

- Gelei J. (1934):* A spirális alkattypus a Végvények világában. Előadva a M. Kir. F. J. Tud. egyet. Barátai Egyesületének nov. 7.-i term. tud.-i szakülésén.
- Gelei J. (1934a):* Van-e a végvényeknek idegrendszerük? Term. Tud. Közl. Pótfüzetek. 66. kötet.
- Kahl, A. (1930—33):* Urtiere oder Protozoa I. Wimpertiere o. Ciliata. In Dahl's Tierwelt Deutschlands. Jena.
- Kalmus, H. (1931):* Paramecium. Jena.
- Ludwig, W. (1930):* Das Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen. Berlin.
- Ludwig, W. (1933):* Zur Theorie der Flimmerbewegung. Z. vergl. Physiol. Bd. 13.
- Párducz, B. (1935):* Das Entstehen der strudelnden Ernährungsweise in der Gruppe Hymenostomata. Acta Biol. Tom. III.
- Párducz, B. (1936):* Beiträge zur phylogenetischen Ableitung der hymenostomen Infusorien. Arb. d. I. Abt. d. Ung. Biol. Forschungsinstitutes. Bd. VII.

Über die biologische Bedeutung des schraubigen Körperbaues der Ciliaten.

Von: B. PÁRDU CZ, Szeged.

LUDWIG behauptet in seinem Werke (1932): „Alle RL-Merkmale der Ciliaten, die wohl ausnahmslos den Charakter einer Torsion besitzen, gehen letzten Endes ursächlich auf die schraubige Bewegungsweise zurück“. Er betrachtet als morphologischen Ausdruck dieses schraubigen Baues die Groben Asymmetrien der Körpergestalt die Schraubenstellung der Cilienreihen, der Körperkämme, die Stellung der praestomalen Mulde („Adorale Wimperspirale“) und die schraubigen intrazellulären, oder extrazellulären Bildungen: z. B. schraubiger Makronukleus oder der Vorticellenstiel.

Will man den Wert der Körperkämme kritisch betrachten, so muss man die physikalischen Bedingungen der Bewegung im Wasser näher betrachten. Will man aber die Lage des praestomalen Peristomfeldes in morphologischer Hinsicht verwerten, so

muss man unvermeidlich und vor allem die ernährungsphysiologische Bedeutung dieses Organs ins Auge fassen.

Auch jener Körper, der sich im Wasser in einer schraubigen Bahn fortbewegt, stösst mit dem Vorderende ebenso an das entgegenströmende Wasser, wie im Falle einer einfachen translatorischen Bewegung. Demzufolge hat auch hier die Regel von REYNOLDS eine Geltung, die für den Fall der translatorischen Bewegung festgestellt worden ist: der Widerstand des Mediums ist eine Function der Geschwindigkeit und des Querschnittes des sich in Bewegung befindlichen Körpers. Wir müssen hier noch berücksichtigen, dass im Realfälle der Ciliaten das kleinste Querschnitt- Kreisformat nur für einen glatten, spindel- oder eiförmigen Körper gegeben ist. Daher hat GELEI (1927) darauf richtig hingewiesen, dass eine hydrodynamische Körperform für die Ciliaten im glattgehobelten Ei- oder Tränenformat gegeben ist. Dabei wird nun äusserst fraglich, ob irgend eine Formumwandlung die diese an Mass minimale Querschnittsform, also den Kreis umändert, im Interesse der Bewegung steht, ob also derartige Umgestaltungen nicht überflüssig die Reibungsfläche in ungünstiger Richtung verändert.

Es ist nämlich klar, dass durch Auftreten von Auswüchsen und Fortsetzen — ebenso wie durch extreme Ausbildung einer Körperachse —, die relative Oberfläche vergrössert und damit die Schwindigkeit abnimmt.

