Cilie neben ihrer Hauptfunktion, der Bewegung, noch die zweite, die der Empfindlichkeit Aussenreizen gegenüber, zu versehen. Aus diesem Grunde entstehen aus den Cilien, ja oft aus Cilienreihen,

Sinnesborsten oder Borstenreihen (wie an Abb. 4a, 4c, 10b und $20c_3$) zu sehen) vor allem Tangorezeptoren (Tast-, Druck- und Rheorezeptoren), aber auch chemische Sinneselemente, die diese zweite Funktion der Cilien ausüben und dementsprechend sowohl am Cilienstiel wie auch am Basalkörper verändert werden.

Die Cilien leisten bei ihrer Bewegung auch einen Widerstand und, indem diese Fähigkeit hervorgehoben wird, können aus starrgewordenen langen Cilien Bremsen entstehen, die die Bewegung hemmen (Abb. 3c, Halteria) oder dem laufenden Tier zum Stillstand verhelfen (Abb. 9b, *Pleuronema)* eventuell das Schweben erleichtern *(Halteria)*. Die Cilien besitzen ausserdem eine Zugfestigkeit, derzufolge ein Ciliat auch mit den gewöhnlichen Cilien sich an Gegenstände verankern kann. Demgemäss dienen beim Cyclidium (Abb. 15a) die langen Cilien zum verankern und es entsteht am Urocentrum (Abb. 10d) hinten ein Schopf, eine Art Cirrenschwanz aus Cilien, der vermittels eines Schleimfadens das Tier an seine Unterlage verankert.

*5. Betriebserweiterung (Plate, 1912., Sewertzoff, S. 206—208).*

Im Falle dieses wichtigen Prinzips wird das komplizierter und immer leistungsfähiger gewordene Organ einen neuen, bis dahin nicht erfüllten Wirkungskreis erhalten und sich dabei verändern. So kommt den Kiemen der Lamellibranchiaten ausser der Atmungsfunktion nebenfunktionell die Aufgabe zu, auch Nahrungspartikelchen herbeizustrudeln und hierzu kommt noch eine ganz fremde Funktion: sie dienen auch als Brutraum. Ein wahrer Fall der Entwickelung im Gefüge der Epigenese.

Ein ganz primitiver Fall für die Erweiterung des Wirkungskreises ist vor allem an den Cilien festzustellen, indem diese durch Aenderung ihres Schlages und durch ihre Zusammenarbeit statt Wasser vom Körper wegzukehren, die ausgeschiedenen Sekretkörner zur Cystenhülle ordnen oder diese Körnchen zum Aufbau des Wohnrohres im Falle der Gehäusebewohner (Abb. 10b, Stentor und Stychotricha 10c, das gleiche z. B. bei den verschiedenen Maryna- und Mycterothrix-Arten (Abb. 22c) verwenden. Hier folgen vorderhand der Betriebserweiterung keine baulichen Veränderungen. Dagegen erscheinen solche bei den Syncilien, wie es oben bei der Auswertung der Intensifikation kurz erwähnt wurde. Die vorderen Ventral- und Frontalcirren der Hypotrichen können neben der Schwimmbewegung vor allem Schreit-, Fang- und Kratzbewegungen leisten (Abb. 8a, Euplotes). Das ganze Organ aber kann sich neben der Schwimmfunktion des bewegten Tieres während des Stillstandes des Lebewesens mit Herbeistrudeln von Nahrung, leblosen oder lebendigen Körpern, mit der Aus-

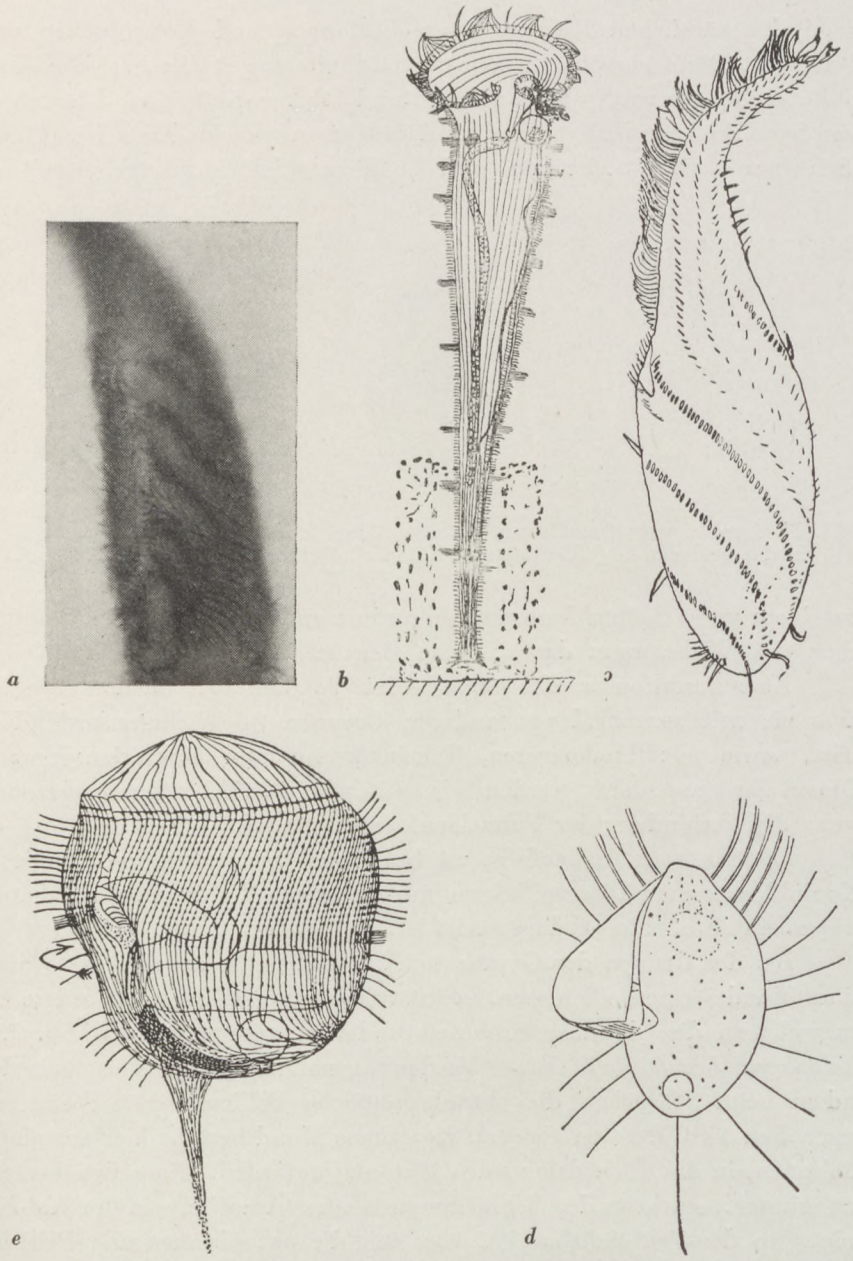



*Abb. 10.* Funktionserweiterung der Cilien, in *a)* beim Paramecium kehren die Cilien in den Wellen der Mulde die Nahrung zum Cytopharynx, *b)* und *c)*, beim Stentor und Stichotricha entstehen am Mundfeld Membranellen im Interesse des Ernährungsstrudels. Bei beiden Tieren dienen die hinteren Körpercilien zum Einordnen der Tektinkörper in das Wohnrohr, *d)* beim Cyclidium entwickeln sich lange Fangcilien, die beim Urocentrum (e) in einen Schwanzschopf geordnet werden.

wahl der nämlichen Körper, deren Einfangen und Verschlucken usw. betätigen. Diese verwickelte Funktion bringt eine starke bauliche Komplikation des ganzen Systems mit sich und führt vor allem zur Entstehung von Syncilien, zur Differentiierung derselben in verschiedenen Richtungen (Schwimm-, Schreit-, Stemm- und Lüftbeine, Schwimmflügel usw.) und

*Abb. 11.* Amoebe verschluckt einen Pilzfaden. Direkte Fortsetzung der Aussenpellicula in das Schluckrohr (Silberpräparat mit der Sublimat-Silbermethode, 700 ×).

zu einem verwickelten Zusammenhang mit anderen Elementen, wodurch eben das Wirbelorgan das schönste Beispiel für die Idee *Plate*s wird.

Eine Funktionserweiterung erleidet die Cilie auch in der Hinsicht, dass sie mit verschiedenen anderen Organen in Wirkungsverbindung tritt, sowie mit Trichocysten, Tektinkörnern und Exkretionsorganen. Diesen Zusammenhang werden wir später bei Nr. 15 näher besprechen, wenn die Verbindung der Funktionen erörtert wird.

Die schönste Reihenfolge zu Betriebserweiterungen und damit zu Komplikationen und Vervollkommnung bietet uns der Mund der Ciliaten, wie es an Abb. 12a—f dargestellt ist.

Bei der Gruppe der Gymnostomata finden wir als niedrigste Stufe eines Mundes einen cilienlosen, nackten Protoplasmafleck am Vorderende, an welchem die Nahrung einverleibt oder ausgesaugt wird (Abb. 12a, *Holophrya hexatricha)*. Eine Verdauungsvakuole wird hier gebildet, indem beim Schlucken die ektoplasmatische Pellicula soweit einwärts geschoben wird, dass sie abreisst. Der ganze Mund besteht hier aus einem dichteren, in die Tiefe dringenden Ektoplasmazapfen. Diese Ernährungsart erinnert stark an den Schluckprozess einer Amoebe, wie ihn Abb. 11 zeigt, wo deutlich sichtbar ist, wie sich die ektoplasmatische Pellicula ins Einverleibungsrohr fortsetzt und schliesslich zur Wand der Verdauungsblase wird. Der zweite Schritt der Vervollkommnung ist das Auftreten von Trichocysten (Trichiten) an der Lippe *(Holophrya saginata*, Abb. 12b), die die Beute beim Hervorschnellen lähmen oder töten können (neues

Element Nr. 1.). Der dritte Schritt ist das Auftreten von Reusenstäben (neues Element Nr. 2), die am äusseren Rande des Schluckplasmas stehen (Prorodon, Abb. 12c). Die Reusestäbe bilden ein vorgezeichnetes Schluckrohr, das weit in die Tiefe des Entoplasmas führt. Als nächster Schritt folgt eine warzenartige Ausstülpung des Saugplasmas (neues Element Nr. 3), wo die Beute besser gefasst werden kann (*Actinobolina vorax*, Abb. 12d).

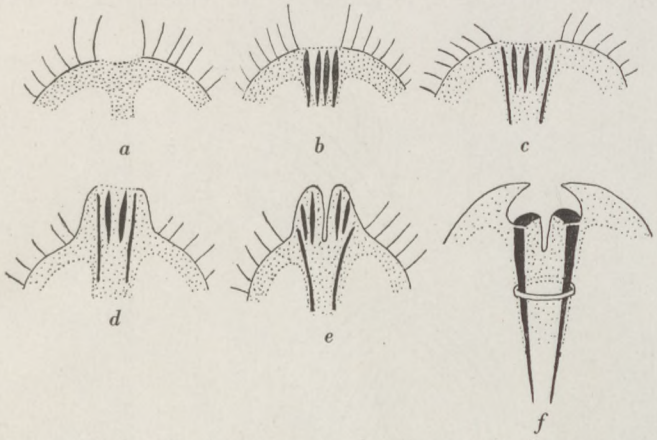



*Abb. 12.* Entwicklung des Mundapparates in der Gruppe der Gymnostomata (näheres im Text).

Inzwischen entsteht an dem Mundfleck ein *ständiger* Mundspalt und auch das Ektoplasmahäutchen stülpt sich in Form eines feinen Rohres oder engen Spaltes (Schluckrohr, neues Element Nr. 4) mehr und mehr in die Tiefe hinunter (Chaenea, Abb. 12e). Der Gymnostomatamund erreicht seine Höchstentwicklung in der Gruppe der Hypostomata (Chlamdodon, Nassula), wo die Umgebung des Mundes eingestülpt wird und infolgedessen ein Vorhof (neues Element Nr. 5) entsteht, der durch Radialfasern (neues Element Nr. 6) erweiterungsfähig ist. Hier treten um die Bündel der Reusestäbe zugleich gürtelförmige Zirkularfasern (neues Element Nr. 7) auf, die die Stäbe elastisch in eine Einheit zusammenfassen. Von jedem Reusestäbchen wird aussen ein zahnartiges Endstück (neues Element Nr. 8) losgelöst, welches beweglich hingefügt beim Fangen und sicheren Schlukken der Beute tätig ist. Genau dasselbe wird durch Spiralfasern oder Spiralflügel (neues Element Nr. 9) noch stärker bewirkt, die als statische Elemente die Stäbe in die Umgebung besser einfügen. Der anfängliche Saugapparat erweitert sich also zum Fang- und Schluckapparat, wobei er baulich sehr kompliziert, zugleich aber auch stark vervollkommnet wird.

Abb. 13 zeigt eine andere Reihe der Vervollkommnung des Mundapparates in der Gruppe der Trichostomata. Hier finden wir in der niedrigsten Stufe einen Mundtrichter, der aus einer einfachen, vor dem oesophagealen Rohr gelegenen Einstülpung besteht und mit Cilien, ohne besondere Differentiierung derselben besetzt ist. Die Reusestäbe bleiben auch hier erhalten, bekommen aber den Namen Schlundfasern (Abb. 14b, fibr. oes.). Als nächste Entwicklungsstufe entstehen in der Mundein-

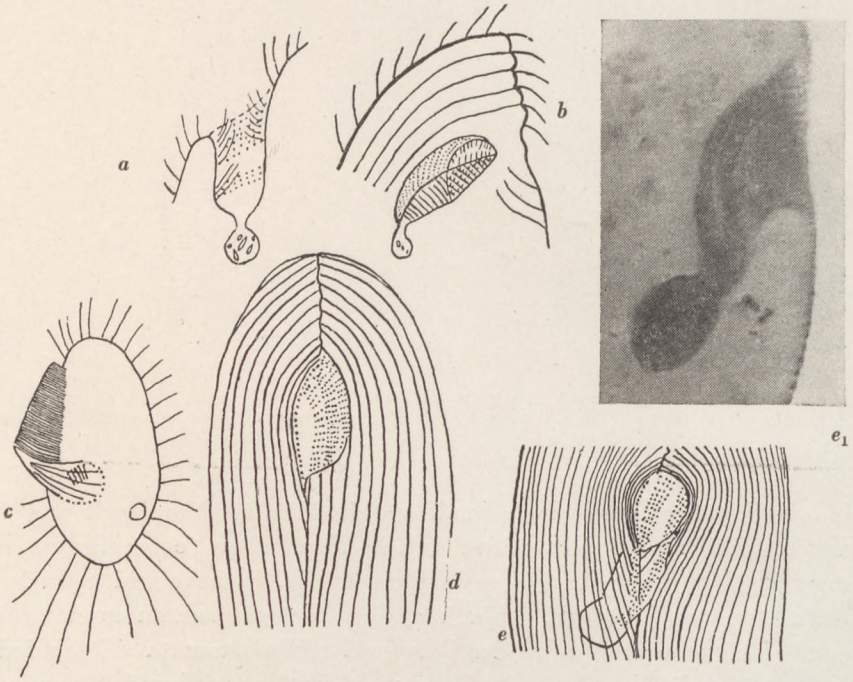



*Abb. 13.* Vervollkommnung des Mundtrichters in der Gruppe der Trichostomata. Die Punktierung bedeutet den Basalteil der Mundmembranellen, die Bogenlinien (Längsneuroneme) des Körpers deuten die Stellen der Cilienreihen an. *e)* Seitenansicht des Cytopharynx eines Parameciums nach einem Silberpräparat. *a)* Dichte Bewimperung des Mundtrichters, *c)* die rechtsständige Segelmembran, die in *d)* und *e)* als eine (am Bilds linke) Körnerreihe sichtbar wird, $e_1$) eingesenkter Cytopharynx mit Vestibulum, wo die beiden linksständigen Membranellen zu einem Penniculus verschmolzen sind *d)* Frontonia.

stülpung zwei aus Cilien gebildete dichtere Flecken, sog Mundbürsten (Penniculus, *Gelei* 1935. S. 157), die beim Schlucken gegeneinander wirken. Solche finden wir beim Genus Colpoda, Tillina, Mycterothrix. Als eine Weiterentwicklung tritt bei Tillina und besonders bei Bresslaua eine vestibulare Einstülpung der Umgebung auf. Aus diesen zwei Bürsten und dem eingestülpten Cilienbesatz entstehen später *drei* Membranellen,

die die grosse Gruppe der Hymenostomata auszeichnen. Hier sitzt ausserhalb der Mundlippe, direkt rechts, zugleich eine vierte einfache Membranelle (Abb. 13c, Pleuronema, Frontonia, Colpodium, Loxocephalus), die dem Wasserstrom gegenüber als Anprallfläche dient.

Als Höchstleistung des Hymenostomata-Zustandes folgt eine nochmalige Einstülpung der Mundumgebung, wodurch vor die Mundbucht mit den drei Membranellen und der Segelmembran ein Vorhof, Vestibulum, gesetzt wird, ähnlich wie wir ihn im Falle der Parameciiden sahen, wo der ganze Mundapparat aus dem Vestibulum (das ist die neue Einstülpung) Cytopharynx und oesophageales Rohr (Abb. 13e, 14b) zusammen-

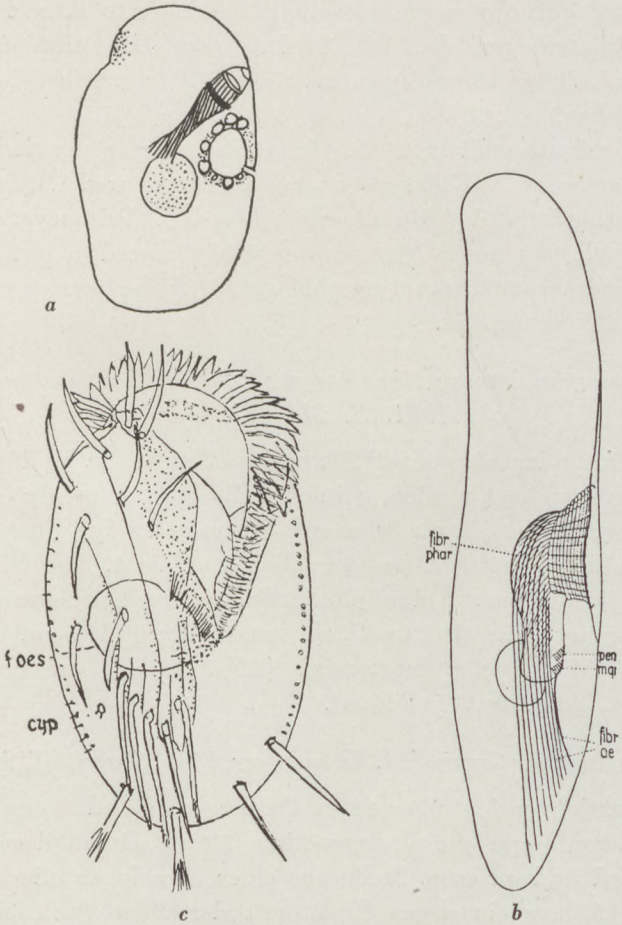



*Abb. 14.* Die Vertretung der Reusestäbe (von Nassula) durch das Pharyngealrohr beim Paramecium, wo nur einseitige Stäbe *(fibr. phar)* sind, beim Euplotes nur ein einziger bogenförmiger Faden *(foes)*, *cyp*-cytopyge.

gesetzt wird. Dabei hat sich auch die Segelmembran in die Tiefe gesenkt. An ihrer Stelle entsteht draussen eine linke prästomale Mulde (Abb. 14b, 23d, 24a, Paramecium), die den Ernährungswirbel an die rechte Lippe anstossen lässt.

