

beide ausgefallen, die Alveolen sind aber für den Pd2 zu groß; Nr. 18707 des B.Z.M., Kronen durch Perforation des Halses zum Ausfallen gebracht, nur die Wurzeln vorhanden, diese für den Pd2 zu groß.

$\overline{P2}$ niemals entwickelt.

$\overline{P3}$ zweimal auf beiden Seiten entwickelt (Nr. 18698 und 18730 des B.Z.M.) und einmal nur auf einer Seite (Nr. 14381 des B.Z.M.), außerdem trägt Schädel A 1669 auf einer Seite eine P3 Alveale.

Fassen wir nun die Beobachtungen kurz zusammen, so hat sich für den Eisbären folgende Gebißformel ergeben:

$$I \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1 \cdot 2 \cdot 3} C \frac{1}{1} P \frac{1 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 4} M \frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 36.$$

Für den Ausfall der Milchzähne ergibt sich folgendes:

Id1 (5 Monate), Id2 (9 Monate), $\overline{Id3}$ (13 Monate), Id3 (etwa 15 Monate), Cd (etwa 19 Monate), $\overline{Pd2}$ (etwa 9 Monate), Pd2 (15 Monate bis 4 Jahre, ausnahmsweise sogar noch länger. [Auf einer Seite des Schädels Nr. 18698 des B.Z.M. Basallänge 335 mm]) $\overline{Pd3}$ (etwa 10 Monate), Pd3 (etwa 13 Monate), $\overline{Pd4}$ (etwa 6 Monate), Pd4 (etwa 10 Monate).

Für das Durchbrechen der bleibenden Zähne ergibt sich:

I1 (5 Monate), I2 (etwa 9 Monate), $\overline{I3}$ (etwa 14 Monate), I3 (etwa 15 Monate), C (16—24 Monate), $\overline{P1}$ (4 Monate), P1 (5 Monate), $\overline{P3}$ (13 Monate), P4 (etwa 6 Monate), $\overline{P4}$ (etwa 13 Monate), M1 (etwa 5 Monate), $\overline{M2}$ (6—13 Monate), M2 (etwa 15 Monate), $\overline{M3}$ (etwa 15 Monate).

Interessant ist die Tatsache, daß auch hier die Milchzähne, die keinen Nachfolger haben, viel länger stehen bleiben als ihre Nachbarn, ein neuer Beweis für den Zusammenhang von Milchzahnausfall und Aufsteigen der bleibenden Zähne, während andererseits der doch schließlich erfolgende Ausfall des Milchzahnes beweist, daß eben jeder Zahn nur ein bestimmtes Alter erreicht.

7. Beobachtungen an *Paramaecium putrinum* und *Spirostomum ambiguum*.

Von Friedrich Alverdes, Halle a. S.

(Mit 2 Figuren.)

Eingeg. 30. Mai 1922.

Nach Abschluß der Arbeit: »Untersuchungen über begebisselte und beflimmerte Organismen« gelangten 4 Infusorienarten in meine

Hände: *Paramecium putrinum*, *Spirostomum ambiguum*, *Stentor roeseli* und *Loxophyllum meleagris*. Ich hatte dieselben bisher in meinem Material vermißt; sie waren mir daher zur Ergänzung der früheren Beobachtungen sehr willkommen.

Die Angaben über die Morphologie von *Paramecium putrinum* in der Literatur sind keine einheitlichen. Schewiakoff (1896) sowie Claparède und Lachmann (1858—60) zeichnen diese Art mit einer contractilen Vacuole, J. Roux (1899) gibt dagegen deren zwei an. Nach Claparède und Lachmann, sowie nach Roux, sollen keine Trichocysten vorkommen, Blochmann (1895) zufolge fehlen dieselben fast stets. Die von mir beobachteten und als *P. putrinum* angesprochenen Infusorien sind schlanker als *bursaria* und völlig ohne Zoochlorellen. Die beiden Figuren wurden mit dem Zeichenapparat nach dem Leben entworfen, aber nicht nach gequetschten oder sonst