Wenn wir nun die Form und Bewegung der Ciliate ausführlich und möglicherweise bei allen Gruppe betrachten, so zeigt sich bald, dass unsere oben geäusserte Auffassung bezüglich der Geltung von dynamischen Gesetzen der Wahrheit nahe tritt:

a) Tritt überhaupt an der Körperoberfläche der Ciliaten eine Sculptur auf, so ist diese meist Längsgerichtet, im Bezug auf die Bewegungsform indifferent eingestellt.

b) Wo dagegen die Körperoberfläche geschraubt erscheint, ist sie entweder nicht stark ausgesprochen, so dass sie nicht einmal für die Stabilität der Bewegungsrichtung berücksichtigt werden kann, oder aber

c) tritt in einer so stark extremen Form auf, dass der morphologische Schraubenbau nicht mit dem üblichen Grad der Schraubenbewegung zusammenfällt. Daraus

folgt, dass hier zwischen Schraubenbau und Schraubenbewegung kein kausaler Zusammenhang feststellbar ist.

d) Dem gegenüber müssen wir aber stark hervorheben, dass die Schraubenbewegung nicht als Ausnahme für einzelne, sondern vielmehr für sämtliche Ciliaten bezeichnend ist, wogegen ein schraubiges Aussenformat nur vereinzelt auftritt.

e) Eine schraubige Körperform ist für einen Organismus ein für allemal festgelegt, demgegenüber wird auch bei Tieren mit festgelegter Schraubenform die Orstbewegung in sehr veränderlichen Art und Weise ausgeübt. Auch die typischen Pelagialtiere drehen sich sowohl nach rechts wie nach links und in beiden Fällen kann die Schraubenspirale verschieden stark ausfallen (s. GELEI, 1934). Besonders im Falle dieser Veränderlichkeit des Bewegungsmodus dient die unveränderliche Körpergestalt als Hindernis im Wege der Fortbewegung.

f) Besonders hervorzuheben ist, dass gerade die Schnellschwimmer der Ciliaten keine Bohrerform aufweisen, sondern besonders diese einer regelrechten, glatten Spindel- oder Tropfenform nahe stehen, was durch die Körpergestalt von *Didinium*, *Actinobolina*, *Halteria*, *Cyclidium*, *Cristigera* und *Ophryoglena*-Arten bewiesen wird.

1. Wir wollen nicht behaupten, dass die schraubige Körperoberfläche bewegungsmechanisch vollständig bedeutungslos wäre, wir wollen aber doch hervorheben, dass dieser Erscheinung wegen ihres vereinzelt Auftretens keine hohe Bedeutung zukommt. Umsomehr, da für diese Erscheinung auch andere Erklärung angeführt werden kann. Ich erinere nämlich darauf, dass sich die Oberflächensculptur des Körpers besonders im Interesse der Stabilität entwickelt. Das Auftreten der Oberflächenkämme bzw. Rippen bedeutet nämlich zugleich eine Faltenbildung der Pellicula, also der primären formhaltenden Oberflächenschicht des Ciliatenkörpers. Dadurch kann also die relative Ausdehnung der Stützsubstanz neben unverändertem Körpermass bedeutend zunehmen. Die erwünschte Stabilität ist im einfachsten und zugleich verbreitetsten Falle durch längsgerichtete Erhebungen genügend gesichert und wenn in Ausnahmefällen schraubige

Oberflächenrippen erscheinen, so wird einerseits durch die Verlängerung der statischen Elemente, andererseits auch durch dessen günstigeren, mehr oder minder reifartigen Verlauf der Effect der Stabilität in erhöhtem Masse vergrössert. Aber auch im Falle, wenn eine schraubige Körperoberfläche eventuell mit Kämme unabhängig von der Ortsbewegung entstanden ist, so folgt daraus noch lange nicht, dass sich die Schraubengänge im Bezug auf Sinn und Windungshöhe der Krümmung nicht nach der am häufigsten ausgeübten Drehbewegung richten. Eine gewisse Rolle der spiralgeschraubten Körperoberfläche kann im äussersten Falle in bewegungsmechanischer Hinsicht insofern zugegeben werden, dass für flachgebauete, im allgemeinen thigmotaktische Lebewesen tatsächlich durch Beobachtung gleich festgestellt werden kann, dass sie während ihrer pelagischen Freibewegung activ eine schraubige Körperform annehmen. Wohl zu bemerken ist aber, dass sich diese so entstandene Körperform in jedem Moment der Bewegung wieder ändern kann. Dabei folgt die Körperform stets der Drehung und der Steile des Schraubenganges und bedeutet die schraubenartige Körpergestalt niemals ein Hindernis im Wege des Fortkommens.