Bei der Gruppe der Spirosttricha geschieht wieder etwas anderes. Hier wird die rechte Segelmembran nicht nur erhalten, sondern sogar verdoppelt (Abb. 15c,) und es entwickelt sich statt der Mulde ein Wirbelorgan, welches einen stärkeren Wirbel verursacht.

Ich möchte schliesslich nicht unerwähnt lassen, dass auch im Falle der Exkretionsblase eine Betriebserweiterung erfolgt, indem die anfänglich (bei niederen Organismen) nur als Osmoregulator wirkende und dabei die nur auf eine Wasserausscheidung beschränkte Arbeit später (bei höheren Ciliaten) auf die Ausscheidung von Dissimilationsstoffen erweitert wird. Dabei vervollkommnet sich das Organ selbst durch Bildung von Radialkanälchen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es zweierlei Betriebserweiterungen gibt, 1. Fälle, wo neue Funktionen und Organteile hinzutreten (Verbindung des Basalkornes mit dem Trichocystenkorn) und zweitens Fälle, wo neue Organteile entwickelt werden, um den Betrieb vollkommener auszuführen (morphologische Komplikation und physiologische Vollkommenheit.

*6. Betriebseinschränkung : Abnahme der Zahl der Funktionen (Sewertzoff, 1931. S. 211—212).*

Hierfür finden wir selten Fälle in der Ciliatenwelt. Es dürften hierher solche Fälle gerechnet werden, bei denen die Funktion einer Cilie dadurch eingeengt wird, dass sie als Schwanzbüschel in der Schwanzgeissel wenig oder garnicht bewegt wird und nur als Steuer dient. Ebenfalls sehen wir bei den Hymenostomata, dass die Segelmembran bei manchen Formen steif hervorragt, nur als Stossfläche verwendet und beim Schwimmen flach an die Mundbucht gelegt wird (Abb. 9a, b, Loxocephalus und Pleuronema, Abb. 8c, Cyclidium).

*7. Die Vertretung der Organe (M. Kleinenberg, 1886. Sewertzoff, S. 212—217.)*

*Kleinenberg* spricht über einen Organwechsel oder eine Organsubstitution dann, wenn ein phylogenetisch älteres Organ degeneriert und zerstört wird und an seine Stelle aus einer homologen oder nicht eimal homologen Anlage ein neues Organ mit derselben Funktion tritt. Als Beispiel hierfür führt *Kleinenberg* die Substitution der Chorda dorsalis durch die knorpelige und später durch die knöcherne Wirbelsäule an.

Wir hörten vorher, dass in der Gruppe der Hymeno- und Spirostomata rechts neben der Mundlippe eine (bei Hypotrichen zwei) adorale Membran entsteht, die als Anstossfläche gegenüber dem Wirbelstrom wirkt. Nun finden wir aber in der Gruppe Glaucoma (besonders *Colpidium colpoda)* und Euplotes, dass statt dieser ciliaren Membran ein steifer, pelliculärer Keil als Anstossfläche gegen den Ernährungswirbel hervorspringt und infolgesdessen die Segelmembran, von dieser Funktion entlastet, als überflüssiges Organ verschwindet. Diese Erscheinung wird uns sofort klar, wenn wir an der Abb. 15c bei Paruroleptus im Peristomium die beiden rechten (im Bilde links) Membranellen betrachten und dann sowohl in Abb. 15d als auch in Abb. 16b in diesen Querschnitsbildern bei Euplotes eine rechte Membran (bei *E. muscicola* Abb. 15d mit 11 bezeichnet) finden und statt der äusseren Membran ein steifer Kiel her-

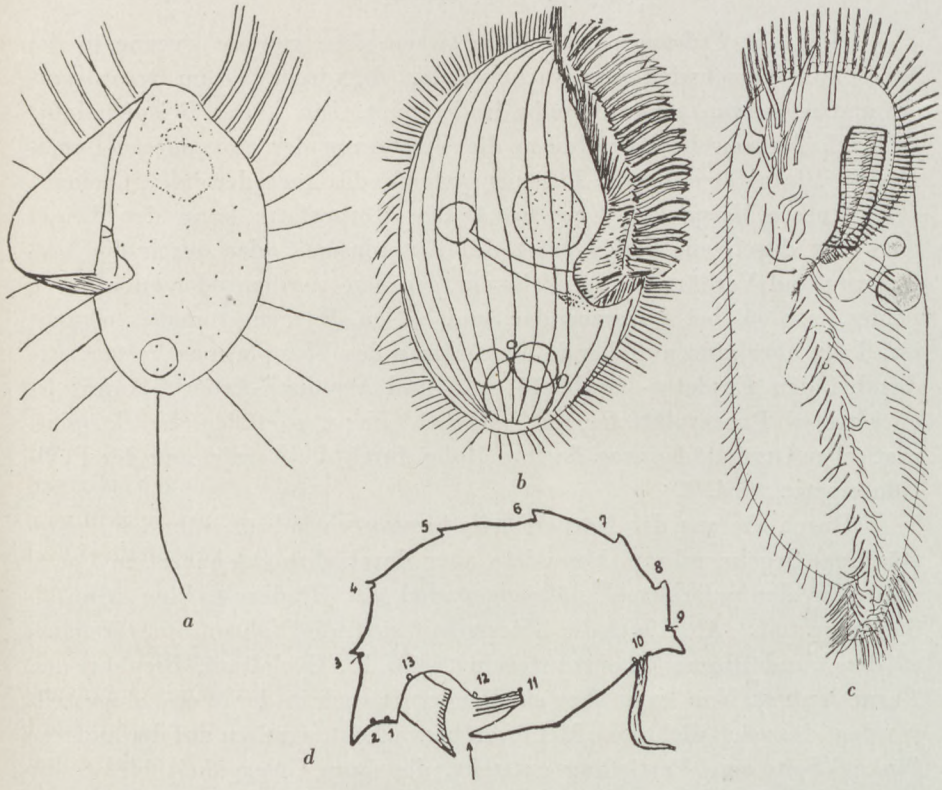



*Abb. 15.* Fälle für die Vertretung: Die Segelmembran beim Cyclidium *a*, Blepharisma *(b)* und Paruroleptus *(c)*, die entweder infolge der Mulde (Paramecium) oder infolge eines ektoplasmatischen Kieles (bei Euplotes siehe den Pfeil) wegfällt. In d 1—13 die Lage der Sinnesstiftchen, 1—9 die neun Tastborstenreihen.

vorragt. Bei *Spirochonidae* wird beinahe das ganze Wirbelorgan durch einen spiralen Plasmakragen (spirochona) ersetzt (Abb. 18a).

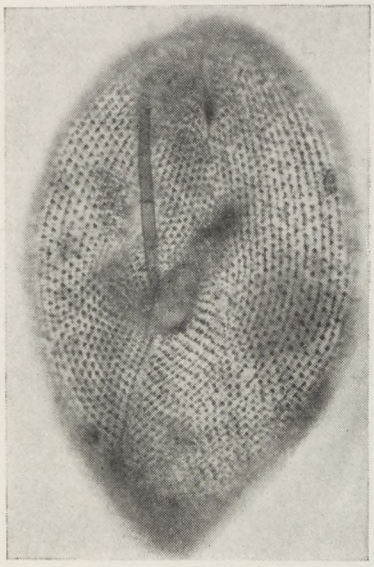
Ebenso haben wir gesehen, dass die Reusestäbe bei Gymnostomata deshalb entstanden sind, um die verschluckten Nahrungsstückchen ins Strömumgsplasma einzuführen und zugleich eine Bewegungsrichtung im Entoplasma zu geben. Wenn nun in der höherstehenden Gruppe der Trichostomata die vestibulare oder pharyngeale Einstülpung genau dieselbe Aufgabe erfüllt, so wird uns verständlich, warum hier die Reusestäbe (Schlundfasern) an Zahl abnehmen, sich nur auf der einen Seite (Abb. 14b, Paramecium) entwickeln und schliesslich nur eine einzige Schlundfaser erhalten wird (siehe Glaucoma, Colpidiumgruppe und Abb. 14c bei Euplotes *f. oes.)*.

*8. Die gleichwertige physiologische Vertretung (D. M. Fedotow, 1925. Sewertzoff, S. 216—127.)*

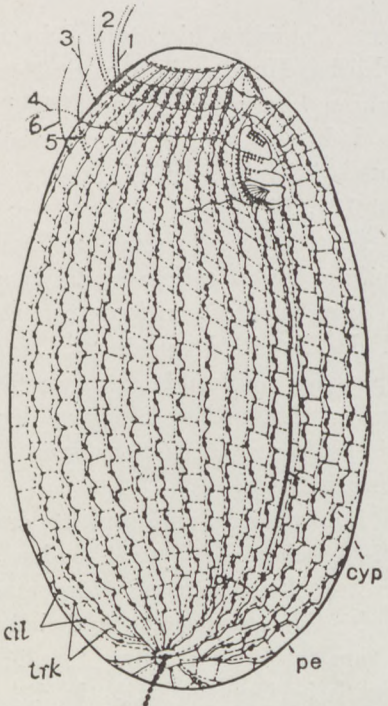
Hier hat *Fedotow* darauf hingewiesen, dass gewisse Organe in der Weise zum Verschwinden gebracht werden, dass irgendwo im Organismus ein anderes Organ genau dieselbe Rolle spielt. Ein klares Beispiel dafür ist nach *Fedotow* bei Hirudineen die Vertretung der einst mesenchymatischen Blutgefässe durch Lakunensysteme des mesodermalen Coeloms.

Unsere Beispiele: Eine beständige Körperform kann den Tieren entweder durch ein Fadengerüst des Ektoplasmas oder durch die Verdickung und Verhärtung der Pellicula gegeben werden, oder auch durch beides, wie es bei Parameciidae und vielen Hymenostomata bekannt ist. Tritt aber eine auffallende Verdickung des Ektoplasmas hervor, wie das bei den Euplotes- (Abb. 15, 16.) und Aspidisca-Arten bekannt ist oder treten Panzerplättchen auf wie bei Coleps, so fallen die ektoplasmatischen Gerüstfäden weg, da ihre Rolle durch die Verdickung der Pellicula ersetzt wird.

Durch die aus der Körperfläche hervorsteigende (gewöhnlich rechtsständige) Segelmembran, besonders aber durch ihre taschenartige Form, wird vor den adoralen Ernährungswirbel ein Hindernis, eine Anprallfläche gestellt (Ab. 15a), die Gelegenheit gibt, die Nahrungspartikelchen in die Mundöffnung hineinzuwirbeln (Abb. 15. Cyclidium, Blepharisma, Paruroleptus). Nun kann aber ein Hindernis auch in der Weise eingestellt werden, dass sich nicht eine Membran hervorhebt, sondern auf der anderen (linken) Seite eine Vertiefung entsteht, die dann Gelegenheit bietet, die gegenseitige Lippe als Anprallfläche wirken zu lassen. Dementsprechend ist an *Colpidium colpoda* rechts am Munde eine lange tiefe Mulde mit kurzen Cilien entstanden, durch die die rechtsständige Segelmembran

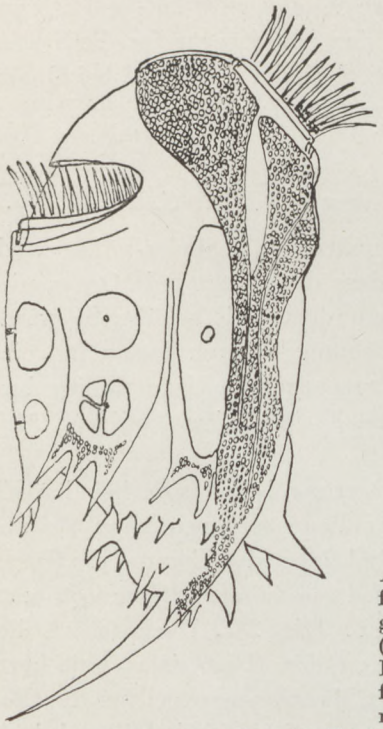


a




c

b



d

*Abb. 16.* Ersatz der Trichocysten und Stützfasern durch dicke Pellicula, *a)* und *c)* das polygonale Stützfasernsysten von weichen Ciliaten (*a*) Paramecium und *c)* Loxocephalus und die Längsneuroneme: Körnerfaden. In den vierfünfeckigen Feldchen sitzen die Cilien (bezeichnet durch die püppchenförmigen Basalkörper in c: *cil)* und im Querbalken die Trichocysten (in c: *trk)*, indem vor jede Cilie je eine Trychocyste gelagert ist, in c 1—6 die vordersten sechs Cilienreihen (Reihe 4 ist cilienfrei), *pe* Porus excretorius, *cyp* Cytopyge. Im Euplotes *(b)* und Ophryoscolex *(d)*-beide mit dicker Pellicula- sind weder Stützfasern noch Trychocysten vorhanden.

anderer Colpidien hier zum Schwund gebracht wurde. Bei Paramecien wurde der Mundtrichter samt Membranellen eingesenkt und die Segelmembran kommt als Anprallfläche nicht mehr in Betracht: sie findet aber dadurch eine Vertretung, dass linksständig die Mulde entstanden ist und infolgedessen die rechte Mundlippe zur Anprallfläche wurde (Abb. 10a, 14b.).

Ein weiteres Beispiel: Sessile Lebewesen erzeugen gewöhnlich einen Stiel aus organischem oder anorganischem Material, um ihre Nahrung auch vom Substrat entfernt erreichen zu können: durch die Stiellänge wird das Jagdfeld erweitert; hierfür sind die Peritrichen die besten Beispiele. Wenn nun der Stiel wegfällt, wie bei Paravorticella oder Ophrydium, so wird oft statt dessen der Körper selbst verlängert, bei Paravorticella hinten, bei Ophrydium — wie auch der Name besagt — vorn, schlangenförmig.

Das schönste und zugleich deutlichste Beispiel einer gleichwertigen physiologischen Vertretung finden wir im Falle der Suctorien, wo die vielen Suctellen als äussere Körperanhänge das einzige Mund- und Schlundrohr der Ciliaten ersetzen und dadurch den Mund sogar für die Schwärmer zum Schwund bringen. Aehnlich verschwindet der Mund bei Opalina (parasitische Ophryoglena), da die Resorption durch die ganze Pellicula geübt wird.

*9. Die Vertretung der Tätigkeiten (Sewertzoff, 1931, S. 217—228).*

In diesem Falle werden gewisse Funktionen in ihrem näheren oder weiterliegenden Kreise derart ersetzt, dass das vertretende Organ nicht gleich gebaut ist und nicht genau dieselbe Tätigkeit ausübt. So werden z. B. die Füsse der Eidechsen bei den Schlangen durch den verlängerten schlängelnden Körper ersetzt oder die Hautpanzer der Uramphibien durch die Gift- und Schleimdrüsen der rezenten Formen. *Sewertzoff* beschäftigt sich ausführlich mit diesem Prinzip.

Für diesen Fall der Funktionsvertretung lassen sich bei den Elementarlebenwesen auch unter den Verteidigungsorganen klare Beispiele anführen. Als Mittel der Verteidigung sind unter den Ciliaten die Trichocysten weit verbreitet, besonders die niederen Ciliaten (Gymnostomata) sind damit reichlich ausgerüstet (s. Abb. 12b, 24). Doch fehlen diese Gebilde bei den höheren Ciliaten, so unter den Hypotrichen mit harter Pellicula und unter den Spirotrichen mit Myonemen, sowie bei den Peritrichen, die einer schnellen Abwehrbewegung fähig sind. Hier wird also die Trichocyste als aktives Verteidigungselement entweder durch eine andere, aber passive Verteidigungsmethode, nämlich durch Verdickung

und Verdichtung der Pellicula oder durch eine aktive Abwehrbewegung ersetzt. Als Beispiel hierfür zeigt uns unsere Abb. 16 oben den weichen Loxocephalus und das Paramecium mit den bekannten grossen, starken Trichocysten (in beiden Abbildungen, 16a und c, sind nur die Trichocystenkörner angeführt) und einen Euplotes (Abb. 16b) bzw. Ophryoscolex (Abb. 16d) mit der harten bekielten, bzw. mit Dornen besetzten Körperoberfläche, wo nun keine Trichocysten entwickelt sind.

*10. Die Mobilisation der Funktionen (Sewertzoff, 1931. S. 228—230).*

Dieses Prinzip bezieht sich auf Fälle, wo aus einst festgelegten, fixierten Organen bewegliche Instrumente wurden. Bekannte Beispiele: eingebaute Knochen des Gesichtsschädels werden während der Phylogenese beweglich gemacht (siehe den Fall des Quadratum).

Den schönsten Fall liefern uns hier laut Abb. 17 die sessilen Peritrichen. Hier entstand zuerst als phylogenetisch ältere Gruppe die Acontractilia mit dem festen Stiel. Daraus entwickelte sich die Gruppe der Contractilia, wo der früher steife, dichte Stiel zu einer weichen, elastischen Stielscheide wird und sich im Myonemkanal eine kontraktile Myoneme entwickelt. Hier entsteht zugleich an der Stelle des kaum organisierten Stieles ein weitgehend organisiertes Röhrensystem mit sozusagen Höchstleistung der Vervollkommnung bei einem Organsystem, wie das in Abb. 17b bei *Charchesium corymbosum* ausführlich dargestellt ist. Demgemäss zeigt unser Bild 17 *Epistylis ovum* eine Vorticellidine mit hartem Stiel im Vergleich mit Charchesium eine solche mit kontraktilem Stiel.

*11. Demobilisation einer Tätigkeit (Sewertzoff, 1931. S. 230—231)*

Hier sehen wir das Entgegengesetzte des eben vorher besprochenen (Beispiel: früher bewegliche Knochen werden durch Nähte oder Osteose ausser Bewegung gesetzt).