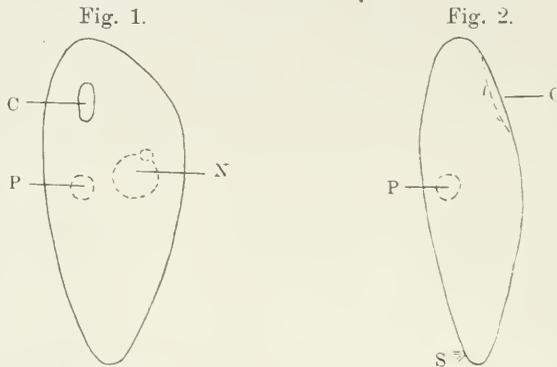


Fig. 1. *Paramecium putrinum* von der Ventralseite gesehen. Die beweglichen Cilien sind in der Zeichnung fortgelassen. Vergr. 400 \times . C, Cytostom; P, pulsierende Vacuole; N, Macro- und Micronucleus.

Fig. 2. Dasselbe von der rechten Flanke. Die Peristomfurche durchschimmernd. S, der dorsal gelegene garbenförmige Schopf starrer Cilien.

künstlich festgelegten Objekten, sondern nach Tieren, die sich unter dem Mikroskop für kürzere oder längere Zeit spontan still verhielten. Lediglich der Kernapparat in Fig. 1 ist nach Beobachtungen an gepreßten Tieren ergänzt, da er nur bei diesen deutlicher hervortritt.

Wie alle *Paramecium*-Arten erscheint *putrinum* als asymmetrisch gestaltet. Der ventral befindliche Mund ist nach der morphologisch rechten Seite verschoben und liegt dabei nahe dem Vorderende. Eine seichte Peristomfurche führt zu ihm hin (Fig. 2). Nach hinten verjüngt sich der Körper. Die linke Vorderkante ist, wie bei den andern Arten, abgeschrägt, rechts dagegen zeigt sich eine, wenn auch nur schwach angedeutete schnabelartige Bildung. Der After liegt zwischen Mund und hinterem Körperpol. Wie bei *P. bursaria*

ist der Körper dorsoventral abgeplattet. Im übrigen ist die Gestalt einer individuellen Variation unterworfen, indem manche Individuen plumper, andre dagegen noch ein wenig schlanker als die abgebildeten sind.

Die pulsierende Vacuole erwies sich als stets nur in der Einzahl vorhanden. Bei ungestörten Individuen war ihre Pulsationsfrequenz eine sehr langsame; bei gequetschten Tieren steigerte sich dieselbe dagegen sehr erheblich, so daß bis zu 25 Pulsationen in der Minute erfolgen konnten. Dann sah man in günstigen Fällen wohl auch die sternförmig angeordneten Zuleitungskanäle, welche im allgemeinen in der Sechszahl vorhanden waren. Vielfach ließ sich allerdings von diesen Kanälen nichts entdecken.

Nach Reizung wurden, wie bei den übrigen *Paramaecium*-Arten, Trichocysten ausgeschleudert.

Der Körper von *putrinum* ist über und über mit beweglichen Cilien bedeckt. J. Roux zeichnet auf der Ventralseite der von ihm untersuchten Tiere einen Schopf starrer Cilien (Taf. 13, Fig. 19), welche die beweglichen Flimmerhaare an Länge und Stärke übertreffen. Bei meinen Objekten konnte ich ebenfalls einen solchen garbenförmigen starren Cilienschopf nachweisen; nur liegt derselbe hier nicht auf der Ventral-, sondern auf der Dorsalseite (Fig. 2). Er hat also eine ganz ähnliche Lage wie bei *bursaria*. Die starren Haare überragen die beweglichen Cilien an Länge nicht; deshalb ist es schwer, sie am frei beweglichen Tier zu finden. Einfacher ist es, sie zunächst an gepreßten Individuen nachzuweisen. Man erkennt den starren Schopf dann sowohl bei Betrachtung von der Dorsal-, wie von der Ventralseite, und ganz besonders wird seine Lage an Tieren deutlich, welche man von der Flanke her betrachtet. Ich wage nicht zu entscheiden, ob J. Roux bei seiner Angabe sich geirrt hat, daß an den von ihm untersuchten Tieren die starren Cilien ventral gelegen waren, oder ob seine und meine Objekte wie in andern, so auch in diesem Punkte voneinander abwichen.