2. Am Ciliatenkörper tritt viel häufiger eine schraubenartige Ausbildung an einen gegebenen Körperteil lokalisiert, namentlich in Verbindung mit der Mundöffnung auf. Nach ausführlichen Beobachtungen kann man nämlich feststellen, dass sämtliche praestomale Bildungen schraubenförmig verlaufen, weiters, dass die Windung der praestomalen Mulde oder adoralen Wimperzone immer nahe quer zum dem gewöhnlichen Drehungssinn steht. Die Linksstrudler sind also im allgemeinen mit rechtsgewundenen Praestomium ausgerüstet.

Im Sinne unserer obigen Ausführungen ist es klar, dass wir vom bewegungsmechanischen Standpunkt aus dem in dieser Form erkennbaren Schraubengang selbst in dem Falle keine Bedeutung zuschreiben können, wenn sich die Ciliate in einer, der Schraubenwindung entsprechenden Richtung bohrend vorwärtsbewegen würde. Hieraus folgt jedoch andererseits, dass wir für ihre Ausbildung selbst mit der Voraussetzung der LUDWIG'schen Bewegungsinversion keine bewegungsmechanisch motivierbare Erklärung finden. Ernährungsmechanisch ist jedoch der schrau-

benartige Verlauf des Praestomiums sehr zweckmässig, nachdem das Tier auf diese Weise seine praestomiale Körperoberfläche besser ausnützen kann: das nahrungsauffangende bezw. strudelbildende Organ wird ohne Rückwärtsverschiebung des Mundes gleichwie in die Länge gezogen. Dies ist besonders vorteilhaft bei pelagischen Strudlern, wenn die Tiere das schraubenartig verlaufende Praestomium quer zur häufigsten Drehungsrichtung tragen. In solchen Fällen stösst das Praestomium in seiner ganzen Ausdehnung an immer neuere, von Nahrungspartikelchen noch nicht beraubte Wassermengen. Die theoretische Vorstellung und die Erfahrungen sprechen gleichmässig dafür, dass sämtliche Variationen der Strudelorgane — mit der häufigsten Drehungsrichtung von vorn herein in entgegengesetzter Krümmung — für spezifisch im Interesse der Nahrungsaufnahme entstandene Bildungen aufgefasst werden sollen.

3. Die Schraubenstructur, die in der Verbindung mit dem Myonemen bei Vorticella- und Spirostomum-Arten entstanden ist, oder sich im Verlauf des Makronukleus äussert, kann ebenfalls als eine vom Bewegungsmodus ganz unabhängige Nutzstellung erklärt werden, in dem dadurch der grösste Kontractions-effect, bzw. optimale Raumausnützung erreicht wird.

Zusammenfassend stellen wir also fest: Bezüglich der bewegungsmechanischen Bedeutung des schraubigen Körperbaues muss die Auffassung von LUDWIG für die meisten Ciliaten zum mindesten als sehr unwahrscheinlich, wenn nicht als niederlegt bezeichnet werden. Es ist nicht möglich diese Erscheinung unter einheitlichem Gesichtspunkte zu erklären, im Gegenteil, nach unseren heutigen Kenntnisse müssen wir als sehr wahrscheinlich bezeichnen, dass zur Erklärung des Schraubenbaues in verschiedenen Gruppen verschiedene Prinzipien heranzuziehen sind.