Für diesen Fall finden wir unter den Ciliaten nur beschränkt ganz deutliche Fälle. Da in diesem Fall das demobilisierte Organ erhalten bleiben soll, können hierher die in der Phylogenese starr gewordenen Cilien gerechnet werden, die früher Bewegungen ausführten, also die starren Cilien der adoralen Zone und der Schwanzflosse. Viel schönere Beispiele sind an den Makronten von Charchesium und Zoothamnium zu finden; hier wird eine Demobilisation in zwei Hinsichten durchgeführt: einerseits erstarrt hier das Peristomium, da die peristomalen Myoneme nicht entwickelt werden, ebenso der kurze Stiel, da Stielmyoneme nicht auftreten und auch der Cytopharynxist ausser Betrieb gesetzt, da

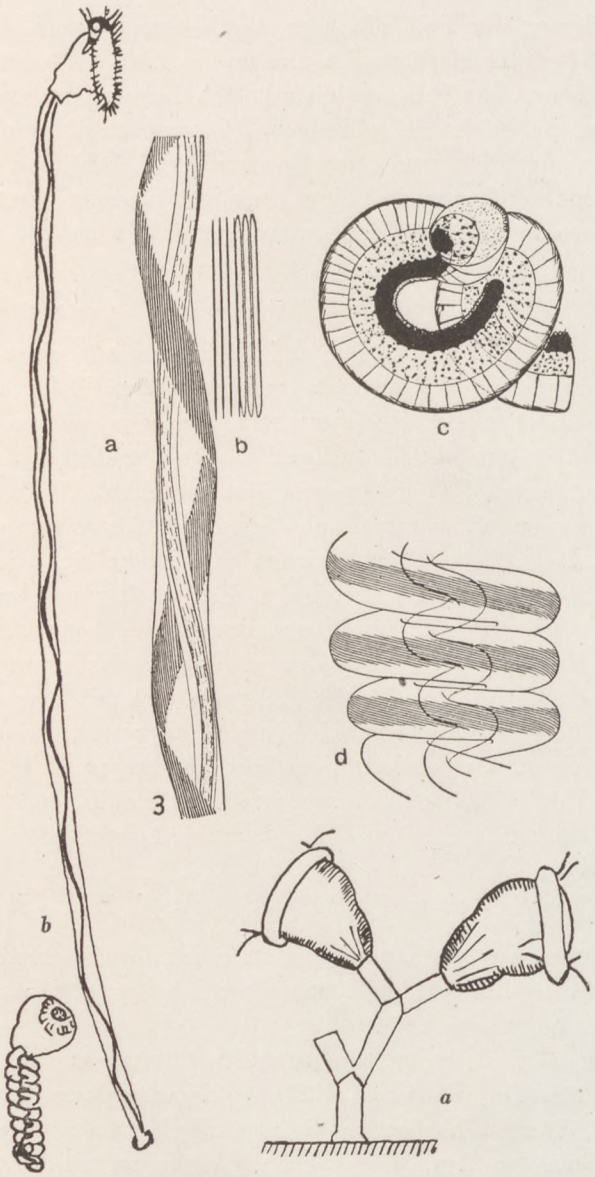



*Abb. 17.* Mobilisation des Peritrichenstieles, *a)* Acontractilia, *b)* Contractilia.

die Geschlechtsindividuen sich nicht ernähren (also eine Demobilisation in dreifacher Richtung).

Vielleicht wären auch die Müllerschen Körper der Loxodesarten als demobilisierte kontraktile Vakuolen aufzufassen, da diese Dissimilations-

stoffe, statt sie nach aussen zu entleeren, in kristallinischer Form ausscheiden und die Blasen sich eben deshalb nicht mehr kontrahieren. Ähnliche Sekretblasen sind unter den Ciliaten weit verbreitet.

*12. Identifikation oder Similation der Tätigkeiten (Funktionsidentifizität Sewertzoff, 1931. S. 231—232)*

Beispiel: die verschiedenen Rippen des Wirbeltierkörpers werden in den Schlangen vollkommen gleichwertig, Das Prinzip bedeutet also den Wegfall eines früher differentierten Organs oder Systems in der Weise, dass der alte undifferenzierte Zustand oder demähnliches erscheint.

Für diesen Fall finden sich unter den phylogenetischen Veränderungen der Ciliaten wenige Beispiele, wohl bemerkt, dass dieses Prinzip auch innerhalb der Cellulaten wenig Verwendung findet, da es eigentlich eine retrograde (evolutionswidrige) Erscheinung ist. Wenn an Bandwürmern eine Identifikation der Proglotten dadurch entsteht, dass im Wegfall des Enteralsystems kein Grund mehr zur linearen Differentiation besteht, so ist auch bei Opalina die gleichmässige Bewimperung des ganzen Körpers und auch der Wegfall des Mundapparates als ein Beispiel der Identifikation zu bezeichnen. Eine Identifikation kann aber auch ungekehrt durch die Metamerie der Anneliden in Erscheinung treten. Derartiges entwickelt sich bei einigen Didiniida *(Didinium nasutum, -cinctum und -farei)* in der Vermehrung und Ausbreitung der Pectinellenkränze auf den ganzen Körper. — Ein ganz deutliches Beispiel sehen wir hierfür bei Marynidae, wo an den sessilen Formen rechts von der Mundöffnung ein dichter Cilienstreifen für das Hervorstrudeln der Nahrung entwickelt ist; bei *M. umbrellata* fällt aber dieser Streifen weg, das ganze Hinterfeld ist gleichmässig bewimpert, da hier kein besonderes Wimperorgan nötig ist *(Gelei* 1950.).

*13. Teilung der Organe bzw. Tätigkeiten (Sewertzoff, 1931. S. 232.)*

Ein früher einheitliches Organ, z. B. ein Skelettstück, wird in der Phylogenese in mehrere Stücke zerteilt oder gespalten und die Teile verschieden organisiert bzw. in Betrieb gesetzt. So wird z. B. der knorpelige Visceralbogen der Knorpelfische bei Knochenfischen in drei Stücke zerlegt und die Teile abweichend organisiert.

Den schönsten Fall für dieses Prinzip in der ganzen animalischen Welt finden wir bei den Ciliaten: die Trennung des alten mononuclearen Zustandes in die beiden Kerne, in Makro-, und Mikronucleus (Abb. 18.), indem hier zugleich die somatischen und germinalen Tätigkeiten zwischen den beiden Kernen aufgeteilt werden.

Ein weiteres Beispiel können wir in der Spaltung der meridionalen Längsneuroneme bei Colpidiumarten finden, wo der eine Faden als interciliares Stück die Koordination der Cilien verwirklicht (motorische Koordination) und der andere Spaltteil die Koordinierung der Tektinausscheidung und -entleerung (sekretorische Koordination) durchführt. Das gespaltene Längsneuronem ist an Abb. 20. bei Glaucoma schön sichtbar.

Ein besonders schönes Beispiel hierfür haben wir mit *O. Sebestyén* (1932) bei Ophryoscolecidae in der Spaltung der Membranellen des Wirbel-

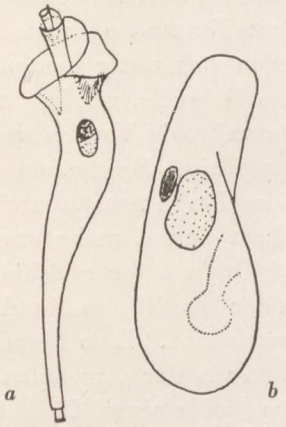



*Abb. 18.* Teilung der Organe bzw. Tätigkeiten: In Spirochona der doppelt gebaute Nucleus, der im Paramecium in Makro- und Mikronucleus (Germinal- und Somakern) geteilt ist.

organs beschrieben, wo wir dargelegt haben, dass hier eine Dreiteilung entsteht, indem die äusseren Cilien einer Membran zum Tasten, die mittleren zum Wirbeln und die inneren zum Schlucken benützt werden (s. bei *Gelei—Sebestyén*, 1932. *S.* 148—155).

Soweit nun *Sewertzoff* in der Auseinandersetzung der Prinzipien der Organ- und Tätigkeitsgestaltung. Er selbst bemerkt, dass seine Aufzählung nicht abgeschlossen ist und die Gestaltungsmöglichkeiten durch seine Betrachtungen nicht erschöpft sind. Er sieht mit *Plate* die Entwicklungsmöglichkeit darin begründet, dass die Zelle mit einer Pluripotenz versehen ist und im Laufe der Differenzierungen diese Potenzen verschiedentlich verstärkt (intensifiziert) oder abgeschwächt (demobilisiert) werden können. Ich will nun aber bemerken, dass — wenn nur diese quantitativen Veränderungen gegeben wären — die phylogenetische Entwicklung gerade durch diese primären Eigenschaften und Fähigkeiten der Zelle beschränkt ablaufen würde. Eine Epigenese wäre dabei sehr herabgesetzt. Schon bei Nr. 5 hat sich aber herausgestellt, dass nach

*Plate* ein Neuentstehen der Funktionen bzw. Organe gegeben ist, und eben diese epigenetischen Erscheinungen sind jene, welche eine wahre und höherstehende Entwicklung ermöglichen.

Im folgenden möchte ich nun auf einige derartige Dinge aus meinen eigenen Forschungen, Betrachtungen und Erwägungen hinweisen.

### *14. Neue Tätigkeiten, neue Organe.*

Dieses Prinzip der phylogenetischen Entwicklung ist eigentlich dem von Nr. 5, also *Plates* Funktionserweiterung der Organe, nehestehend. Der Unterschied ist aber darin gegeben, dass nach *Plate* ein schon vorhandenes Organ sich verändert, indem es eine neue, bislang nicht geübte Funktion annimmt; hier aber werden wir *neue, epigenetisch entstandene Funktionen bzw. Organe sowohl bei Viel-wie auch bei Einzellern besprechen.*

Im Vielzellerorganismus sind bis zum Gastrulastadium die Zellen einander insofern gleich, als sie die Umwelt (äussere und innere) zumindest an einem Pol berühren. Erst nach dem Gastrulastadium, in der darauffolgenden Parenchymula, tritt uns etwas neues gegenüber, da zwischen die beiden primären Embryonalanlagen Zellen einwandern, die *keine fremde Umwelt mehr haben. Das hierdurch entstehende Mesenchym ist die erste wahre, und vielleicht die grösste Erfindung der Zellulatenwelt, derzufolge nun nachher die echten entosomatischen Organe und Tätigkeiten entstehen können.* So entstand hier aus dieser dritten Embryonalanlage eine eigendienliche Muskulatur, ein Innenskelett, ein Ablagerungs- und Gefässsystem für den Stoffwechsel und vor allem ein Ausscheidungssystem (Nephridialapparat, Protonephridium) für Dissimilationsstoffe. Innenmuskulatur, Innenskelett, Gefässsystem, Nephridialsystem; vier neue Erfindungen auf einen Schlag, die alle mesenchymatisch bedingt sind, eine wahre sprunghafte Entwicklung!

Dann folgt eine andere Gruppe der Neuentwicklung. Etwas besonders neues bringt hier nämlich der Vielzeller auch durch seine mesenchymatischen interzellularen Spalten und Lücken im lockeren Mesenchym, in denen für das Leben ausserzelluläre Gebiete erobert werden: wo der interzelluläre Stoffverkehr gelöst wird, wo Fasernsysteme für die Körpergestalt, Bahnen für Zellausläufer und die verschiedensten Keimlagerstätten entstehen können *(Gelei*, 1940).

Als neue Erscheinungen sind nun in den Protozoen, besonders bei den Ciliaten, verschiedene Funktionen und Organe zu verzeichnen. Uralt ist, da sie schon bei der Amoebe vorkommt, die Verdauungsblase. Dazu gesellt sich als neues bei Trichostomata das ständige Oesophagealrohr und der Mundtrichter. (Dies geht laut Abbildung 12 und 13 aus der

Einstülpung der Pellicula hervor.) Neu ist das lokalgebundene Exkretionssystem mit den Radialkanälen und dem Porus excretorius (Abb. 6 u. 7). Neu sind ferner die elastischen Tonofibrillen, die Neuroneme (Abb. 20), die die Funktionen koordinieren, und im Gebiete der Sekretion die Trichocysten als verbreitete Schutzelemente und die Drüsengegend des Cytopharynx. Das Oesophagealrohr ist eigentlich nur gestaltlich neu, da es nichts anderes ist, als die lokale Fortsetzung der ektoplasmatischen Pellicula und des Ektoplasmas (Abb. 12—13). Sein Vorläufer ist, wie durch meine Versilberungsmethode klargestellt wurde, schon in der Amöbe vorhanden, indem hier die verschluckte Beute nicht einfach in das blossgelegte Entoplasma gerät, sondern beim Schlucken die ektoplasmatische Pellicula eingewölbt und vor die Beute geschoben wird (s. Abb. 11). Daher ist in den Ciliaten ein Oesophagealrohr nur hinsichtlich seiner Lokalgebundenheit neu.

Wir müssen wohl bemerken, dass die Neuprodukte der Protisten daher beschränkt sind, weil ein Protist ähnliches, wie es ein Zellulat interzellulär zu lösen vermag, nirgends leisten kann.

### *15. Assoziation der Tätigkeiten im Interesse der Harmonie*

Diese Frage überschreitet eigentlich den Rahmen einzelner Organe, wie sie bisher besprochen wurden. Den hier zu erwähnenden Funktions-

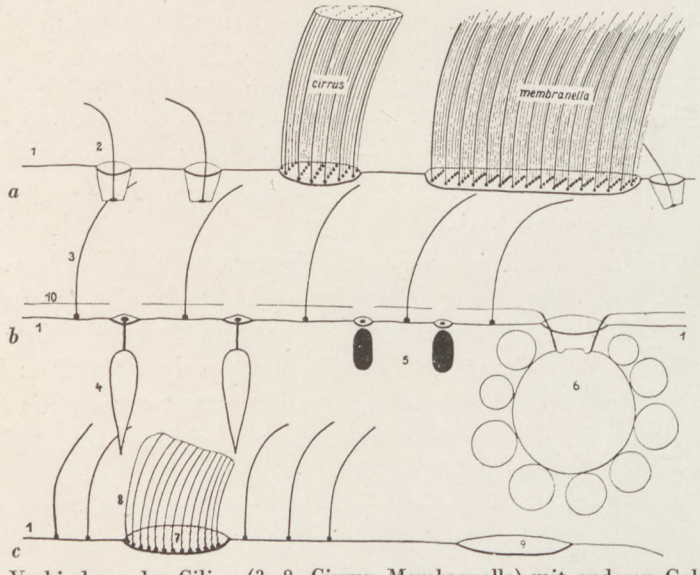
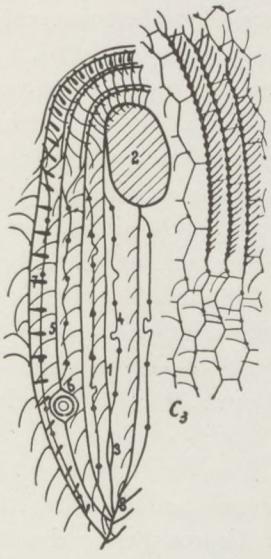
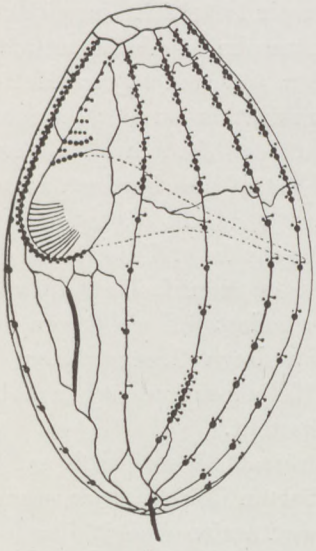


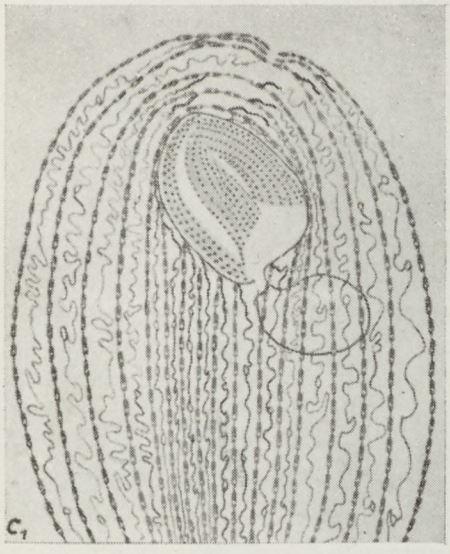

*Abb. 19.* Verbindung der Cilien (3, 8, Cirrus, Membranelle) mit anderen Gebilden, vermittelt durch die Neuroneme: 1—1, 2, Sinnesstiftchen, 4) Trichocyste, 5) Tektinkörner, 6) Pulsationsblase, 7) Mundbucht, 8) Segelmembran, 9) Afterporus, 10) Pellicula, nach Silberpräparaten.



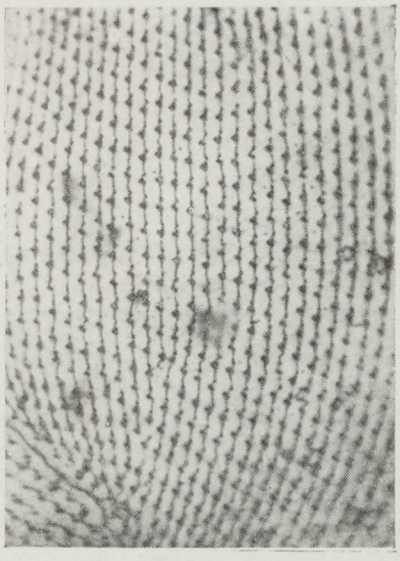

*a*



*b*




*c*



*d*

*Abb. 20.* Verbindung und Teilung der Organe. *a)* und *b)* Längsneuroneme, die die Cilien (grössere Körner) mit den Trichocysten (kleinere, bzw. beim Cyclidium glaucoma rechts seitlich stehende Körnchen) untereinander verbinden. In $c_1$ und $c_2$ bei Glaucoma Spaltung der Längsneuroneme in Cilien- und Tektinmeridiane; in $c_2$: Meridianus primus (1), der den Mund (2) mit der Cytopyge (3) verbindet und den Tektinmeridian (4) abspaltet; 5 Exkretionsmeridian mit dem Porus excretorius (6), 7 Tektinkörner, $c_3$ Verbindung der Sinnesstiftchen mit den Cilien durch die Neuroneme bei Prorodon. *d)* Längneuroneme von Par. caudatum in Verbindung mit Basalkörnern und. Trichocysten.

assoziationen sind nämlich die phyletischen Korrelationen und Koordinationen zuzurechnen, die eigentlich den ganzen Organismus betreffen. Ich kam aber während meiner Betrachtungen und Prüfungen über die Protistenorganisation zu der Ansicht, dass diese Frage nicht nur mit Rücksicht auf das System als Ganzes zu analysieren sei, sondern auch mit Rücksicht auf die einzelnen Elemente (wovon hier eigentlich überall die Rede war), da die Koordinationen und Subordinationen auch die einzelnen Organe bzw. Funktionen betreffen und auf dieselben vervollkommnend oder vereinfachend einwirken. Für uns lautet also die Frage: inwiefern verändert sich ein Organ und seine Funktion, wenn es zwangsmässig mit anderen Organen (im Gefüge des Ganzen) in Verbindung tritt. Diese Kollaboration wird in Abb. 19 und 20 in verschiedenen Richtungen dargestellt.