Hat man den starren Schopf erst einmal an gepreßten Individuen entdeckt, so vermag man ihn in glücklichen Momenten auch an Tieren wiederzufinden, welche keiner Pressung unterworfen wurden. Allerdings müssen dann die umgebenden beweglichen Cilien in Flimmerung begriffen sein, sonst verdecken sie die starren.

In meinen »Studien an Infusorien« konnte ich für *P. caudatum*, *aurelia* und *bursaria* den Nachweis erbringen, daß der unbewegliche Cilienschopf dort eingepflanzt ist, wo bei der schwimmenden Locomotion die Rotationsachse das Hinterende des Tieres verläßt. Ich gelangte daher zu der Ansicht, daß seine Funktion nicht in einer

rein tastenden sich erschöpft, sondern daß seine biologische Bedeutung hauptsächlich darin liegt, die vorwärts gerichtete Rotation in der Weise stabilisieren zu helfen, daß das im Vergleich mit dem Vorderende in kleinerem Bogen schwingende Hinterende nicht seitlich wegrutscht. Denn bei allen bisher von mir untersuchten beflümmerten und begeißelten Organismen, einschließlich der Turbellarien und Rotatorien, liegt während eines Schwimmens in einer Spirale im allgemeinen nicht eine einfache, sondern eine Doppelspirale vor, bei welcher der vordere Körperpol den weiteren Bogen beschreibt.

Beobachtet man *P. putrinum* während des Vorwärtsschwimmens, so sieht man, daß auch hier meist eine Doppelspirale in dem angegebenen Sinne beschrieben wird. Ein Schwimmen in der Weise, daß Vorder- und Hinterende auf der gleichen Spirale dahingleiten, ist nur ein seltenerer und extremer Fall. Bei der Bewegung auf einer Doppelspirale läßt sich nun feststellen, daß der starre Endschoß am Drehpunkte des hinteren Körperpoles liegt. Somit dürfte wohl seine Funktion hauptsächlich die sein, die relative Lage des Tieres zur Fortbewegungsachse zu sichern. Meine früher geäußerte Vermutung, der starre Schopf stünde wohl auch bei *putrinum* mit der rotierenden Locomotion in Beziehung, hat sich also bestätigt.

Die Ortsbewegung von *P. putrinum* ist allermeist nicht eine schwimmende, sondern eine kriechende. Darin gleicht diese Species *bursaria*; beide sind sie dorsoventral abgeflacht. Von allen *Paramaecium*-Arten ist *putrinum* die am raschesten bewegliche, was die Beobachtung nicht unwesentlich erschwert. Während des Kriechens wird der Mund stets zur Unterlage gewandt. Die Cilien dienen dabei, ganz ähnlich wie bei *bursaria* und wie in noch ausgeprägterem Maße die Cirren der Hypotrichen, zum Schreiten. Im Gegensatz zu den abgeplatteten Arten *putrinum* und *bursaria* stehen die cylindrischen Formen *caudatum* und *aurelia*, die sich in der Hauptsache nur schwimmend fortbewegen; ein eigentliches Schreiten kommt hier weniger in Frage.

Die kriechende Locomotion vollzieht sich bei *putrinum* in der gleichen zierlichen Weise wie bei *bursaria*, so daß ich in dieser Hinsicht auf meine früheren Ausführungen über diese Art verweisen kann.

Im übrigen erscheint es mir lohnend, festzustellen, worauf die großen Verschiedenheiten in den Angaben der Autoren bezüglich der Morphologie der Art *P. putrinum* zurückzuführen sind. Möglicherweise liegen überhaupt verschiedene Arten vor, oder es gibt nur eine Art, die aber eine sehr erhebliche Variationsbreite besitzt. Dann wäre es von Interesse, zu erfahren, inwieweit es sich um reine Phäno- oder um Genophänovarianten handelt. Eine Entscheidung darüber, ob

wir eine oder mehrere Arten anzunehmen haben, wäre im Sinne der Kleinschmidtschen Formenkreislehre danach zu treffen, ob sich die verschiedenen Formen unter natürlichen Verhältnissen miteinander paaren oder nicht. Es scheint mir nicht überflüssig, zu betonen, daß der einzige Weg, um zu naturgetreuen Abbildungen dieser Infusorien zu gelangen, der ist, völlig ungepreßte und auch auf keine andre Weise festgelegte Individuen zu zeichnen.