Hier müssen wir nochmals auf die Cilien der Ciliaten zurückgreifen. Die benachbarten Cilien werden einmal untereinander, Schritt für Schritt in eine Koordinationseinheit durch die Neuroneme verbunden. Diese Verbindungslinien bzw. -Fäden verlaufen entlang des Tieres meridional (Abb. 20a—$c^2$). Derartige basale Verbindungen der Cilien sind uns aber auch unter den Cellulaten bekannt (*Gelei* 1935 Turbellarien). Nicht bekannt ist dagegen, dass eine Cellulatencilie mit anderen Zellelementen in Verbindung stände, wogegen bei vielen Ciliaten jede Cilie mit Abwehr- und Angriffselementen, wie die Trichocysten, in koordinativer Verbindung steht (Abb. 20). Ausserdem treten die Cilien mit den Tektinporen, mit Exkretionsporen (mittlerer Teil in Abb. 20a, b, d), mit dem Afterporus und der Mundöffnung in direkte Verbindung. Aus alle diesem folgt, dass die Cilienbewegung nicht nur im ganzen Cilienkleid koordiniert verläuft, sondern dass auch die Tätigkeiten der erwähnten Poren und Öffnungen in Korrelation mit der Cilienbewegung (insbesondere mit der nächsten Umgebung) stehen. Folge dieser vielseitigen Verbindungen zwischen Cilien einerseits und anderen Organellen andererseits ist nun, dass selbst die Ciliatencilie höher organisiert ist als die der Cellulaten. Sie ist an ihrem Basalteil neben dem Basalkorn mit einem Ring und einem Nebenkorn ausgerüstet (*J. Gelei*, 1932) und eine Höchstorganisation von Cilienkomplexen erfolgt für die Mundmembranellen aus ihrer Verbindung mit dem Ernährungsorgan, besonders im Falle des Wirbelorgans (*Gelei*, 1926).

Ferner ist selbst das Basalkorn höher entwickelt, indem es nicht nur die Cilie hervorsprossen lässt und nicht nur für sie als kinetisches Zentrum weiterfunktioniert, sondern es kann auch ein Organisator für den Porus excretorius, für die Mundmembranellen und die Neuroneme

der Mundbucht *(Gelei,* 1936*)* sein, spielt also eine hervorragende Rolle gerade infolge seiner vielseitigen neuronematischen Verbindungen.

Uns erinnern diese klaren Tatsachen lebhaft an die Vervollkommnung des Nervensystems der Cellulaten, wo — je vielseitiger die Assoziation der verschiedenen Organe und ihrer Zentren miteinander entwickelt sind und je mehr organisatorisch das Nervensystem auf die Gestaltung des Ganzen einwirkt — auch das Nervensystem selbst oder sein Oberzentrum : das Hirnganglion um so höher steht.

### *16. Die Vereinigung der Funktionen bzw. Organe*

Im Laufe meiner Untersuchungen an Einzellern stellte ich fest, dass sich für eine Vereinigung der Funktionen viel eher Beispiele finden lassen, als für deren Trennung. Inzwischen fand ich, dass dieses Prinzip in der Welt der Vielzeller ebenso zur Geltung kommt wie bei den Einzellern und zwar vor allem in der Vereinigung der Ausführungsgänge bzw. -röhren : in der Para- und Syntrematose *(Gelei,* 1950).

Zum Wesen der Frage gehört im allgemeinen auch, das Verhältnis der Öffnungen und Entleerungsspalten des tierischen Organismus zu ihrer Umwelt zu prüfen. Hier muss mit der grundlegenden Feststellung begonnen werden, dass nämlich durch die Öffnungen des Organismus entweder die Umgebung in den Körper eindringt, wenn er Gebrauch davon macht, oder umgekehrt, Stoffe aus dem Körper an die Umgebung abgegeben bzw. entfernt werden. Die Aufnahmeöffnungen und -organe befinden sich immer dort, wo der sich bewegende Körper zuerst mit der Umgebung zusammentrifft, also *vorn*, während die Abgabeöffnungen gewöhnlich dort entstehen, wohin die abzugebenden Stoffe im Körper während der Bewegung des Tieres infolge ihres Trägheitsmomentes gleiten, also *hinten*. Dieser These entsprechend entstanden vorne die Mund-, Riech- und Atmungsöffnung, hinten dagegen die Entleerungsöffnungen : After, Cytopyge, Genital- und Ausscheidungsöffnung, sovie der Spimporus der Arancidae und manchmal die Stinkdrüsenöffnung.

Demgegenüber besitzt aber bekanntlich das niederste Metazoon nur eine einzige Öffnung, den Blastoporus, der sowohl zur Nahrungsaufnahme, wie auch zur Abgabe der unverdaulichen Schlacken dient, also orale und anale Öffnung in einem darstellt und sogar auch Abgabestelle für die in den Darm gelangten Exkrete ist. Und von den Sciphomedusen aufwärts werden weiterhin auch die weiblichen Keimelemente und die Nachkommen durch den Blastoporus entfernt. Nun fragt sich, nach welchem Gesichtspunkt die Lage dieses einzigen Porus bestimmt ist. Er liegt unten und das alles ist um so leichter möglich, als die Cölenteraten

strahlenförmig gebaut sind, sich langsam bewegen und so die Dynamik bei der Verschiebung der Poren auch keine Rolle spielt und die phylogenetische Gastrulation auch heute unbeeinflusst zur Geltung kommt.

Wir stehen jetzt vor der Frage: wenn ein einziger Körperteil der höchststehenden Cölenteraten viererlei Funktionen ausübt, ob dann in der nächstfolgenden phylogenetischen Stufe, welche die mesenchymatischen Turbellarien vertreten, von einer langsamen Sonderung der vier Funktionen, d. h. von einer Differenzierung der Öffnungen in vier Richtungen oder, ob umgekehrt, von einer unabhängigen Entwicklung der vier verschiedenen Funktionen dienenden Organe die Rede ist. Wir können vorausschicken, dass die letztere Möglichkeit verwirklicht wird.

Betrachten wir nun zunächst den Blastoporus, so folgt aus der primären zweifachen Aufgabe — gleichzeitig Nahrungsaufnahme und Abgabeöffnung—, dass sich aus ihm sowohl eine Mundöffnung (Protostomata) wie auch eine Afteröffnung (Deuterostomata) entwickeln kann. Es ist ganz natürlich, dass zu Deuterostomata ein ganz geringer Teil der Tierwelt wird, war doch zur Zeit der Entwicklung des Gastrulazustandes der phylogenetische Hauptgrund, für die Nahrungseinverleibung ein Coelenteron zu schaffen. Es ist ganz interessant, dass diese zweifache Rolle der Gastrulaöffnung infolge der Prädominanz der einen schon in den Turbellarien (Aprocta) die Lagerung der Mundöffnung beeinflussen kann. Die primitiven Poly- und Tricladen zeigen, dass die vom Cölenteratenzustand vererbte Lage der Mundöffnung die Mitte des Ventralfeldes ist. Demgegenüber finden wir bei den einfachen Rhabdocoeliden die Mundöffnung in apikaler Vorderlage, wie bei Dalyelliden (s. Abb. 21a das ist der Fall der späteren Protostomata) und bei Opisthostomen und Olisthanelliden in Hinterlage (s. Abb. 21b), (das ist der Urfall der Deuterostomata), indem bei Dalyelliden der Aufnahme-, bei Olisthonelliden der Abgabedienst prädominiert.

Wir haben aber nicht nur eine Erklärung für diese gegensätzliche Lagerung der Mundöffnung zu geben, sondern sollen womöglich auch deren Ursache aufdecken!

Von jenen Turbellarien, deren Mund am vorderen Körperende liegt, wissen wir, dass sie einerseits den niedrigsten Arten angehören und andrerseits, dass sie den mit ihrer ganzen Körperoberfläche bewirkten Wasserstrom dazu benützen, die ihnen vor die Nase getriebene Nahrung durch plötzliches Dehnen ihres Cytopharynx einzusaugen. Hierher gehören die einfachen Stenostomen, Mikro- und Makrostomen, Dalyelliden usw. als *Schlucker*. Im Laufe der Entwicklung gehen aber die höherstehenden Rhabdocoeliden zur räuberischen Lebensweise über und, da ihnen hierfür kein

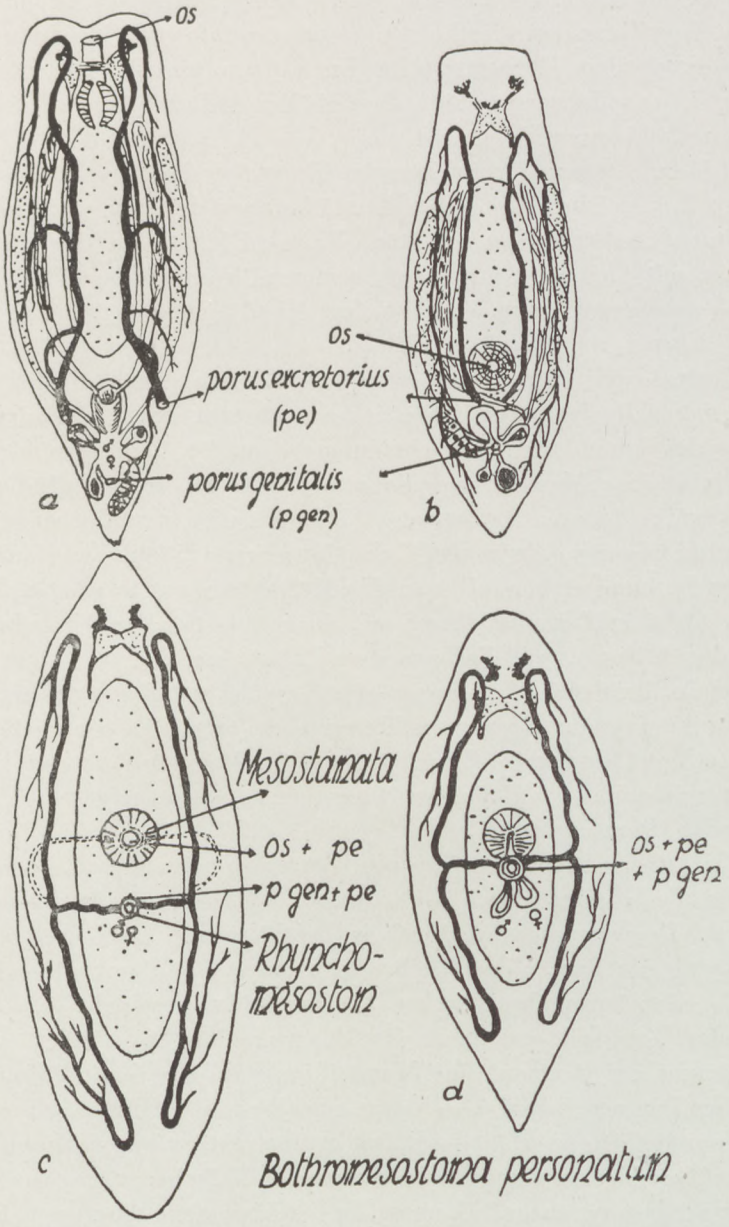



*Abb. 21.* Das Verhältnis der Körperporen zueinander und zur Umwelt bei Rhabdocoelen, Turbellarien, *a* eine Dalyellida, *b* eine Olisthanella, *c* ein Rhynchomesostoma *d* Bothromesostoma.

Fanggerät oder Rauborgan zur Verfügung steht, entwaffnen sie die Beute, indem sie sie mit ihrem breiten Vorderkörper ersteigen und mit dem Schleim ihrer Bauchseite festhalten. Wenn also infolge Fehlens besonderer Organe der vordere Körperteil zum Entwaffnen und Fassen der Nahrung dient, so ist es selbstverständlich, dass die Mundöffnung durch den Vorderkörper nach hinten verlegt wird.

Bei den langen Tieren ist zum Ergreifen der Beute der vordere Körperteil ausreichend und die Mundöffnung zieht sich so nur bis zur Bauchmitte zurück (Mesostomaten, Polycladiden, Planarien), wogegen die Tiere mit kleinem Körper eine genügend grosse Fangoberfläche nur dadurch erlangen können, dass sie ihre Mundöffnung fast bis zum Hintersten Körpergebiet zurückschieben.

Genital- und Ausscheidungsorgane sind von den Turbellarien aufwärts mesenchymatisch-mesoblastischer Abstammung. Bei der Entstehung des gesonderten Ausscheidungsorgans ist überhaupt das Vorhandensein eines Mesenchyms die erste Vorbedingung. Und die Folge dieser Sonderabstammung ist, dass bei den niederen Turbellarien die Entleerungsöffnungen der neuen Exkretionsorgane in keinerlei Verbindung mit dem Urmund stehen. Die an das Körpervorderende gelangte Mundöffnung steht in Zusammenhang mit der proportionalen Verteilung der Poren des Körpers, wie dies aus dem Bilde einer Dalyella deutlich zu erkennen ist, bei der die Exkretions- und Geschlechtsöffnung am hintersten Körperende einander folgen. An Tieren aber, an denen die nach hinten gelagerte Mundöffnung die Einschränkung der Poren auf ein enges Gebiet bedingt, wie wir es im Falle der Olisthonellen sehen, geraten diese nahe zueinander (Paratrematose).

Die Aus- und Einführungsporen liegen also bei niederen Turbellarien auch im Falle einer durch Zwangslage entstandenen Paratrematose: *gesondert*. Demgegenüber finden wir bei höheren Rhabdocoeliden eine Vereinigung der Pori, obwohl kein Platzmangel für diese vorhanden ist. Schon bei den hermaphroditischen Prorhynchiden geschieht es, dass das männliche Geschlechtsorgan in die Pharyngealtasche mündet und bei der Paarung der Partner seine Mundöffnung auf die Genitalöffnung des weiblichen Partners legt und — indem dasselbe weibliche Tier sich zugleich auch als männliches verhält — haftet es mit seiner eigenen Mundöffnung auf der Geschlechtsöffnung des anderen »Weibchens«, wodurch eine gekreuzte Paarung zustande kommt. In der Mesostomatengruppe dagegen vereinigt sich der Exkretionsspalt (Porus excretorius) alternativ entweder mit dem Geschlechtsporus (Rhynchomesostoma) oder mit dem Mundporus (Mesostomata). Dies ist an der beigefügten kombinativen

Abbildung (21c) zu sehen, an der der voll ausgezogene Endabschnitt des Exkretionssystems im Falle der Rhynchomesostomata in die Genitalöffnung, die gestrichelte Linie dagegen — dem Falle der Mesostomata entsprechend — in die Mundöffnung geleitet ist. Bei den Bothromesostomen endlich (Abb. 21d) entsteht vermittels einer einzigen Körperöffnung eine Mundkloake, wobei vier verschiedene Funktionen in einer einzigen Öffnung abgewickelt werden: Nahrungsaufnahme, Schlackenabgabe, Geschlechtstätigkeit (auch hier Aufnahme des Penis und Eiablage) und Entleerung der Exkrete. Es wiederholt sich also der Zustand der Zölenteraten höherer Ordnung. Dieser Fall der Syntrematose (Symbothrose) ist der dialektische Gegensatz dessen, was *Sewertzoff* in seiner »Trennung der Funktionen bzw. Organe« beschrieb.

Als Gegensatz der Syntrematose und zugleich als Beispiel des 13. Prinzips von *Sewertzoff* kann der Fall der Kloaken-Wirbeltiere angeführt werden (unter ihnen die Gruppe der Monotrematen der Säugetiere) wo die entoblastisch entstandene Harnblase und der schlieslich entoblastische Ursprung des das Keimorgan liefernden Mesoderms die Mündung des Urogenitalapparates in die Kloake verständlich macht, aus der sich später — nach dem Aufhören der Kloake — eine gesonderte Afteröffnung und eine besondere Urogenitalöffnung entwickelt (Distrematose).

Bei Kenntnis der Trennung der Funktionen ist es sehr schwer, für das Gegenteil derselben, ihre Vereinigung, eine Erklärung zu geben. Es könnte eventuell angenommen werden, dass es im Laufe der Selektion einigen Turbellarien gelungen sei, das Sparsamkeitsprinzip durch Verminderung der Poren zu verwirklichen. Doch dürfte vielleicht vielmehr darauf hingewiesen werden, dass, je mehr Poren vorhanden sind, umso mehr Infektionsmöglichkeiten gegeben sind, ausgenommen den Mundporus, dessen Eingang von den saueren Verdauungssäften geschützt wird. Es würde also scheinen, dass die Mundkloake im Laufe der Selektion dadurch entstanden und erhalten geblieben sein dürfte, dass die Desinfizierung durch den Mund auch für Genital- und Nierenporen gesichert wurde. Sowohl die Sparsamkeit als auch die Desinfektion, beide sind Nützlichkeitsprinzipien des Darwinismus.

Viel bedeutender und mit oikologischen Bedingungen besser zu erklären sind die an sessilen Lebewesen stattgehabten Porenverschiebungen und -vereinigungen.

Bei allen sessilen Lebewesen ist die Erscheinung bekannt, dass die vorderen und hinteren Poren des Körpers dicht aneinander gelangen, indem die hintere Körperhälfte in U- oder Hufeisenform nach vorn gebogen wird und so der After, wie auch die Geschlechts- und Exkretions-

öffnung neben die phylogenetisch unverändert gebliebene Mundöffnung gelangen. Dies ist an den Moostierchen (Bryozoa), Meerlilien (Crinoidea), Rankenfüsslern (Cirripedia) und sessilen Manteltierchen (Ascidien) zu

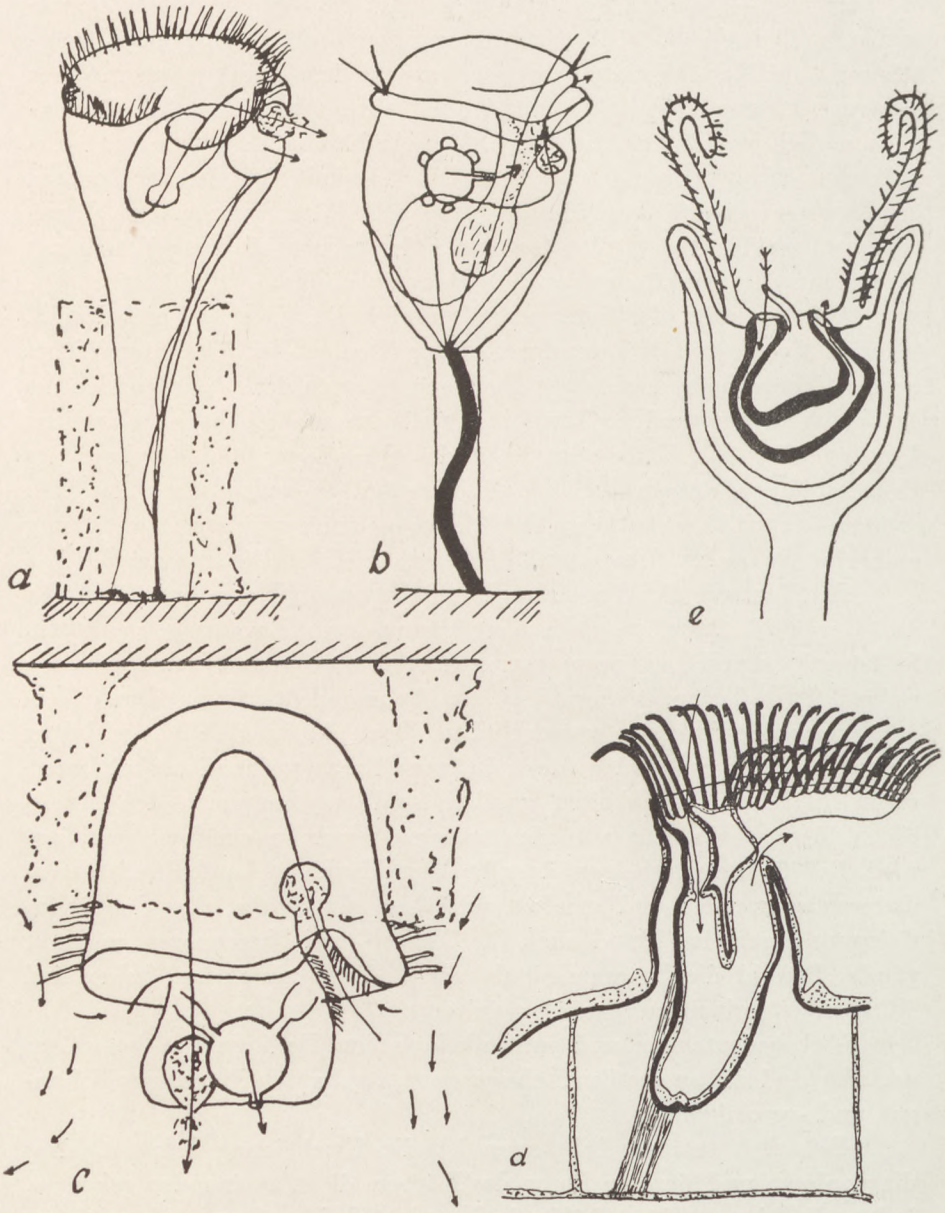



*Abb. 22.* Para- und Synthrematosis infolge sessiler Lebensweise *a)* bei Stentor, *b)* bei Peritrichen, *c)* bei Maryna, *d)* bei Plumatella und *e)* bei Pedicellina.

beobachten. Die nebenstehenden Bilder der Abb. 22 zeigen hinsichtlich der Bryozoen diese in zwei Graden zutagegetretene Zusammenwanderung (Metatrematose) und zwar in Fall 22d (bei Plumatella) jenes Beispiel, wo der After in unmittelbare Nähe des Wirbelorgans geraten ist; dies ist die Ektoproktengruppe, während in Fall 22e (bei Pedicellina) die Entoproktengruppe sichtbar ist, wo Mund und Cytopyge im Schoss des Wirbelorgans an der gleichen Stelle Platz nehmen.

Die kausale phylogenetische und ökologische Erklärung für diese Erscheinung können wir im folgenden geben: Es bedeutet für die, ihren Aufenthaltsort frei wechselnden Lebewesen kein besonderes Problem, wie sie sich ihrer Ausscheidungen entledigen sollen. Letztere verlassen als eine einfache Folge des Ortswechsels den Körper von selbst. Den ortsgebundenen Lebewesen stellt dagegen das Wegschieben ihrer Abscheidungen eine besondere Aufgabe dar. Am besten lässt sich hierfür jener Wasserstrom benützen, der dem Körper die Nahrung zuführt und im Weiterströmen die Exkrete und Geschlechtsprodukte mit sich nimmt. Zwecks Nahrungszufuhr entwickelten sich die wirbelauslösenden Arme um den Mund, und die übrigen Öffnungen, in erster Linie der Afterporus, näherten sich langsam im Laufe der Selektion dem Munde, um Fekalien, Exkremente und Geschlechtserzeugnisse mit ein- und derselben Kraftanwendung zu entfernen.

Uns interessiert nun nach der Darlegung und Vorausschickung dieser Tatsachen der Vielzeller die Frage, ob wohl die Körperteile der Einzeller und Ciliaten allgemeinen dynamischen Bedingungen entsprechend ortsgebunden (lokaldeterminiert) sind und ob bei ihnen eine Para- bzw. Syntrematose nachweisbar ist.

An den rhabdocoeliden Turbellaren sahen wir, dass ihre Mundöffnung nach hinten verschoben wird, wenn ihr Vorderkörper zu einer Fangoberfläche umgestaltet worden ist. Bezüglich der Ciliaten ist hervorzuheben, dass auch hier die Körperteile ausgesprochen dynamisch determiniert sind und zwar unter Einhaltung der Voraussetzung, dass die Ciliaten spiralförmig verlaufende Wirbelbewegungen ausführen? Die Bohrbewegung zerfällt hier in zwei Komponenten: in eine vorwärtsschreitende, axialtranslatorische und eine exzentrische, um eine Achse wirbelnde, drehende Bewegung, aus denen sich eine an einer Zylinderoberfläche verlaufende Bahn ergibt, an der die Bauchseite des Tieres stets einwärts, der Zylinderachse der Spiralwand zugewandt ist. Diese Verhältnisse sind an Abb. 23a—d in verschiedenen Fällen und Graden angeführt. Ist die Spirale steil abbfallend (Abb. 23a) und bleibt die Längsachse der Spirale während des Bohrens immer innerhalb des Protozoenkörpers, so nimmt die trans-

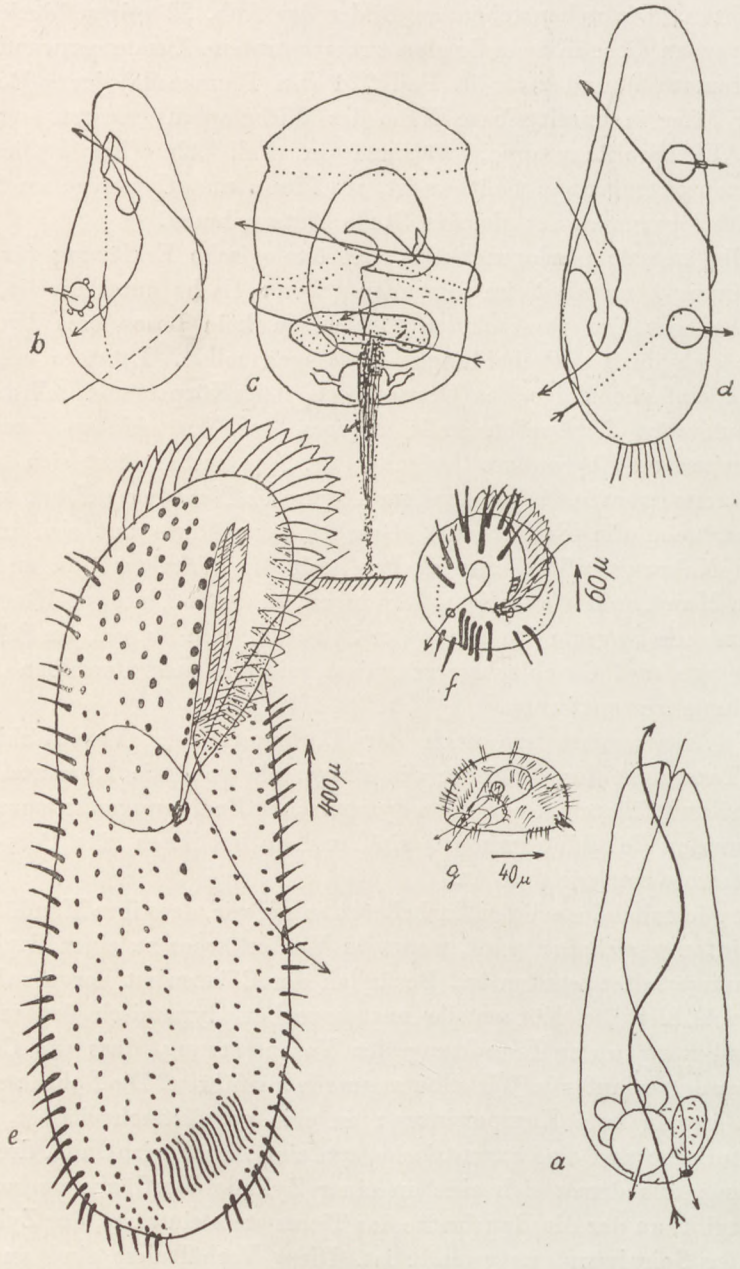



*Abb. 23.* Die Lage der Körperporen im Verhältnis zur Körpergrösse *(e—g)* und zur besonderen Art und Weise der Bewegung, *a)* Prostomata (z. B. Prorodon), *b)* Colpidium, *c)* Urocentrum, *d)* Paramecium, *e)* Urostyla, *f)* Euplotes rotunda und *g)* Microthorax.

latorische Bewegung überhand und an dem spindelförmigen Einzeller befindet sich der Mund vorn am Körper (Gymnostomata, Protostomata), hinten terminal dagegen die Cytopyge und der Porus excretorius. — Sobald aber der Winkel des Spiralabhanges verringert wird und die spiralachse gut ausserhalb des Tierkörpers zu liegen kommt, verschiebt sich sofort die Mundöffnung vom vorderen Körperteil etwas seitwärts, wie dies beim Colpidium (Abb. 23b.) und einer ganzen Reihe ihm nahestehender Tiere der Fall ist. Hier ist als Mundöffnung jenes physiologische Vorderende anzusehen, welches der Spiralrichtung entsprechend nach vorn liegt und die Neigung des Pharyngealtrichters selbst gerade mit dem Verlauf der Spirale zusammenfällt. Die Urocentren bewegen sich kaum vorwärts (Abb. 23c) sondern üben vielmehr, sich mit Schleim verankernd, kreiselnde und wirbelnde Bewegungen aus. Auch ihr Vorderende gleicht dem Ende eines Mörserstössers, so dass bei ihnen die sehr schwach geneigte Bewegungsspirale die Mitte des Körpers streift. Dementsprechend liegt der Mund in der Körpermitte und der quergestellte Pharyngealtrichter fällt in die Bahn der schwach geneigten Spirale (ähnlich ist auch ihr wurstförmiger Kern gelagert).

Die ebenfalls in die Körpermitte oder sogar dahinter geglittene Mundöffnung der Paramecien veranlasste meinen Schüler *B. Parducz* schon zu einer anderen Erklärung.Er zieht neben der Bewegungsmechanik der Tiere hauptsächlich ihre Ernährungsphysiologie in Erwägung und begründet seine Erklärung bezüglich der Lage und des Baues des Mundes und Mundapparates mit der Art und Weise der Ernährung. Er hebt hervor, dass beim Paramecium, das sich während des freien pelagischen Lebens in Bewegung ernährt, der sonderbare Fall, dass in diesem Tier der Mund hinter der Körpermitte liegt, nur damit erklärt werden kann, dass man die Entwicklung und Lagerichtung der prästomalen Mulde als Sammel- und Verdichtungsapparat berücksichtigt. Wenn demgegenüber bei Uronema, Cyclidium und verwandten Tieren, die keine Mulde und prästomale Bewimperung besitzen, eine Segelmembran am rechten Rande des Mundes hervorragt, dann werden die Tiere sessil (halbsessil) und ernähren sich durch die Strudelbewegung des enorm angewachsenen paroralen Segels. Damit diese Sammelmulde überhaupt einen Zweck zu erfüllen vermöge, ist dafür eine gewisse minimale Grösse erforderlich und dieses unerlässliche Grössenminimum ist jener Faktor, der die Mundöffnung nach rückwärts, in die Körpermitte, verschob. *(Párducz*, 1935. 1935—36, 1936.)

Der gleichen Erscheinung begegnen wir bei Tieren mit Wirbelbewegungen, bei denen das Wirbelorgan den Nahrungssammelapparat

darstellt. An den grössten Exemplaren, den 400 $\mu$ langen Urostylen (Abb. 23e), sehen wir, dass das Wirbelorgan ganz vorn am Körpervorderende liegt, sein Endtrichter bildet die Mundöffnung, weit hinten findet sich die Cytopyge. An einem von mir entdeckten Euplotes (23f) fiel mir auf, dass sein Wirbelorgan sich ganz nach hinten, auf die hintere Körpergegend erstreckt, wo sich seine Mundöffnung und in unmittelbarer Nähe derselben seine Cytopyge befindet. Die Körperlänge dieses Tieres beträgt aber nur 60$\mu$ und, da das Wirbelorgan ein festgesetztes funktionales Minimum hat, vermochte es sein Wirbelorgan nicht seinem kurzen Körper entsprechend zu verkleinern, so dass seine Mundöffnung nach hinten, in die unmittelbare Nähe der Cytopyge verschoben wurde (Metatrematose).

Einer noch auffallenderen Meta- bzw. Syntrematose begegnen wir bei dem 40 $\mu$ langen Mikrothorax (Abb. 23g). DieseTiere bewegen sich an ihrer rechten Seite in einem kleinen Kreise und, mit ihren Doppelcilien den Grund aufwühlend, wirbeln und sammeln sie die Nahrung in ihre Mundöffnung. Die kleine Körperoberfläche vermag der Ernährung nur Genüge zu tun, wenn sie zur Gänze in den Dienst der Nahrungssammlung gestellt wird, deshalb wurde ihre Mundöffnung ganz an das hintere Körperende gedrängt (Opisthostomiasis). Die Cytopyge befindet sich am unteren Lippenrand und — was am auffallendsten ist — die Pulsationsblase wird in den Pharyngealtrichter entleert. Offensichtlich ist, dass der Cytopharynx auf dem Wege der Phylogenese nicht von vorne irgendwoher den Porus excretorius mit sich geschleppt hat, sondern dass der Mund durch die Wirbelarbeit nach hinten, und auch dort nach rechts gelangte und dass der Mund jener vorangehende Teil war, der die kleine Entleerungsöffnung der Pulsationsblase in den Pharyngealtrichter stülpte.

Den stärksten und auffallendsten ökologischen Einfluss auf die Anordnung der Öffnungen beobachten wir auch unter den Einzellern in Verbindung mit der sessilen Lebensweise (s. Abb. 22a—c). Unter den Protozoen ist vor allem den Stentoren, Peritrichen und Maryniden besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Stentoren (Abb. 22a) sind halbsessile Lebewesen, die sich zeitweise auch frei bewegen und hierfür an ihrer ganzen Körperoberfläche mit Cilien besetzt sind. In ihrem selbsterbauten Schleimtrichter haben sie sich mit ihrem Hinterende verankert, während ihr Mund in Vorderlage verblieben ist, nur mit der geringen Abweichung, dass infolge des Wohnens in einem Trichter die Mundöffnung mehr in Vorderlage verschoben ist, wie wir dies auch an anderen Spirotrichen sehen. Die sessile Lebensweise hatte aber auffallendere Folgen für die Lage der Cytopyge und der Pulsationsblase, denn diese gelangten neben

die Mundöffnung, aber ausserhalb des Wirbelorgans. So entsprechen sie oikobiologisch der ektoprokten Gruppe der Bryozoen. Über viel mehr berichten uns die ständig sessilen und nur am Wirbelorgan bewimperten Peritrichen, bei denen nämlich ein an die Bothromesostomen erinnernder, vollkommener Mundkloaken-Zustand und somit eine wirkliche Syntrematose in Erscheinung getreten ist, da sowohl die Pulsationsblase als auch die Cytopyge in den Cytopharynx mündet, d. h. auch hier wird alles Unbrauchbare durch die einzige Aufnahmeöffnung aus dem Organismus entfernt. Auch das ökologische Grundprinzip, dass sich nämlich nur ein einziger Wasserstrom dem Körper nähert und zwar derjenige, der die Nahrung mit sich bringt und gleichzeitig auch die Abscheidungen vom Körper fortführt, kommt hier am klarsten zum Ausdruck, denn die Körperoberfläche ist nicht bewimpert, sondern es funktioniert ausschliesslich ein periorales Wirbelorgan. (s. Abb 22a, b.)

Bei den Turbellarien sahen wir jenen Fall der Meta- bzw. Syntrematose, in dem die Mundöffnung sich dem hinteren Körperende näherte (s. Abb. 21b). Gleiches fand ich auch bei den am ganzen Körper cilienbesetzten Einzellern, den Maryniden (Abb. 22c), weshalb ich dann im Laufe meiner Untersuchungen den Begriff »Syntrematose« prägte, wovon auch mein am 2. Nov. 1949 an der Sitzung der Limnologischen Gesellschaft gehaltener Vortrag Zeugnis ablegt. Bei den Maryniden handelt es sich nämlich darum, dass die Tierchen, mit ihrem vorderen Körperende in der gallertartigen Röhre steckend, das hintere Körperende aus dem Rohre herausheben, d. h. hier befindet sich hinten, an der richtigen Stelle, die Cytopyge, der Porus excretorius, sowie ferner ein steifer Steuerschwanz. Es ist also allein die Mundöffnung jenes Organ, welches hier hinsichtlich seiner Lage eine Ausnahme bildet, indem es nach hinten gewandert ist und gemeinsam mit ihm der Cytopharynx — der normalen Richtung entgegengesetz — von hinten nach vorne neigt. Dass wir hier den aus dem Röhrchen hervorstehenden Körperteil richtig als den hinteren bezeichnen, beweist auch die biologische Erscheinung, dass die von diesem Einzeller verursachte Wasserströmung von dem Basalende des Rohres aus, also vom vorderen zum hinteren Körperende des Tieres, d. h. einwärts, dem Wasserraum zu, bewegt wird. Bei allen rohrbewohnenden Protozoen, die sich mit ihrem Hinterende in das Röhrchen stecken, ist dieser Wasserstrom umgekehrt, dem Substrat zugewandt.