Während eines Zeitraumes von 5 Tagen stand mir *Spirostomum ambiguum* in großer Individuenzahl zur Verfügung; dann waren diese sehr launisch auftretenden Tiere restlos verschwunden. Immerhin bot sich genügend Gelegenheit, sie zu beobachten und mit ihnen zu experimentieren. Die Tiere fanden sich in dem sie beherbergenden Wassergefäß an wechselnden Stellen zuweilen in großen Massen zusammen, so daß sie für das bloße Auge große weiße Flecke bildeten; es handelte sich um typische »spontane« Ansammlungen, wie Jennings sie für viele Infusorienarten beschreibt. Dieser Autor hat es wahrscheinlich gemacht, daß die Tiere durch gewisse von ihnen selbst produzierte Stoffe chemotaktisch zusammengeführt werden.

Bei der vorwärts gerichteten Locomotion schwimmt *Spirostomum*, wie auch die jetzt erstmalig daraufhin von mir untersuchte Art *Stentor roeseli*, in einer Doppelspirale unter Rotation über die linke Seite; bei *Spirostomum*, dieser langen und dünnen, dabei verhältnismäßig langsam sich fortbewegenden Species tritt diese Fortbewegungsweise für den Beobachter wohl am sinnfälligsten in die Erscheinung. Während der Locomotion wird der Körper der Tiere nach meinen Beobachtungen stets schwach derart gekrümmt, daß die Ventralfläche konvex, die Dorsalfläche konkav ist. Die letztere wird stets der Außenseite der Spiralbahn zugewandt. Der vordere Körperpol des Tieres ist insofern asymmetrisch gestaltet, als die morphologisch rechte Seite, ähnlich wie bei *Paramecium*, durch eine Schnabelbildung ausgezeichnet ist, wohingegen man die gegenüberliegende Körperpartie als Schrägkante bezeichnen kann.

Rotation über die rechte Seite (»mit dem Schnabel voran«) sah ich während der Beobachtungszeit bei *Spirostomum* nie; vielleicht ist aber auch diese Rotationsweise, wie bei *Paramecium* und *Stentor*, möglich. Bei der Beschreibung einer Doppelspirale schwingt das Vorderende in einem weiteren Bogen als das Hinterende; gelegentlich führt beim Vorwärtseilen nur der Vorderpol eine Spiralebewegung aus, während das Hinterende sich auf der Fortbewegungsachse selbst dahinbewegt. Eine einfache Spirale sah ich nicht zustande kommen, was wohl auf Rechnung der gekrümmten Körperhaltung zu setzen ist. Eine spirallige Vorwärtsbewegung geschieht sowohl während des

Schwimmens im freien Wasser wie auch beim Dahingleiten über eine feste Unterlage; während des letzteren spielt aber auch ein unrotiertes Vorwärtseilen eine große Rolle.

Auf Reizung vermag *Spirostomum* einerseits durch heftige Kontraktion des Körpers, anderseits durch eine rückwärtige Fluchtbewegung zu reagieren, welche letztere sich unter Rotation des Tieres um sich selbst über die linke Seite vollzieht, sei es frei im Wasser oder längs einer festen Fläche. Solche Reaktionen kommen aber nur nach heftigerer Reizung in Frage; insbesondere beim Auftreffen auf ein mechanisches Hindernis sehen wir dagegen Abwendungen eintreten. Dabei wird der Körper mehr oder minder stark im Sinne der auszuführenden Wendung aktiv, nicht etwa passiv, abgelenkt, eventuell so stark, daß Vorder- und Hinterhälfte sich berühren. Gerade diese Bewegungsweise ist reichsten Modifikationen zugänglich. Allerdings geschieht eine solche Abknickung stets nur dorsalwärts, niemals nach einer andern Richtung, geradeso, wie ich für *Paramaecium* zu zeigen vermochte, daß diese Species ihren Körper auch immer nur dorsalwärts abbiegt.