Zusammenfassend lässt sich das 14. Prinzip, die Vereinigung der Funktionen und ihrer Organe folgendermassen charakterisieren: Die uneingeschränkte translatorische Bewegung, das Freischwimmen oder Gleiten auf dem Grunde, bewirkt eine polare Anordnung der Körper-

öffnungen. Vorn befinden sich die zur Stoffaufnahme, hinten die zur Materialabgabe dienenden Öffnungen. Dabei bewirken die beschränkten oder mit besonderer Nahrungsaufnahme verknüpften Bewegungen das Nebeneinandergeraten der ursprünglich entgegengesetzt gelagerten Poren (Paratrematose) oder gar deren Vereinigung (Syntrematose). Wird das Tier mit seinem hinteren Körperende fixiert, dann bleibt der Mund an seinem phylogenetisch früheren Platz und neben ihn, bzw. in ihn hinein wandern der Afterporus und die Öffnung des urogenitalen Kanals bzw. Porus excretorius. Wird das Tier mit seiner vorderen Körperhälfte fixiert, so bleiben Cytopyge und Porus excretorius an ihrem ursprünglichen Platz und neben diese wandert der Mund. Betätigt sich der Vorderteil des Tieres mit Ergreifen und Sammeln der Nahrung, so verschiebt sich der Mund hinter den sammelnden Abschnitt oder wird dort gebildet und die so nebeneinander geratenen Öffnungen können sich aus endogenen Gründen miteinander vereinigen (vollkommene Syntrematose der Bothromesostomen).

### *17. Dissoziation von Organen und Tätigkeiten*

Bei dem bisher Auseinandergesetzten konnten wir in jedem Falle zu einer positiven Erscheinung auch die negative finden. Nun haben wir in den beiden vorhergehenden Kapiteln, statt ursprünglich getrennter Elemente Organ- und Funktionskoppelungen gesehen. Auch derartige, einst gekoppelte Funktionen können nachträglich voneinander wieder gelöst werden und so gelangen wir zu dem Prinzip der Trennung (nicht Spaltung!) der Organe bzw. Funktionen.

*Sewertzoff* schliesst die Typen bzw. Prinzipien der Organumwandlungen mit der Spaltung der Funktionen (13. Prinzip), worunter die Teilung eines gewesenen Einzelorgans in verschiedene neue Teile mit nachherigen differentiellen Leistungen verstanden wird. In Kapitel 15 setzten wir die entwicklungsgeschichtliche Rolle eines Organes auseinander, die durch die Art und Weise seiner Verbindungen gesteuert wird. Hier besprechen wir aber als Gegensatz zu Typus 13 und zugleich 15 Fälle, in denen die Multifunktion schon von vorherein vorhanden war und die phylogenetische Entwicklung sich in der Trennung im Sinne der einmaligen Funktionen kundgibt.

Wir denken hier hinsichtlich der Vielzellerwelt vor allem an die Trennung der Entleerungsöffunngen, die bei den Wirbeltieren ursprünglich in der Kloake vereint waren. Es ist dies ein altbekannter Fall: die einheitliche Öffnung der Monotremata, wie oben schon erwähnt, wird getrennt in After und Urogenitalporus, ja bei manchen Fischen sogar letzterer noch in Genital- und Nierenporus. Wir nennen solche Fälle *Distrematose*.

Derartiges finden wir unter den Einzellern dei Gymnostomata, wo in der Mundlippe Trichiten als Bewaffnungselemente zusammen mit als Schluckorgan dienenden Reusestäben stehen. Diese werden bei manchen *Legendrea- (pes pelicani) und Loxophyllum-Arten (meleagris oder verrucosum)* getrennt, indem einzelne Warzen nur Trichiten erhalten und der Mund separat an seiner Stelle steht.

Wenn wir nun sahen, dass hier die Verbindung der Tätigkeiten, dort dagegen die Trennung derselben eine Entwicklung gewährleistet, so können wir zwei Fragen aufwerfen, nämlich wie die Trennung der Vervollkommnung dient und wie diese Trennung unter den Protisten verwirklicht wird. Hierzu ist im allgemeinen folgendes zu bemerken: so wie neben der Mobilisation eine Demobilisation bestanden hat, so besteht hier einerseits eine Verbindung, ja sogar eine Vereinigung der Funktionen bzw. Organe und andererseits eine Spaltung, bzw. Trennung der Funktionen nebeneinander.

Beides kann der Vervollkommnung dienen: in der Vereinigung kollaboratives und komplikatives Vorwärtskommen, in der Spaltung und Trennung eine zahlenmässige und zugleich differentiative, autonome Vervielfältigung.

Eben deshalb werden wir hier die Bedeutung der Trennungshäutchen besprechen. Die tiefe Grundlage der Funktionstrennungen ist nämlich im Wesen der Zelle begründet. Die Zellen existieren als autonome Teile eines Organismus und ihre Autonomie wird durch das Zellhäutchen, durch das pelliculare Oberhäutchen einer jeden einzelnen Zelle (auch der Mesenchymzellen und Leukozyten) morphophysiologisch gewährleistet. Dass die Zellen differenziiert werden können und dass sie sich dazu einen eigenen Stoffwechsel sichern können, wird durch die Zellmembran gewährleistet. Dass Isolationsgewebe um und zwischen den Organen existieren, ist ebenfalls den Zellmembranen der Isolationsgewebe zu verdanken. Dass sich ein jeder Organismus von der Umgebung isolieren kann und sich dadurch eine gewisse Eigenentwicklung sichert, auch das ist den besonderen Zellmembranen der Oberhaut zu verdanken.

Bei dieser grossen Bedeutung der Isolationen nun müssen wir die Frage aufwerfen, ob innerhalb der elementaren Lebewesen Isolationen möglich sind und ob die Isolationen auch hier zur Autonomie der Teile und damit zu einer höheren Entwicklung innerer protoplasmatischer Differentierungen führen? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir auch innerhalb eines Protisten nach Isolationsmembranen suchen, die eine ähnliche Aufgabe lösen können wie die Zellmembran des Metazoons.

Eine Trennung der Funktionen, wie wir sie oben für die Kloake sahen, ist unter den Einzellern selten zu vermerken. Nur für das separate Dasein können wir reichlich Fälle anführen. Eine wirkliche Funktionstrennung ist eventuell im Gebiete der Kontraktion insofern eingetreten, als die Kontraktion eine Ureigenschaft des unorganisierten Ektoplasmas ist, jener Körperschicht, die zugleich auch andere Funktionen ausübt. Wenn nun im Ektoplasma die kontraktilen Elemente sich von den anderen

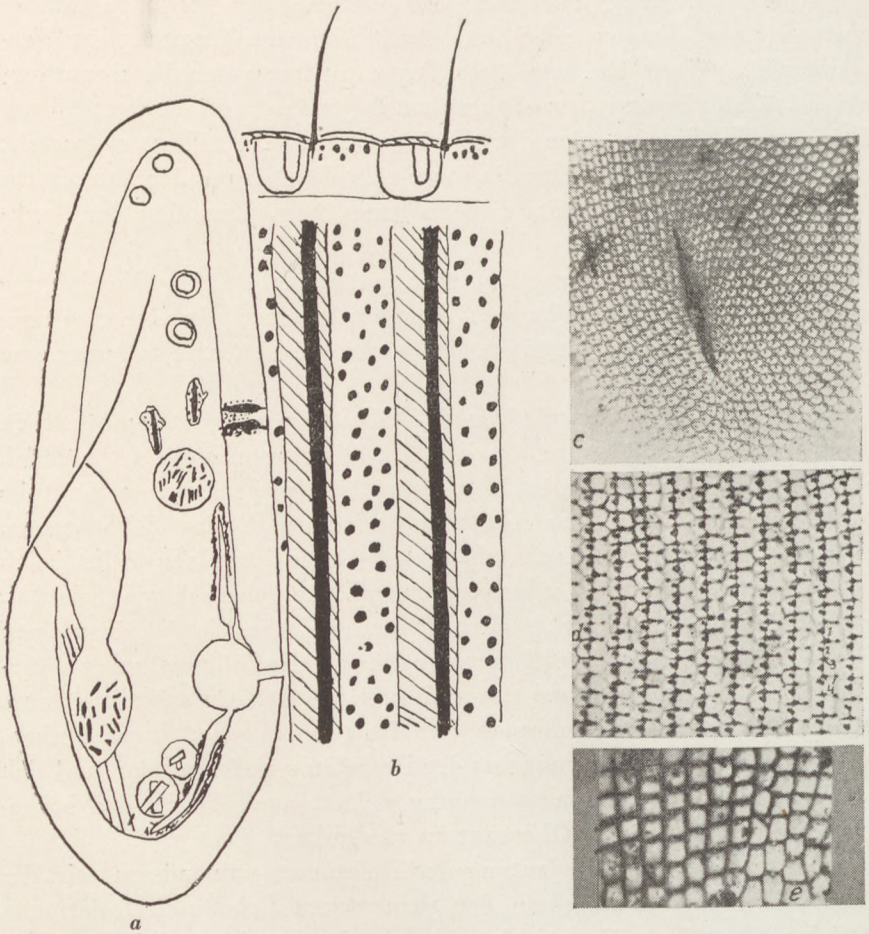


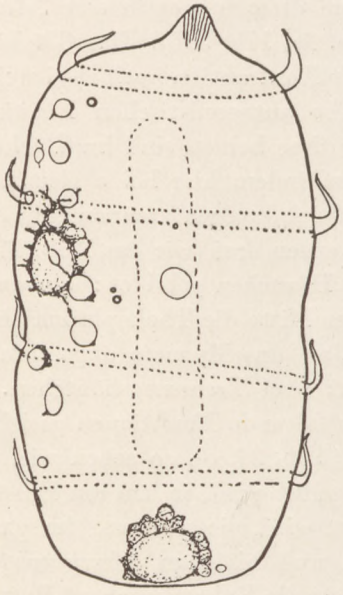

*Abb. 24.* Isolation der Differenzierungskörperchen im Protistenkörper durch Membranen: *a)* (Paramecium) um die Verdauungs-, Pulsations-, Exkret- und Wasserblasen, *b)* um den Myonem im Falle von Myonemenkanälchen, in *c)* um die Stützfasern und zwar in *d)* nur um die Stützfasern (die feinen Polygone), in *c)* nur die Hülle (daher die Durchlichtung) und in *e)* Faser mit Hülle gefärbt (daher im letzteren Falle die groben Balken mit den Löchern für die Trichocyoten). In d: 1. Dreierkörner, für Doppelcilie und Nebenkorn, 2. Basalkorn und Nebenkorn, 3. Trichocystenkorn, 4. Basalkorn für Balkenbildung. *a—b)* schematisch, *c—e)* photographiert nach Silberpräparaten von Paramecium caudatum.

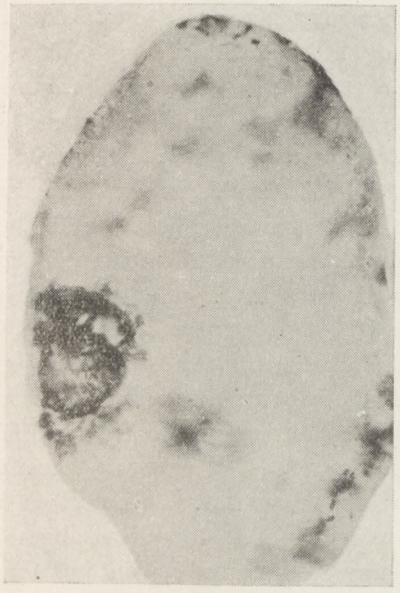
scheiden und Myoneme entstehen, werden diese immer in eine Scheide, den sog. Myonemenkanal eingehüllt (Abb. 9e, 17b, 24b). Das Glöckchen einer Vorticelle hat in Verbindung mit der Kontraktion noch zwei weitere Funktionen auszuführen, einerseits die der antagonistischen Elastizität and andererseits die der Ernährung. Für diese beiden sind im Glöckchen keine besonderen Vorkehrungen getroffen, indem hier beide gleichzeitig vom Körperlarma bedient werden. Im Stiel dagegen trennen sich diese drei Funktionen und dementsprechend werden drei (wie das Abb. 17 für *Charchesium* zeigt) ineinandergeschobene Häutchen gebildet: aussen für die Stütze die chitinöse Stielscheide, in eer Mitte die Thekoplasmascheide für die Ernährung und genz innen, fest an das Myonem angeschmiegt, das Myonemhäutchen; drei Funktionen; drei Trennungshäutchen.

Mit Trennungshäutchen sind ferner folgende Funktionen gesichert: Wenn wir z. B. die Verdauung betrachten (Abb. 24, a), so sehen wir, dass diese Aufgabe innerhalb einer Membran gelöst wird, indem am Ende des Oesophagealrohres eine Blase abgeschnürt wird, die während der ganzen Verdauung und Resorption beibehalten und bis zum &fterporus mitgenommen wird. Desgleichen sehen wir, dass die Exkretion ebenfalls innerhalb einer Blase, der Pulsationsvakuole, vor sich geht. Aehnlich erfahren wir, dass Exkretionskristalle, Sekretgranula, Reservestoffe und auch Wasser mit gelösten Stoffen überall durch Häutchen von ihrer Umgebung getrennt werden. Schliesslich sei bemerkt, dass an vielen Ciliaten eine ständige Entleerungsblase vor dem Afterporus (Cytopyge) steht, auch diese ist mit einer dicken Blase umgeben.

Das merkwürdigste ist nun, dass zur Selbständigkeit der Funktionen eine Scheidehaut nicht unbedingt notwendig ist, sondern dazu auch die Verschiedenheiten einzelner Protoplasmapartien ausreichend sind. So habe ich bisher zwei verschiedene Fälle gesehen, in denen mittels Membran nicht abgegrenzte Körperplasmateile sich untereinander nicht mischten. Einerseits konnte ich nämlich das Exkretionsplasma durch Versilberungsmethoden von der Umgebung scharf trennen (Abb. 2, 7b, c, 24d und 25] und andererseits von den Trichocysten feststellen, dass sie im Entoplasma n eigenen Protoplasmatröpfchen entstehen (Abb. 24a) und weiterwandern. ohne dass eine erkennbare Scheidehaut vorhanden wäre. Hier werden also die beiden Protoplasmateile von ihrer Umgebung höchstens durch ein monomolekulares Aussenhäutchen getrennt.

Wir können also feststellen, dass — wenn der Cellulatenkörper seine Zelldifferenzierungen vermittels einer Isolationsmembran (Zellhäutchen) sichern und unterstützen kann, solche Isolationsmembranen auch innerhalb der Protistenzelle nicht fehlen. Die Zelle ist also nicht die einzige





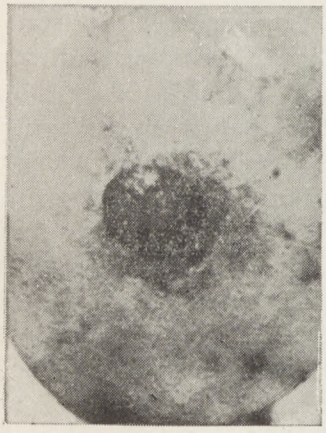


*Abb. 25.* Exkretionsplasma bei Didinium und Colpidium. Didinium in Teilung begriffen, dabei Wanderung des Exkretionsplasmas von hinten in das vordere Tochtertier.

und ausschliessliche Gestaltungsform für autonome Differentiierungen, denn derartiges leistet jeder mittels Membran abgeschlossene oder sonstwie abgesonderte Teil.

*

Zusammenfassend können wir also feststellen, dass es bei den Urtieren nicht nur phylogenetische Veränderungen gibt, sondern dass Schritt für Schritt genau die selben Typen der Veränderung verwirklicht sind wie bei den Cellulaten. Wir konnten sogar neue Prinzipien sowohl bei Viel-

als auch bei Einzellern aufdecken. Ein Unterschied ist nur insofern festzustellen, als selbstverständlich mit der Zahl der morphologisch-physiologischen Bestandteile die Veränderungsmöglichkeit zunimmt. Und die Ciliaten sind etwas arm an Ausrüstung, daher ist es mit den phylogenetischen Veränderungen bei ihnen etwas knapp bestellt; in einem flüssigen Entoplasma kann z. B. morphologisch nicht viel verändert werden, wogegen im geformten Gelplasma (Ektoplasma) reichlich Organe und schon eine Fülle von Veränderungen bestehen.

Auch stimmt dies darin, dass die Veränderungen auch hier vorwärtsschreitende sind, dass sie also irreversibel sind *(Dollos-Regel)*. Man könnte z. B. bei Opisthonecta vielleicht erwarten, dass ein jeder Peritrich, wenn er planktonter wird, zugleich zum Vorwärtsschwimmen zurückkehrt, dies geschieht bei Opisthonecta aber nicht (es gibt auch solche, z. B. Astylozoon, Hastatelle), die Tiere bleiben Rückwärtsschwimmer wie die vegetativen Schwärmer der Peritrichen.

*18. Die Reduktion der Organe (Rudimentationen, Sewertzoff, S. 237—245)*

*Sewertzoff* geht nach der Besprechung der Typen der phylogenetischen Veränderung auf eine Auseinandersetzung der Organverkümmerungen ein, die infolge einzelner Veränderungstypen wie Substitutionen, Funktionswechsel, Reduktion der Zahl der Funktionen etc. entstanden sind. Er stellt das einfache Gesetz auf: »Die Organe oder Organteile der Tiere reduzieren sich in den Fällen, in denen sie im Laufe der Evolution für ihre Besitzer nicht nützlich bleiben *und ihre biologische Bedeutung verlieren*. Die in Reduktion begriffenen Organe bleiben eventuell lange Zeit erhalten.«

Nun dürfte es heissen, dass — wenn bei Einzellern alle Typen der Veränderungen der Vielzeller erhalten sind — auch die unnützen Nachlässe der Vergangenheit zu finden sein müssen. Aber nein! Rudimente finden sich kaum in der Einzellerwelt. Was also seine biologische Bedeutung verloren hat, das geht auch selbst bald verloren. *So leicht wie in das einfache System eines Einzellers etwas eingefügt werden kann, ebenso leicht kann es auch ausgeschaltet werden, ein verwickeltes System dagegen trägt die Zeugen seiner Evolution lange Zeit mit sich, eventuell unvergänglich, wie es z. B. die Spuren der einstigen Pferdezehen beweisen.* Eine Ausnahme bilden die Basalkörperchen, die auch dann existieren, wenn die Cilien über ihnen verloren gegangen sind.

*Ontogenie.*

Nachdem wir die Gleichheit der phylogenetischen Veränderungen bei Cellulaten und Protisten festgestellt haben, drängt sich nun die Frage

auf, wo und wann diese Veränderungen vor sich gehen. Da die Phylogenese in der Aufeinanderfolge der Ontogenese realisiert wird, wollen wir uns nun näher ansehen, was uns die Ontogenese der Protisten zeigt.

Die Cellulaten haben, wie wir das sehr genau wissen, einen wunderbar verwickelten und von Grund aus vielfältigen Individualentwicklungsgang, wobei vieles, ja beinahe alles, Schritt für Schritt neu geleistet wird. Nun sehen wir gegenüber einer wirklichen, wechselvollen Ontogenie der Cellulaten bei den Ciliaten oft kaum eine Spur einer Ontogenie: die Tiere vermehren sich in erwachsenem Zustand mit der vollständigen morphologischen Ausrüstung der Art, ja es gibt solche, die während der Teilung nicht einmal ihre Fresstätigkeit einstellen. Fast jeder Ciliat bewegt sich während der Teilung fortwährend. (Es gibt auch Fälle, wo der Teilung, so wie auch der Konjugation eine Embolie vorausgeht und dann nach der Teilung eine kurze Entwicklung folgt.) Wenn wir nun diese Grenzfälle betrachten, so zeigt sich, dass sich das Muttertier bei der Teilung einfach durchschnürt, die vorhandenen Organe entweder gespalten, also gezweiteilt werden oder sich durch Sprossung selbständig teilen und das, was darauf folgt, kaum die Grenzen einer Regeneration überschreitet. Diese Art und Weise der Vermehrung ist natürlich dem Wesen nach von der Cellulaten verschieden, denn hier handelt es sich um eine jugendliche Embryogenese durch jugendliche, undifferentiierte Geschlechtszellen, während dort eine vegetative Vermehrung alter, erwachsener Individuen stattfindet. Ob bei Ciliaten jemals Gameten mit Geschlechtsvermehrung existierten, dafür fehlen uns Beweise. Heute ist die ganze Ontogenie eigentlich grösstenteils eine Präformation, wo der Nachkomme von der Mutter — in sozialem Sinne — wirklich alles ererbt, indem er mit den Ausrüstungen des Muttertieres weiterarbeitet. In einem Paramecium wird z. B. das Muttertier in der Höhe des Mundes abgeschnürt, wobei alles an seiner alten Stelle bleibt. Es werden also »geteilt«: die beiden Kerne, das Vestibulum, die beiden Exkretionsorgane (einzeln teilen sich diese noch einmal), sämtliche Cilienreihen und Neuroneme, die Längsfäden des Stützgitters und das infraciliäre Gittersystem; Plasma und besondere Einschlüsse (Sekretkristalle, Trichocysten etc.) werden ohne besondere Veränderung durchschnürt. Neugebildet werden dabei im vorderen Tochtertier: die Membranellen des pbaryngealen Abschnittes, die Cilien des Hinterkörpers, die Querbalken des Gittersystems, der Porus excretorius des Hinterkörpers. Neuroneme und Stützfäden wachsen in die Länge. Im Hinterkörpertier geschieht das entgegengesetzte: der Cytopharynx wird vom Muttertier beibehalten. Neugebildet werden am Vorderkörper die Cilien, der Porus excretorius, die Querbalken des Stützgitters, alles

andere wächst aus dem vorhanden gewesenen Material hervor. Im Falle des Colpidium verläuft die Teilung folgendermassen: das vordere Tochtertier behält unverändert den Vorderkörper, darin den ganzen Mundapparat und erhält nur zwei neue Bestandteile: den Porus excretorius und die Cytopyge. Am Hinterteil wachsen die Cilienreihen, Neuroneme und Stützbalken in die Länge aus. Im Hintertier wächst der neue Mundapparat aus der Cilienreihe Nr. 1. (Richtungsmeridian) hervor, Cytopyge und Porus excretorius werden von der Mutter ererbt. Das Exkretionsplasma bildet einen Spross nach vorn, der in das Vordertier hineinwandert. Als wirkliche Neubildung können wir hier eigentlich den Porus excretorius und den Afterporus bezeichnen, denn für die Neubildung der Cilien sollten wir als eigentliche Zeugungsquelle doch die gewesenen Basalkörper betrachten, denn neue Cilien entstehen immer durch Teilung alter Basalkörperchen. Aber auch vom Porus excretorius und vom Afterporus muss bemerkt werden, dass auch diese nicht vom Himmel herunterfallen, sondern ausschliesslich von Basalkörperchen (wahrscheinlich aus ihrer genetischen Ursache!) abschmelzen.

Wir stehen also vor dem merkwürdigen Fall, dass bei den vegetativen Teilungen der Protisten die Fragen der klassischen: genisch bedingten Vererbung kaum in Erwägung kommen, dass zur Verwirklichung und Manifestation der Genpotenzen kaum eine Gelegenheit gesichert ist, da im Organismus fast alles manifestiert bleibt, die Vererbung ist eine direkte, unmarkierte Übertragung des Gewesenen. Der Kern und die Gene sind keine besonders lebenswichtigen, keine sonderlich exzeptionellen Elemente der Teilung und beinahe nur insofern wichtig, wie eine Cilie oder ein Cytopharynx: es ist nur notwendig, dass daraus ein anderer Kern folge. Daraus wird verständlich, weshalb Ciliaten ohne Mikro- und Makronuclei weiterleben, sich teilen und konjugieren können *(Horváth* 1938*)*.

Bei beiden Tieren (Paramecium und Colpidium) wird also für den Aufbau der Tochtertiere das differenzierte Material des Muttertieres uneingeschränkt verwendet, aber auch die neuen Cilien und Mundmembranellen entstehen durch Teilung alter Basalkörperchen, also überall weitgehende Präformation. Epigenetisch entsteht nur der Porus excretorius an einem Basalkörperchen durch Einstülpung und Umänderung der Pellicula, aber auch damit ist eine gewisse Präformation verbunden, da die Stelle der Entstehung lokal festgelegt ist. Das gleiche gilt auch für die Cytopyge.

Bei einem solchen Stand der Dinge ist ganz sicher, dass die bei den Protisten besprochenen phylogenetischen Veränderungen und Neubildungen nicht als Keimesänderungen im Kern, sondern als erworbene

Eigenschaften des Cytoplasmas aufzufassen sind. Die Rolle des Kernes ist nämlich in der sichtbaren Spanne eines Individualcyklus mehr die Erhaltung des Systems und nur in ganz geringem Masse das Bedienen der Entwicklung.

*Hieraus folgt, auch dass weiter auch während der Teilung von der Phylogenese so wenig in Erscheinung tritt und in Folge dessen das Müller—Heckelsche Grundgesetz so wenig zur Geltung kommt.* Einen deutlichen Fall hierfür sehen wir in der Gruppe der Hymenostomata, wo uns ganz deutlich vor Augen tritt, dass eine ventrale Cilienreihe, die vom Mund zum Afterporus zieht, dazu berufen ist, die Mundmembranellen zu bilden. Zu diesem Zweck teilen sich die Basalkörperchen der betreffenden Cilienreihe an einem lokal beschränkten Gebiet nach links (am Bilde nach rechts) in schnellem Tempo, bis mehrere Reihen von Basalkörperchen entstehen, die sich in vier Längsgruppen trennen. Aus diesen vier Längsbändern der Basalkörper wachsen dann die Segelmembran und weiter die drei Mundmembranellen hervor. Nun liegt die Annahme ganz auf der Hand, dass sich genau so wie heute auch früher die Mundmembranellen aus diesem Cilienmeridian herausdifferenzierten, also hier das *Müller—Heckelsche* Grundgesetz zur Geltung kommt.

Zusammenfassend können wir also feststellen, dass das Leben der Ciliaten von Embryonalzuständen kaum gestört, beinahe immer in erwachsenem und betriebsfertigem Zustande von Generation zu Generation verläuft, die besprochenen Veränderungen also direkt unter Einwirkung auf den fertigen Zustand als erworbene Eigenschaften auftreten können.

### *Zusammenfassung und Besprechung einiger Fragen*

Wir haben im Laufe unserer Auseinandersetzungen zwei Dinge kennen gelernt: 1. dass der sog. Einzeller als elementares Lebewesen morphologisch und physiologisch prinzipiell alles leisten kann und mit ihm alles geschehen kann, was der Vielzeller leistet, bzw. was mit dem Vielzeller geschieht, 2. dass auch der Einzeller und seine Organe phylogenetischen Veränderungen unterworfen sind, wobei bei beiden Lebewesen-Gruppen Schritt für Schritt die gleichen Prinzipien und Typen der Veränderungen erkennbar sind. Die erörterten Veränderungen betreffen zumeist einzelne Organe, die sich von innen heraus verändern (Nr. 1—6, 10—13), und zwar verstärkt (Nr. 1, 3, 4, 5, 10.) oder abgeschwächt (Nr. 2, 6, 11, 12) werden, aber auch zwei oder mehrere Organe (7—9, 15—17), wo im Falle der Vertretungen das vorgerückte Organ verstärkt und das vertretene abgeschwächt wird, in anderen Fällen beide (13) oder mehrere Organe (15—17) verstärkt werden. In wichtigen Fällen (Nr. 5 u. 14)

entstehen ganz neue Fähigkeiten und dafür besondere Organe. Die Veränderungen gehen auch bei den Einzellern in strengster Verbindung mit der Umgebung vor sich, sie sind oikologisch bedingt (s. besonders Prinzip 16).

Auf Grund unserer Forschungsergebnisse sind wir vollkommen berechtigt, den Einzeller im Spiegeld es Vielzellers zu betrachten und zwar vor allem deshalb, weil nicht nur eine bestechende Gleichheit der phylogenetischen Veränderungen besteht, die nur eine theoretische Verwandschaft zwischen Zelle und Einzeller ermöglicht, sondern auch, weil eine ununterbrochene Kontinuität zwischen Einzeller und Zelle des Vielzellers (Urtier und Metazoonzelle) zu verzeichnen ist.

Als unumstrittene Tatsache soll uns nämlich vorschweben, dass einst jedes Metazoon an der Grundstufe seiner Evolution Einzeller war. An diesem Punkt der phylogenetischen Entwicklung erwarb sich der Elementarorganismus, das Urtier und die Urpflanze den Kern und das Centrosom als lebenswichtiges Organ. Nur ein Teil der Elementarorganismen, und zwar wahrscheinlich die tüchtigeren und lebensfähigeren, blieben diesem Evolutionsgrad treu und lösten die hohen Fragen der Evolution im Ciliatenzustand. Sie zeigten, wie das Leben mit einer prinzipiell einfachen Ausrüstung von einem Lebewesen gemeistert werden kann. Eine andere Gruppe von Urlebewesen war unfähig, auf dem Wege des Einzellerstadiums zu höherer Entwicklung zu gelangen und schlug daher den Weg es Gemeinschaftslebens oder kolonialer Assoziation ein, in dem die Nachfolger je eines Muttertieres (Mutterpflanze) in einem sozialen Verband beisammenblieben, höchstwahrscheinlich nicht aus Entschluss, sondern einfach infolge einer plötzlich eingetretenen Veränderung, einer unvollständigen Teilung (vielleicht war gerade dies ein Zeichen ihrer Lebensschwäche). Vorderhand standen in diesen Kolonien souveräne und untereinander gleiche Einzelindividuen im Verband. Bei der (agamen oder gametischen) Vermehrung zerfiel die Kolonie in ihre Einzelindividuen und jede Einzelzelle bildete den Ausgang einer neuen Kolonie oder auch umgekehrt : zuerst teilten sich sämtliche Einzellzellen der Kolonie innerhalb des Zellgebietes in kleine Kolonien und erst darauf zerfiel die Komplexkolonie in Einzelkolonien. Nach und nach aber schlossen sich diese Einzelteile körperlich enger zusammen, die Kolonie verwandelte sich in ein Metazoon oder Metaphyton, das nicht mehr ein primäres Urlebewesen ist, sondern eine gewordene Einheit, da die einstigen Urlebewesen, jetzt Zellen, langsam die wichtigsten Lebenserfordernisse untereinander teilten, sich einer Arbeitsdifferenzierung unterwarfen und einzelne von ihnen sogar eine führende Rolle erwarben. Die primitivste

Stufe dieser Differenzierung wird verwirklicht, indem sich für jeden Dienst gleichwertige, also weiter nicht differenzierte Somazellen und Vermehrungszellen sonderten. So ist phylogenetisch aus dem souveränen Urlebewesen die Zelle entstanden. Dass die Zelle so vieles zu leisten vermag, dass sie überhaupt als elementare Lebenseinheit des Vielzellers existieren und als solche betrachtet werden kann, ist eben die Folge ihrer Phylogenie.

Deshalb muss stark betont werden, dass es auf Grund phylogenetischer Betrachtungen ganz und gar unlogisch ist, das Urlebewesen als Einzeller aufzufassen, erstens weil das Urlebewesen früher existierte und erst später allmählich aus ihm die Zelle entstand und zweitens, weil es höher organisiert war und seine Fähigkeiten in der Zelle nicht zugenommen haben, sondern im Gegenteil stark eingeschränkt worden sind. Selbst auch der Name »Zelle« ist unrichtig und unlogisch, da der Begriff Zelle nur eine architektonische, eine bauliche, also strukturelle Bedeutung hat und nur eine konstruktive Zusammensetzungsart bedeutet und erklärt. Ferner müssen wir aber bedenken, dass die Zelle nicht nur ein struktureller Bestandteil eines ganzen Organismus ist, sondern infolge der physiologischen Differenzierungen als bloss autonomer Teil auch bezüglich der Fähigkeiten, der »prospektiven« Bedeutung minderwertiger ist als ein Elementarorganismus. Ein Begriff, der Geteiltes und Minderwertiges ausdrückt, ist nicht auf eine Ganzheit zu übertragen.

Nun ist aber das Wort Zelle nicht mehr zu streichen und indem ich betone, dass der Begriff »Einzeller« der biologischen Betrachtung schadet, schliesse ich mich *Demoll* an, der aus diesen Gründen empfohlen hatte, die Urlebewesen als Acellulaten zu bezeichnen. Durch diese Art und Weise der Betrachtung gewinnt auch der Begriff *Zelle*, in dem wir eben aus den hohen histologischen Leistungfähigkeiten der Protisten verstehen können, weshalb wir all das, was die Zelle und die aus ihr entstandenen Organe in der Phylogenie der Cellulaten geleistet haben, als selbstverständlich auffassen. Erst hieraus wird verständlich und selbsverständlich, dass wir oben die vollständige Parallele der phylogenetischen Veränderungen feststellen konnten und mussten und an den Protisten neue Prinzipien wahrnehmen konnten, die auch an Metazoen ihre Gültigkeit hatten.

Ich möchte nun betonen, dass ich nur den Begriff »*Einzeller*«, nicht aber gleichzeitig den Begriff und Namen »*Zelle*« bekämpfe. Es gibt nämlich in der Biologie nicht nur eine Phylogenie, sondern auch eine Physiologie, nicht nur eine historische, sondern auch eine baulich-funktionelle Betrachtung. Und dabei möchte ich hervorheben, dass meine phylogenetische Betrachtung nur scheinbar die Baustein-Theorie unterstützt unp

nur scheinbar der ganzheitlichen Auffassung der Zellulaten widerspricht. Das expressiv ganzheitliche Urlebewesen setzte sich nämlich in zwei Richtungen fort und zwar einerseits in der Zelle, andererseits im ganzen Lebewesen, indem in der Zelle seine phylogenetisch vielseitigen Fähigkeiten sanken, im ganzen Organismus hingegen physiologisch anstiegen

Ich möchte meine Auseinandersetzungen mit der Feststellung schliessen, dass ein grosser Gewinn für das Leben die Assoziation der Elementarwesen in einer Kolonie und dann die im Metazoon war. Das elementare Lebewesen ist nämlich klein geblieben, da seine Organisation infolge der Zellennatur das Problem des Grössenwachstums nicht lösen konnte. Es ist auch ökologisch beschränkt geblieben: es blieb zeitlebens ein auf das Wasser beschränkter Organismus, der nie die Luft, nie das Festland zu erobern vermochte. (Es gibt eine Menge von Bodenciliaten, die aber nur dann aktiv sind, wenn sich flüssiges Wasser im Boden befindet).

Die Cellulaten hingegen konnten gross werden, da sie eben aus elementaren Lebewesen zusammengesetzt sind und da es in Bezug auf die Körpergrösse gerade auf die Zahl, auf die Quantität der zusammengetretenen bzw. beisammen gebliebenen Elemente ankommt. Die Cellulaten haben sich auch verwickelter gestaltet, da die Zellen als phylogenetisch für das Leben omnipotente Elemente in der Differenzierung sowohl quantitativ als auch qualitativ viel mehr leisten, als ein Elementarorganismus mit seinen feinen, kraftlosen Teilen erreichen kann. Mit der Zahl der Zellen und Gewebe wächst auch die Kombinationsmöglichkeit und komplikative Vervollkommnung enorm an. Die biologische Schwäche eines Elementarwesens hinsichtlich der Vielleistung zeigt sich besonders darin, dass wir unter den Ciliaten ein ideal-harmonisches Wesen nirgends finden, sondern dass die Vollkommenheiten in den Arten nur in Details hervortreten. Bewegungs- und sinnesmorphologisch haben es z. B. die Hypotrichen am weitesten gebracht, doch fehlen ihnen die Linsenaugen und die Myoneme, gerade die Höchstleistungen unter den tierischen Erfindungen. Ein Vogel oder ein Säugetier ist eben ein korrelativ und koordinativ harmonisch gebautes, vollkommenes Lebewesen, bei dem nicht nur hie und da für das Leben etwas Vollkommenes geleistet worden ist, sondern proportional an jedem Geleise der Lebenserscheinungen.

Merkwürdig ist auch, dass die Protisten eine bilaterale Symmetrie nicht erworben haben. Sie sind spiral gebaut, haben — physiologisch betrachtet — ein Bohrerformat, da sie eben Bohrbewegungen ausführen. Die bilaterale Symmetrie der einfachen Metazoen ist an eine Gleit- bzw. Kriechbewegung gebunden. Hierzu ist aber ein schwerer, also grösserer Körper erforderlich und gerade *der* fehlt bei den Protisten. Es gibt doch

genügend viele Kriechtiere und einige Gleittiere unter den Ciliaten, doch sind alle spiral: kochliooid gebaut, da zeitweise jeder Ciliat freischwimmt und während dessen als Bohrerorganismus arbeitet. Wie stark dieser Spiralbau den Ciliaten anhaftet, zeigen Fälle bei den Hypotrichen, die infolge ihrer benthalen Lebensweise als Kriechorganismen im allgemeinen der Bilateralsymmetrie am nächsten getreten sind, eine deutliche Dorsal- und Ventralseite ausgearbeitet haben und, wenn sie zur planktontischen Lebensweise zurückkehren, den schönsten Spiralbau aufweisen, wie er z. B. an dem in meinem Institut entdeckten Organismus am deutlichsten hervortritt (*Spirofilum tisiae*, *Spiretta plancticola* ist zugleich ein deutliches Beispiel für die Phasenfixation).

Sowohl dieser Spiralbau als auch andere wirkliche Unterschiede sind dem Wesen nach in dem kleinen Ausmass der Tiere begründet (kleine Turbellarien, wie Rotatorien schwimmen oft eben an einer Spiralbahn).

## LITERATUR


1.a Fedotov D. M. 1936. Morfomolicseszkije zakonomernosztyi evoljucii v primenenyii k beszpozvonocsnüm. Izv. An. Sz. Sz. R. (Leider erfuhr ich erst spät von dieser Arbeit.)

1. *Feledi, L.:* Holosticha tetracaryota n. sp. etc. pályadolgozat.