Vermöge der Biegsamkeit des Vorderkörpers können bei *Spirostomum* regelrechte Wendungen zustande kommen, wenn das Tier auf Widerstände stößt; die neue Richtung wird dann also nicht etwa durch »Versuch und Irrtum« gefunden. Anderseits kann das Vorderende beim Klettern in Detritus tastend umhergeführt werden, bis ein Ausweg erreicht ist. Auf irgendwelche Schemata läßt sich das Verhalten eines in dieser Weise sich umherbewegenden Tieres nicht bringen. *Spirostomum* reagiert also, wie alle andern von mir untersuchten Infusorienarten, niemals im Sinne der Tropismentheorie und auch nicht ausschließlich nach der »Versuchs- und Irrtumsmethode«. Wohl hat uns Jennings ein gut Stück über die Loeb'schen Anschauungen hinausgebracht; doch war es meiner Überzeugung nach ein kardinaler Fehler dieses Autors, die Reaktionsweise intakter und kompletter Organismen, wie die Infusorien sie darstellen, derjenigen eines aus allem Zusammenhang herausgelösten Einzelorgans, eines isolierten Muskels, gleichzusetzen! Seinen neueren Publikationen zufolge hat sich Jennings allerdings später überzeugt, daß wenigstens *Stentor* nicht in völlig stereotyper Weise reagiert.

Spirostomum ist vermöge seiner Größe und Schlankheit ein geradezu ideales Objekt für Zuschneidungsversuche. Dieselben geschahen unter Zuhilfenahme eines Glasfadens von 30 μ Dicke. Die Teilstücke sind so groß, selbst wenn es sich nur um ein Viertel des Gesamttieres handelt, daß sie fast ausnahmslos lange genug am Leben bleiben, um sich bequem beobachten zu lassen. Im Moment

der Operation kontrahiert sich das Tier heftig; ist dieselbe beendet, so läßt die Zusammenziehung nach, und die beiden Bruchstücke führen eine rückwärtige Fluchtbewegung aus; der hintere Teil rotiert dabei nur um sich selbst, der vordere Teil beschreibt eine Doppelspirale, wobei der Apicalpol den weiteren Bogen schlägt. Bald macht die Rückwärtsbewegung einer solchen nach vorwärts Platz. Der isolierte Vorderteil bewegt sich auch hierbei in einer Doppelspirale, welche weiter ist als die vom intakten Tier ausgeführte. Dies mag daran liegen, daß der hintere Körperabschnitt fehlt, welcher bei der Locomotion eine kompensierende Wirkung ausübt. Je nachdem, ob dem hinteren Bruchstück ein Teil der adoralen Wimperspirale verblieben ist oder nicht, geschieht bei der Fortbewegung vorwärts eine einfache Rotation oder das Beschreiben einer mehr oder minder ausgeprägten Doppelspirale.

Schneidet man ein Individuum unmittelbar hinter dem Munde durch, so reagieren sowohl die isolierte Vorder- wie die Hinterhälfte auf Zutropfen von 0,5—1% iger NaCl-Lösung zu dem Infusorienwasser durch lebhaftere Fluchtreaktion. Selbst das abgeschnittene hinterste Viertel eines *Spirostomum* reagiert noch auf eine solche chemische Reizung, indem es häufig stutzt und bisweilen um die Körperlänge eines ausgestreckten intakten Tieres unter Rotation rückwärts eilt. Bei *Paramaecium caudatum* konnte ich nachweisen, daß ein isoliertes Hinterende, welches vermittels eines Schnittes quer durch den Mund gewonnen wurde, keine Reaktion auf ein chemisches Agens zeigt. Hingegen reagiert ein Hinterende von *Stentor polymorphus*, das keinen Teil des Peristomfeldes und des Cytopharynx mehr besitzt, auf chemische Reizung stets in der lebhaftesten Weise. Während also bei *Paramaecium* die Empfindlichkeit für chemische Reize auf das Vorderende beschränkt ist, erstreckt sich bei den beiden Heterotrichen *Stentor polymorphus* und *Spirostomum ambiguum* dieser reizempfindliche Bezirk über die ganze Körperoberfläche. Allerdings erwies es sich bei *Spirostomum*, daß das hinterste Körperviertel am wenigsten empfindlich ist; bei dem gedrungener gebauten und mehr zum sich Festheften geneigten *Stentor* war dieser Nachweis nicht eindeutig zu führen.

Der Sitz der Wärmeempfindlichkeit wurde an *Spirostomum* in der Weise geprüft, daß der Objektträger, auf welchem sich das durchschnittene Versuchsobjekt in Gemeinschaft einiger intakter Kontrolltiere befand, von unten her vermittels eines andern, erhitzten Objektträgers erwärmt wurde. Der abgetrennte Vorderteil reagierte auf die Temperatursteigerung wie die Kontrolltiere durch lebhaftes Rückwärts- und Vorwärtseilen. Der hintere mundlose Teil dagegen

führte auf Erwärmung niemals eine Fluchtreaktion aus, sondern schwamm geradeaus, bis der Wärmetod eintrat. Diese vorwärts gerichtete Locomotion wies jedesmal eine merkliche Beschleunigung auf.

Wie ich früher ausgeführt habe, fasse ich mangels besonderer morphologischer Differenzierungen die Protistenzelle selbst als ihr eignes Centralorgan auf, welches koordinierte Impulse an die einzelnen Erfolgsorganellen, und somit auch an die Cilien, erteilt. Am intakten Tier greifen die im natürlichen Medium gegebenen Reize nicht »direkt« an den Einzelteilen an, sondern nehmen den Umweg zunächst über ein Sinnesfeld und dann über die Zelle als Centrum, und erst von der letzteren aus fällt die Entscheidung über die Art der Reaktion auf die Reizung.

Das isolierte Hinterstück von *Spirostomum* besitzt keinen Wärmesinn mehr, wie aus dem Fehlen von Fluchtreaktionen mit Deutlichkeit hervorgeht. Sehen wir nun ein abgetrenntes Hinterteil regelmäßig bei Temperaturerhöhung beschleunigt vorwärts eilen, so möchte ich diese Erscheinung in der Weise erklären, daß hier der Reiz mehr »direkt« auf Grund einer »lokalen Wirkung« die Tätigkeit der Cilien beeinflusst, indem alle Stoffwechselprozesse viel rascher ablaufen und damit die Schlagfrequenz der Flimmerhaare sich erhöht. Es steht zu vermuten, daß das lebhafteste Vorwärts- und Zurückkeilen eines intakten *Spirostomum* einerseits bei Erwärmung, und zwar hauptsächlich »indirekt« durch Reizung des Sinnesfeldes hervorgeufen wird, andererseits aber dürfte auch eine mehr »direkte« Einflußnahme des Reizes insofern eine Rolle spielen, als alle Tätigkeiten sich in der Wärme rascher vollziehen. Die Beobachtungen über den Temperatursinn von *Spirostomum* finden eine vollständige Parallele in meinen Ergebnissen an *Stentor polymorphus*. Schneidet man einem Vertreter dieser Art das gesamte Peristomfeld fort, so tritt während einer Erwärmung keinerlei Fluchtbewegung mehr ein, sondern das Tier eilt bis zum Eintritt des Wärmetodes beschleunigt vorwärts.

Quetscht man ein *Spirostomum* mit dem Glasfaden, ohne die Durchtrennung ganz zu vollenden, so können zwei gesonderte Bezirke lebenden Protoplasmas entstehen, von denen ein jeder für sich gesonderte Impulse an die ihm zugeordneten Cilien erteilt. Die beiden Hälften hängen dann nur noch durch einen mehr oder weniger dünnen Strang funktionsunfähiger Substanz zusammen; eine Reizübermittlung scheint auf protoplasmatischem Wege hinüber und herüber nicht mehr stattzufinden. Dann können Bilder entstehen, wie Verworn (1889) sie beschreibt. Er gibt an, daß nach Einschneiden in die adorale Wimperspirale von *Spirostomum* die metachronen Wellen nicht mehr über die Wundstelle hinweglaufen. Nach meinen

Beobachtungen trifft dies nur dann zu, wenn der Einschnitt ein so tiefer ist, daß eine Brücke lebenden Protoplasmas im eigentlichen Sinne nicht mehr besteht. War der Schnitt dagegen weniger eingreifend, so konnte ich nicht beobachten, daß der Rhythmus in der Bewegung der adoralen Wimperreihe gestört gewesen sei. Das gleiche fand ich bei *Stentor polymorphus*, wo auch schöne metachrone Wellen ungehemmt über eine selbst durch tieferen Einschnitt gesetzte Wunde hinweglaufen. Die protoplasmatische Impulsübermittlung wird also bei Verletzungen nicht gestört, wofern noch eine leitfähige Protoplasmabrücke vorhanden ist.

Bei der natürlichen Zweiteilung werden die beiden Tochterindividuen schrittweise immer unabhängiger voneinander, so daß zum Schluß, bevor der letzte Verbindungsfaden reißt, die beiden Geschwister in ganz verschiedenen Tätigkeiten begriffen sein können. Eine koordinierte Tätigkeit der beiden aneinanderhängenden Teile kommt anfangs, wenn die Einschnürung nur eine seichte ist, wohl durch eine Einheitlichkeit der vom Protoplasma her auftretenden Impulse zustande. Später aber, je weiter sich die zwei gesonderten Individualitäten herausdifferenzieren, stellt die gemeinsame Locomotion mehr und mehr einen Kompromiß dar, der sich in der Weise ergibt, daß das eine Geschwister auf Druck und Zug in die gleiche Tätigkeit wie das andre verfällt.

Eine Betäubung von *Spirostomum* mittels Chloroform gelang mir nicht. Bevor ein Cilienstillstand erreicht war, trat regelmäßig eine weitgehende Deformation des Tierkörpers ein, man mochte die Versuchsanordnung variieren wie man wollte, und auf das Infusorienwasser Chloroformdämpfe einwirken lassen oder Chloroformwasser hinzutropfen. An *Stentor polymorphus* war bei meinen früheren Versuchen eine Narkose durch Chloroform ohne weiteres zu bewerkstelligen gewesen, so daß ich seinerzeit schreiben konnte, dieselbe gelänge »sehr leicht und ohne besondere Vorsichtsmaßnahmen«. Verworn (1889) und Ishikawa (1913) geben für *Stentor coeruleus* ähnliches an.

Ich wollte an *Stentor coeruleus* und *roeseli* meine früheren Versuche mit *polymorphus* nachprüfen; aber hier war es mir nicht möglich, ohne erhebliche Schädigung des Individuums einen reversiblen Stillstand der adoralen Wimperspirale herbeizuführen. Die übrigen Körpercilien waren auch bei *polymorphus* nicht von der Betäubung betroffen worden.

Wodurch der Unterschied zwischen meinen früheren und jetzigen Versuchsergebnissen verursacht ist, blieb mir unverständlich. Man könnte daran denken, entweder dem verwendeten Chloroform oder der

chemischen Zusammensetzung des Infusorienwassers oder einem besonderen »physiologischen Zustand« der Tiere die Schuld zu geben. Jedenfalls erscheint die Angabe von Neresheimer (1903) in einem neuen Lichte, daß ihm eine Narkose bei *Stentor* nie gelungen sei; die erste sichtbare Einwirkung war nach ihm stets sogleich eine tödliche. Ob eine Narkose an *Spirostomum* unter andern Umständen vielleicht gelingen würde, möchte ich unentschieden lassen.

In einem Falle glückte es, ein Exemplar von *Stentor coeruleus* zu betäuben; die adorale Spirale stand in der hierfür charakteristischen Weise still; die übrigen Körpercilien waren weiter tätig. Doch alsbald löste sich am ganzen Körper, mit Ausnahme des Peristomfeldes, die Pellicula vom Tiere ab und streifte sich unter Mitnahme des Pigments wie ein Sack nach rückwärts herunter. Damit gingen auch die Körpercilien verloren; nur die adorale Spirale und die Flimmerhaare auf dem Peristomfeld blieben erhalten; letztere spielten unentwegt. In dem Maße, als das Narkotikum aus dem Wasser entwich, erwachte das Tier; die adorale Spirale begann ihre Tätigkeit von neuem, und das Tier schwamm schließlich davon, wobei auch die letzte Verbindung mit dem abgestreiften Teil der Pellicula aufgehoben wurde.

Wie bereits mitgeteilt, hatte es sich bei meinen früheren Versuchen mit *Stentor polymorphus* gezeigt, daß auch am betäubten Tier die Körpercilien weiterschlagen, während die adorale Spirale ruht. Allerdings liegt keine Wirksamkeit des Schlages in einer bestimmten Richtung vor, die Körpercilien arbeiten also wirkungslos hin und her. Daher wird keinerlei Locomotion betäubter Stentoren zuwege gebracht. Im Gegensatz dazu stehen die Turbellarien, welche sich im Zustand der Narkose vermöge des nach rückwärts gerichteten Schlages ihrer Cilien in einer ganz gleichförmigen und keiner Modifikation zugänglichen Bewegung befinden. Dies trifft, wie ich zeigte, sowohl für die Turbellarien vom »cilio-regulatorischen« wie für diejenigen vom »cilio-irregulatorischen« Typus zu. Bei dem ersteren, welcher die freischwimmenden Arten umfaßt, geschieht die Flimmerung »willkürlich«; bei den Formen des letzteren Typus, den kriechenden, vollzieht sich die Flimmerbewegung dagegen »unwillkürlich«.

Außer den genannten Infusorienarten fand sich in meinem Material *Loxophyllum meleagris*. Ich kann Holmes (1907) nur beistimmen, wenn er sagt, daß die Vertreter dieser Species auf die Reize des Milieus nicht in stereotyper Weise reagieren, sondern daß ihr Verhalten zahlreichen Variationen zugänglich ist. So stehen dieser Art neben dem Schreiten allerlei Veränderungen der Gestalt, Fühlbewegungen der Körperspitze, Wellenbewegungen sowie Drehungen und

Wendungen zu Gebote. Diese Infusorienart mit einem »isolierten Muskel« zu vergleichen, liegt also keinerlei Anlaß vor!

Literatur.

(Weitere Angaben siehe im Verzeichnis meiner beiden angeführten Arbeiten.)

Álverdes, F., Studien an Infusorien über Flimmerbewegung, Locomotion und Reizbeantwortung. Arb. aus dem Gebiet der exper. Biol. Herausg. von J. Schaxel. Hft. 3. Berlin 1922.

— Untersuchungen über begeißelte und beflümmerte Organismen. Arch. f. Entwmech. (Im Druck.)

Blochmann, F., Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Abt. I. Protozoa. 2. Aufl. Hamburg 1895.

Claparède, E. et Lachmann, J., Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mém. Inst. Genevois t. 5—7. 1858—1860.

Holmes, S. J., The behavior of *Loxophyllum* and its relation to regeneration. Journ. Exp. Zool. vol. 4. 1907.

Ishikawa, H., Wundheilungs- und Regenerationsvorgänge bei Infusorien. Arch. f. Entwmech. Bd. 35. 1913.

Jennings, H. S., Das Verhalten der niederen Organismen. Übers. von E. Mangold. Leipzig u. Berlin 1910.

Loeb, J., Die Tropismen. Wintersteins Handbch. Bd. 4. 1913.

Neresheimer, E. R., Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protokde. Bd. 2. 1903.

Roux, J., Observations sur quelques infusoires ciliés des environs de Genève. Rev. suisse Zool. t. 6. 1899.

Schewiakoff, W., *Infusoria aspirotricha*. Mém. Acad. Sci. Pétersbourg. Sér. 8. vol. 4. 1896.

Verworn, M., Psycho-physiologische Protistenstudien. Jena 1889.

8. Über die Gattung *Philobrya* und das sogenannte Buccalnervensystem von Muscheln.

Von Joh. Thiele (Berlin).

Eingeg. 30. Juni 1922.

Den Anlaß zu diesen Bemerkungen hat mir die Bearbeitung der Anatomie von einer Muschelart gegeben, die von Stempel unter dem Namen *Arvicula (Meleagrina) magellanica* beschrieben worden ist (Zool. Jahrb., Suppl. 4. Bd. 2. S. 230 T. 12f. 13—15) und für die Maria Clasing eine Gattung *Stempelleria* aufgestellt hat (Mitt. Inst. Münster, fasc. 1. S. 22 und Jena. Zeitschr. Bd. 57. S. 391, 403). Sie sagt hier: »Ob die neue Gattung mit der Pfefferschen Gattung *Philippiella* synonym ist, läßt sich natürlich ohne genaue Vergleichung der Typen nicht sicher entscheiden.« Da mir eine Schale der Art vorliegt, habe ich nicht den geringsten Zweifel, daß beide Gattungen zusammenfallen, zumal die eine von Süd-Georgien, die andere aus der Magellanstraße stammt, also aus ganz nahe beisammenliegenden Gebieten. Wie ich früher (»Die antarktischen Schnecken und Muscheln«. D. Südpol.-Exp. Bd. 13. S. 252) erwähnt habe, ist das einzige Exemplar

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Alverdes Friedrich

Artikel/Article: [Beobachtungen an Paramaecium putrinum und Spirostomum ambiguum. 277-287](#)