2. *Gelei, J.:* Új Paramecium Szeged környékéről. Paramecium nephridiatum n. sp. Állat. Közl. (Zool. Mitteil.) 22. 1925.

3. *Gelei, J.:* Zur Kenntniss des Wimperapparates. Zeitschr. f. Anat. u. Entwickl. Bd. 81. p. 530—553. 1926.

4. *Gelei, J.:* Die reizleitenden Elemente der Ziliaten in nass hergestellten Silber- bzw. Goldpräparaten. Arch. f. Protistenk. 77. 152—174. 1932.

5. *Gelei, J.:* Historisches und neues über die interciliaren Fasern und ihre morphologische Bedeutung. Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikrosk. Anat. 22. 1935.

6. *Gelei, J.:* Die Bildung des Porus excretorius und sein Verhältnis zum Neuronemensystem bei Paramecium. Biol. Ztrbl. 56. 27—34. 1936.

7. *Gelei, J.:* A csavarmenetes vagy kochliooid alkattypus a Csillósok (Ciliata) világában. Állatt. Közl. (Zool. Mitteil.) 33. 1936.

8. *Gelei, J.:* Der schraubige Körperbau in der Ciliatenwelt in Vergleich zu den Symmetrieverhältnissen der vielzelligen Tiere. Arch. f. Protistenk. 88. 1937.

9. *Gelei, J.:* A véglények tökéletesbülésének alapelvei. Math. és Term.-tud. Értesítő. 59. 312—329. 1940.

10. *Gelei J.:* A szervek működésének fajfejlődéstani megváltozása. Term.-tud. Közl. 9. 1940.

11. *Gelei, J.:* A soksejtű állati lény (Metazoon) fölénye az Egysejtű (Protozoon) fölött. Die Überlegenheit der Vielzeller über den Einzeller. Állatt. Közl. (Zool. Mitteil.) 37. 1—23. 1940.

12. *Gelei, J.:* Cilienstruktur und Cilienbewegung. Verhandlg. der D. Zoolog. Gesellsch. 31. Jahresversammlg. zu Kiel. 1926.

13. *Gelei, J.:* Ein Vergleich der Ciliaten und der Strudelwürmer. Vejdovsky-sche Festschrift, Prag. (Vestnik Cs. Zool. Spolecnosti v Praze. VI—VII 1938/39. 155—182.) 1940.

14. *Gelei, J.:* Sonderbare planktontische Hypotrichen in den temporären Gewässern. XII. Beitrag zur Ciliatenfauna Ungarns. Múzeumi Füzetek. Új évf. II. p. 136—157. 1944.

15. *Gelei, J.:* Die Marynidae der Sodagewässer in der Nähe von Szeged. Zeitschr. f. Hydrologie. 1950.

16. *Gelei, J.:* A környezet és a testfelületi nyílások kapcsolata. Előadás az Akadémia IV. O. 1950. január 23-án tartott szakülésén.

17. *Gelei, J.—Sebestyén, O.:* Einige Bemerkungen zum Bau und Funktion der Syncilien bei den Darmciliaten, besonders der Entodiniomorpha. Acta biol. IV. 141—161. 1932.

18. *Horváth, J.:* Experimentelle Hervorbringung mikronucleusloser Ciliaten. Arch. Biol. Hung. II. 18. 1948.

19. *Németh, A.:* Két szennyvízélettér csillós véglényeinek összehasonlítása. Pályamunka.

20. *Párducz, B.:* Das Entstehen der strudelnden Ernährungsweise in der Gruppe Hymenostomata. Acta Biol. Szeged. Tom. III. 1935. p. 190—221.

21. *Párducz, B.:* Beiträge zur phylogenetischen Ableitung der hymenostomen Infusorien. Arb. d. I. Abt. d. Ung. Biol. Forschungsinst. VIII. 1935—36. p. 120—141.

22. *Párducz, B.:* Über die biologische Bedeutung des schraubigen Körperbaues der Ciliaten. Acta Biol. Szeged. IV. 1936. p. 12—38.

23. *Párducz, B.:* Körperbau und einige Lebenserscheinungen von Uronema marinum Duj. Arch. f. Protistenk. 92. 1939. p. 283—314.

24. *Párducz, B.:* Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Gattungen Uronema u. Cyclidium. Arch. f. Protistenk. 93. 1940. p. 185—214.

25. *Sewertzoff, A. N.:* Morphologische Gesetzmässigkeiten der Evolution. G. Fischer 1931.

## МОРФОГЕНЕЗ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ, С ПРИНЯТИЕМ ВО ВНИМАНИЕ МОРФОГЕНИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ СЕВЕРЦОВА

Иожеф Гелеи
Медицинско-Биологический Институт
Ун.-та г. Сегед.

(Резюме.)

Мы сравниваем с полным основанием, одноклеточное существо и как его представителя цилиаты, с многоклеточными, так как для всех функций, для исполнения которых многоклеточные снабжены органами, или системами органов, у одноклеточных также развиваются разновидности форм: »органеллы« и системы »органеллов«. Высшую ступень дифференциации образует в одном из направлений »Ophryoglena monophtalma Gelei«, у которой образовался глазной хрусталик и вблизи него черный пигмент.

Действительность положений Северцова, по отношению к первобытным существам, представляется следующим образом:

1. Усиление функции, интенсификация

*а*) Реснички образуются у быстро плавающих первобытных существ густо, и гуще всего спереди, чем сзади на вентральной стороне, чем на дорсальной (3 рис. b, 7 рис. *a*, 20 рис.)
б. у пресмыкающихся они гуще на части тела, касающейся земли. Величина ресничного органа, пока он выступает единично, уменьшается с ускорением движения: ресничный орган может только посредством своей длины, принимать участие в интенсификации, и действительно принимает участие тем, что несколько ресничек хлыстообразно, или крылообразно, прилегают друг к другу: это большие усики, волосики, группы Пери-, Гипо- и Олиготриха (рис. 3. c). в) О щупальных щетин можно сказать то-же самое, что и о ресничках. — Интенсификация проявляется здесь, либо возрастанием числа рядов щетин, либо уплотнением рядов с грудной стороны рис. (4 b, c).

г) Интенсификация зева наглядно показана на 4-х чертежах 5 рисунка, согласно которым у »Bryophyllum« отверстие рта доходит до $^3/_4$ всего тела.

д) (6 и 7 таблица показывают интенсификацию пульсирующего пузыря или дефекационного органа, с одной стороны возрастанием числа элементов (6 d-e), с другой-же возрастанием числа и длины испражнительных каналов (7a—7e).

2. Ослабление функций (Северцов 1931).

Вращающийся, подобно пестику в ступе, уроцентр (центрохвостый) (рис. 10e) спереди лишен ресничек, урозона (рис. 8b) и спереди и сзади. Уростиля (рис. 23e) обросла равномерно ресничками по всему животу, напротив, мы находим в середине живота »Paruroleptus« — а два густо ресничные места, у »Holostycha oxytrichoidea Nemeth« два скудно-ресничные, у »Oxytricha tetra nucleata Nemeth« два недостаточно-ресничные и у »Euplotes«, в середине, голую часть тела.

Первая и вторая глава приводят наглядный пример качественного изменения путем соединения количеств.

3. Фиксирование функциональных фаз

(Phasis-fixatio, Северцов.) Первая фаза движения реснички (готовая к поднятию ресничка с изогнутым вперед концом) фиксируется в случаях тугих ресничек, как напр. адоральные реснички у »Loxocephalus« (рис. 9 a) и веслообразные ресницы у »Pleuronema coronata« (рис. b, c, и т. д.) Подобным-же образом, привязанный к месту дефекационный орган всей группы ресничковых, является зафиксированной фазой, в противоположность к циркулирующему пульсирующему пузырю амэбы. Планктонные виды »Opisthonecta« фиксируют роевую фазу развития »Peritricnus«-ов — посредством состояния попятного плавания и, соответственно с этим движением, помещения отверстия зёва на спине.

4. Изменение функций (Дорн. 1875).

Подвижная ресничка исполняет первоначально двойную функцию: передвижения с места на место и чувственного восприятия: щупальные реснички образуются из первоначальных передвижных, таким образом, что главная функция: движение-вытесняется на задний план, или упраздняется, а первоначальная побочная функция становится главной функцией. Это подтверждается тем фактом, что в течение индивидуального развития, все щупальные реснички в рядах ресничек вырастают, посредством размножения базальных телец, из новых базальных телец на место ресничек. Нормальный ресничный орган служит — и это вторая побочная функция — своей большой поверхностью также и для витания и поэтому преобразовывается на витательный орган, как, например, в случае длинных пучков ресничек, »Halteria«, или могучих плавательных крыльев »Spiretta«-ы. (Рис. 3c.)

5. Расширение функций. (Плэт, 1912)

Возникшие, вследствие количественной интенсификации, волоски, становятся способными исполнять — кроме качественно усовершенствованного перемещения — новые функции, в качестве ног, или крыльев для ловли, царапанья, торможения, или вентиляции. Серия a—f, 12-го рисунка, изображает процесс качественного усовершенствования на примере постепенного совершенствования зёвного органа группы »Gymmostomata«, начиная с голого и безорганного зёва, из которого образуется, путем присоединения трихитов и вершевых палок и позднее, путем выростания выпуклых бородавок, или, наоборот, вдавления голой воронки зёва, все более и более сложный орган для ловли, парализования и глотания. 13-я таблица изображает далее совершенствование зёва в группе »Trichostomata« — таким путем, что уже, раньше вдавленной воронке зёва возникает, предварительно, два, потом три, щеткообразных органа и, в последнем случае, с правой стороны края отверстия зёва, образуется выдающаяся рубцевая кожица (рис. 13c.) у »Paramecium« совершенствуется зёвный орган через дальнейшее развитие »vestibulum« (рис. 13 e, 14b). Наконец, у группы »Spirostomata-«, мы имеем перед собой ловящий пищу орган в самом совершенном развитии, где перед глоточной воронкой, слева, состоящий из безчисленных крылышек, круговоротный орган, а справа 2—3 мембранелл, составляют кооперативное сотрудничество.

6. Ограничение функций. (Северцов 1931)

Примерами служат тугой у многих ресничковых веслообразный хвост (рис. 6c, 10e.), и, прикрывающая зёв во время плавания, рубцевая кожница (рис. 8c и 9ab).

7. Замещение органов. (Клейненберг 1886).

Адоральная кожа Colpidium colpoda-, или многих Hypotrichus заменяется на правой стороне зёвочной воронки кожицей из плазмы корытообразной, или клиновидной формы. В группе Tricho- и Spirostomata исчезают постепенно вершовые палки, потому что глоточная воронка берет на себя их роль пищевода (рис. 14a—c).

8. Равноценное физиологическое возмещение (Федотов, 1925).

Определяющая форму тела, роль волокна экто-плазмы, дополняет и замещает »pellicula-« утолщением (рис. 16 a—d). Находящаяся с правой стороны зёвной щели, рубцевая кожица, либо заменяется таким образом, что напротив её, с левой стороны, образуется корыто и тогда оно служит уже взамен противоположной концу корыта губы, либо вся полость вокруг зёвной щели погружается внутрь (группа Paramecium).

Сессильные существа помещены на длинном кутикулярном стебеле: некоторые сессильные животные замещают свой стебель таким образом. что их тело удлиняется змеинообразно сзади (Paravorticella), или спереди (Ophridum).

Самый красивый вид вознещения мы видим у сукториев, у которых зёвное отверстие исчезает потому, что пища поглощается возникающими вместо ресничек »suctella«-ми.

9. Замещение функций (Северцов, 1931)

Служащие для защиты трихоцисты исчезают там, где для защиты служит утолщение тела (Hyptricha, Ophryoscolecida), или мионемический общий вывих (Spirostomidae).

10. Мобилизация функции (Северцов, 1931)

Здесь Северцов рассматривает приведение в движение неподвижных органов. Мы находим более совершенный пример этого у ресничковых, чем у многоклеточных, а именно ; в преображении первоначально несокращающегося стебеля в сокращающийся, как мы это наблюдаем при, весьма сложно построенном, мионемическом стебеле »Vorticella« (рис. 9 и 17).

11. Демобилизация функций (Северцов, 1931).

В макронтах Carchesium-a »peristomum« делается неподвижным, далее не развиваются, не пекторальные мионемы тела, ни мионемы стебеля, даже ликвидируется функция »cyto-harynx«-a : настоящая демобилизация в трех направлениях.

12. Симиляция функций. (Северцов, 1931)

Тело опалины равномерно покрыто недифференцированными ресничками ; это происходит оттого, что животное потеряло, вследствие своего паразитного образа жизни, свое зёвное отверстие и тем самым прекратилась первоначальная дифференциация ресничек полости зёва, которые расплавились в однообразном покрове тела.

13. Раскол органов, или их функций (Северцов, 1931).

Единичное ядро однонуклеарного первобытного состояния раскалывается (рис. 19) пополам и становится работающим и производящим ядром, или единственное координирующее меридианное Neuronema ресничковых существ раскалывается пополам и становится моторным и выделяющим »Neuronema« (рис. 21). Единичная мембранелла раскалывается также соответственно своим трем функциям : на щупальный, переместительный и глотательный отрезок (Гелей—Шебештьен 1932).

К приведенным, на основании трудов Северцова, 13-ти положениям, присоединяются еще следующие 4 новых положений.

14. Новые функции, новые органы

Здесь обращается особое внимание — по отношению к многоклеточным — на клетки мезэнхима и филогенетическое значение мезэнхима, где мы впервые встречаем такие клетки, которые совсем не соприкосаются с внешним миром.

Возникновение мезэнхима приносит с собой, для несоприкасающихся с внешним миром клеток (ткань), спонтаническое первоначаль-

ное появление дефекационной системы, кровеносной системы, внутренней мышцевой системы, системы внутренных подпор и внутренней нервной системы. Дальнейшее чрезвычайное значение мезэнхима состоит в неожиданном появлении междуклеточных щелей и разнообразных междуклеточных скелетных волокон, иначе, междуклеточной системы лакун. — У одноклеточных следует принять в соображение спонтаническое появление функций, или органов, зёвную щель и все ее производные, далее секреционный покров »cytopharynx«-а.

## 15. Координация функций

С целью создания гармонии организма. Координация, под именем субординации и интеграции, — многократно упомянутое явление у многоклеточных — механические, химические, гормональные проявления и касающиеся обменавеществ и возбудительности — факторы которых — хорошо известны. У одноклеточных известно базальное тельце, система »Neuronema« и, кроме того, в некоторых отношениях, и химические координаторы. Базальное тельце координирует образование ресничек, движение ресничек и согласование движения ресничек. — Для решения этой задачи, оно воспитывает »Neuronema« (рис. 20), которые связывают, нетолько одну ресничку с другой, но (как это наглядно показывает рис. 19) ресничку с щупальной щетиной, трихоцистой, порами тектина, испражнительной порой, зёвным отверстием и задней щелью. Во всем этом сотрудничестве следует рассматривать базальное тельце еще и в качестве созидателя porus excretorius — а зёвной и задней щели.

## 16. Соединение функций и органов

Это составляет одну из самых длинных глав труда, и было отдельно доложено автором на заседании Академии 23 января текущего года. Особое внимание обращено на связи щелей органов с внешним миром и их тесного отношения к передвижению с места на место, особенно к сессильному образу жизни. Щели воспринимающих органов, (питательных, дыхательных, нюхательных органов), образуются на части расположенной спереди, в направлени — изменения местоположения ; таким образом спереди находятся зёвное отверстие дыхательное отверстие, нюхательная щель ; выделительные щели, напротив, находятся на задней, по отношению к изменению местоположения, части : итак, в конце тела находятся : щель конечной кишки, генитальная щель, и экскреционная щель. Следует понимать, как паратрематоз, группировку рядом друг с другом вышеназванных щелей, под влиянием особой среды, а, наоборот, как синтрематоз, их слияние состоявшееся под влиянием опять таки окружающей среды. По причинам, которыми занимается эволюционное учение, могут, например, быть соединены зёвное и дыхательное отверстие, или дыхательное и нюхательное, или »porus urogenitalis.«

Можно наблюдать у транслаторно двигающихся, многоклеточных и особенно у круговоротных червей, что »porus excretorius« иногда

соединен с генитальным отверстием, а иногда с зёвном; соединение полового отверстия с зёвным редко встречается; 21 рисунок показывает, как у ботромэзостомов состоялся совершенный синтрематоз с образованием зёвной клоаки, таким образом, что первобытный зёв (Gastroporus) служит одновременно щелью analis-a, половой и испражнительной. Автор объясняет причину этого явления таким образом, что кислая дезинфекция зёвного отверстия охраняет и другие щели. 22 рисунок изображает связанные с сессильным образом жизни случаи пара — или синтрематоза у бриозов или сессильных и полусессильных первобытных существ, 23 рисунок показывает связь между особого рода перемещения и щелями (зёвной задней Porus exretorius.)

## 17. Диссоциация органов и функций

Из мира многоклеточных известен пример разделения клоаки у позвоночных животных на задне, проходную и урогениальную шель, как и подразделение последней на дальнейшие две щели: дистрематоз. Мы встречаем в мире первобытных существ похожее явление, в виде такого подразделения сосредоточенных в эёвной щели трихитов и вершевых палок, что на краю зевной щели, образуются отдельные трихитовые, или трихоцистовые бородавки.

В связи з этой проблемой, объяснено подробно, с помощью 24-го рисунка, значение способствующих разделению перепонок (клеточных кожиц, вакуолевых кожиц).

## 18. Рудиментанция (Северцов, 1931).

Северцов рассматривает подробно филогенетические остатки органов, вышедших, по различным причинам, из употребления у позвоночных животных. У первобытных существ можно едва найти следы подобных остатков.

Из приведенных сравнений видно, что первобытные существа способны исполнять почти все те функции, которые исполняют многоклеточные и, что все открытые Северцовым возможности филогенетических изменений применимы к многоклеточым, и даже больше, что новые его положения действительны в полной мере, так для одно-, как и для много-клеточных.

Можно поставить вопрос, почему первобытные существа остались крохотных размеров и почему они не вышли из своего первобытного жизненного пространства — воды?

На оба вопроса существует один общий ответ, а именно, что первобытное существо ***одноклеточное,*** со всеми ограничениям, которыми обременены размеры одной клетки и ее природа »мастера на все руки«, тогда как, многоклеточное образует общество клеток, где, благодаря количеству клеток, может быть осуществлена общая жизнь, общий труд, со всеми преимуществами высокой производительности свойств клетки, среди них, ее приспособляемостью к среде, с помощью которой, многоклеточным удалось завоевать сушу и даже воздух и, наконец, в лице совершеннейших своих созданий — стать руководящими повелителеями той природы, которой они когда-то были подчинены.

ORSZ. SZECHENYI KONYVTAR

Akadémiai Kiadó (Budapest, VI. Sztálin-út 31). Felelős: Mestyán János

Budapest nyomda, V., Gerlóczy-u. 2. — 9066 — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc