Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Schraubenbewegung und Körperbau bei *Paramecium.*

Von

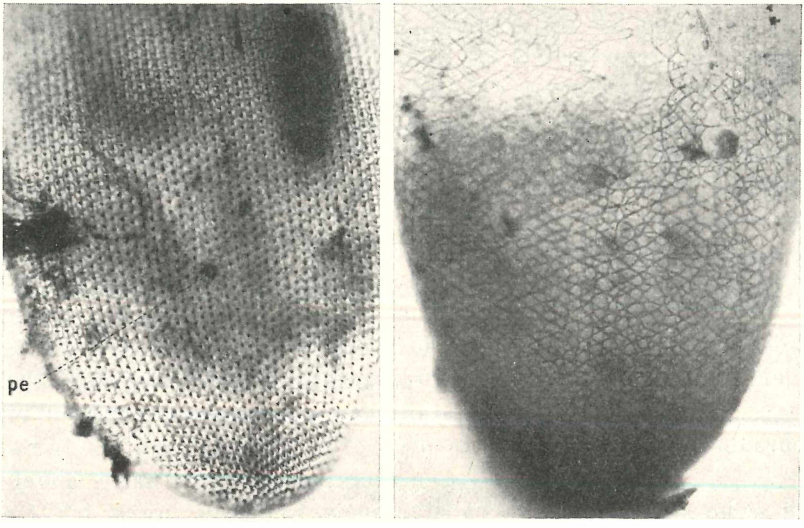
J. v. Gelei (Szeged).

Mit 7 Abbildungen im Text.

In meinem Lissaboner Vortrag über den schraubigen Körperbau in der Ciliatenwelt (1937, siehe auch 1936 b) habe ich ausführlich dargelegt, daß im allgemeinen Körperaufbau dieser Tiergruppe (bzw. Lage, Verlauf und innerer Gestaltung der einzelnen Organellen) eine Schraubenstruktur vorliegt, in noch größerem Umfange als Ludwig (1929, 1932), der diesen Gedanken zuerst aufgeworfen hatte, annahm. Ich stehe mit Ludwig in vollständigem Einklang, wenn ich diese Schraubenstruktur des Organismus und die Schraubenlage der Organellen aus der besonderen Bewegungsart der Ciliaten, aus ihrer Bohrbewegung an einer Zylinderfläche, ableite. Ich bin sogar weiter gegangen und habe aus der schraubigen Bewegungsart eine besondere „Symmetrie" für diese Tiere hergeleitet. Ich habe nämlich begründet, daß die bisher bekannten Symmetrietypen alle aus der besonderen Bewegungsart der betreffenden Tiere abzuleiten sind, und daß wir dementsprechend bei den Ciliaten als Folge der Bohrbewegung der Kürze halber von „schraubiger Symmetrie" (oder Triklinzustand oder kochliooidem Bau) sprechen können, einen scheinbaren Widerspruch des Ausdrucks in Kauf nehmend.

Ausnahmen. Ich habe in den genannten Arbeiten den scheinbaren Ausnahmen, d. h. solchen morphologischen Gestaltungen, die dem Schraubenbau nicht folgen, große Aufmerksamkeit geschenkt. So habe ich mehrmals darauf hingewiesen, daß der Verlauf der Cilienreihen diesem schraubigen Körperbau gewöhnlich nicht folgt, sondern daß die Cilien an der glatten, ovoiden Körperoberfläche in

neutralen, meist meridionalen Reihen aufgestellt sind, und habe ihre Stellung dann als mesostatisch bezeichnet. Ich habe auch hervorgehoben, daß dieser meridionale Verlauf der Cilienreihen sich noch in zwei anderen Weisen im Körperbau scharf auswirkt, nämlich 1. im Verlauf der Interciliarfasern (d. h. Längsneuroneme) und 2. in der Anordnung der subpelliculären Gitterfibrillen. Es sind nämlich sowohl die sog. Interciliarfasern des erregungsleitenden



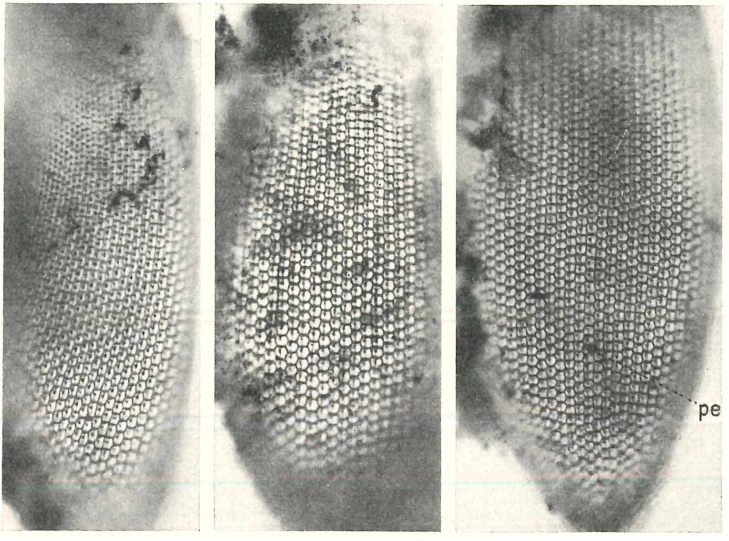
a b

Abb. 1 a u. b *Paramecium caudatum.* Dorsale Seite des hinteren Körperteiles zwei verschiedener Exemplare. a mit den meridionalen Längsreihen der Cilien, bzw. ihrer Basalkörperchen; hinten die regelmäßige schraubige Anordnung der Cilien (bzw. Basalkörperchen), vorne bei Hocheinstellung die Gitterpolygone; pe Porus excretorius. b diagonale Fasern des inneren Gitters, bzw. doppeltschraubige Stellung derselben, (stellenweise sind auch Längsfasern untermischt). a nach Formolfixierung-Silberbad-Natronlaugenreduktion nach János v. Horváth; b Formol-$K_2Cr_2O_7$-Kalialaun; dest. Wasser 2×; Pyrogallol-carbonsäure(4); ammoniakalisches Silber (nach Gábor v. Gelei). 700 ×.

Systems längsgerichtet, indem sie die Basalkörperchen der Cilien verbinden (s. Abb. 1 u. 3 a, wo die Basalkörperchen als Knotenpunkte der Längsfasern erscheinen), als auch die langen Balken des äußeren sog. subpelliculären Gittersystems, was besonders in Abb. 2 a—b deutlich hervortritt. Eine leichte Abweichung von dieser meridionalen Anordnung der drei Systeme (Cilienreihen, Interciliarfasern, subpelliculäres Gitter) tritt nur insofern auf, als die Cilienreihen und damit die Längsfibrillen der Neuroneme und des Gittersystems am Ventral-

feld in der Fortsetzung des Mundes durch die Ventralnaht etwas abgelenkt werden (Abb. 3—6) und — besonders an der linken oder Muldenseite — statt genau längsgerichtet zu sein, in schwache Bogenlinien gezwungen werden.

Doch wird dieser scheinbare Widerspruch, der sich in den meridional gestalteten Systemen kundgibt, bald abgeschwächt, wenn wir berücksichtigen, daß die Cilien der Nachbarreihen doch eine sekun-



a b c

Abb. 2. Drei Paramecien mit den Gitterpolygonen und mit Meridionalzügen der Interciliarfasern bzw. der Basalkörperchen. In a linke Körperseite, oben links mit der Mulde, in c Dorsalseite mit Porus excretorius (pe), in b Übergang zwischen den beiden (linke Dorsalseite). Technik wie bei Abb. 1 a. 600×.

däre Spiralstellung annehmen oder wenigstens annehmen können (Abb. 1). Infolgedessen haben dann die Querfasern des Gitters eine Treppenstellung und auch die Kommissurstücke des Neuronemensystems eine spiralgeschraubte Anordnung (J. v. Gelei, 1936 a). In all diesen Fällen wird also nicht der Verlauf, sondern die gegenseitige Lage der einzelnen Stücke schraubig. Schön zeigt Abb. 1 a (und in 1937 Abb. 10) diese Spiralstellung der Cilien in der hinteren Körperregion, und in Abb. 2 (aber auch die folgenden Abbildungen dieser Arbeit) ist die dadurch verursachte Treppenstellung der Querbalken deutlich erkennbar. An dieser Schraubenstellung nehmen auch die Nebenkörner der Cilien teil, indem sie nach vorn links,

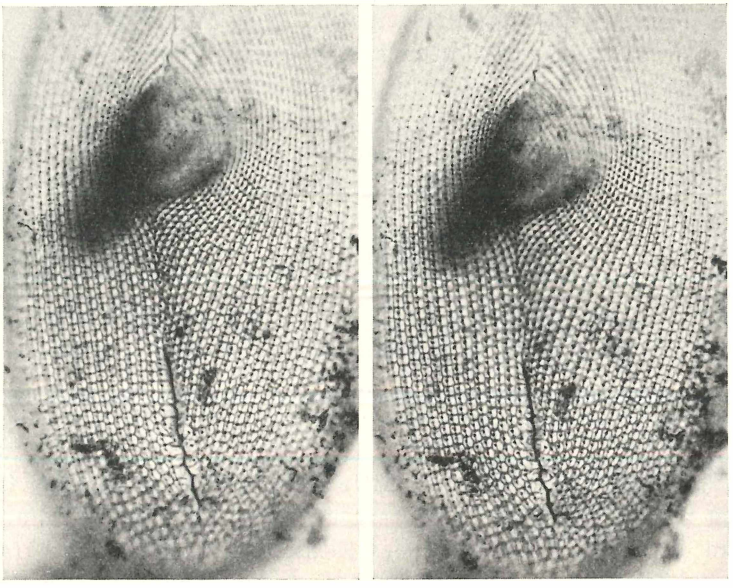
gegen das Basalkörperchen verschoben sind. Auch die Cilien selbst nehmen daran noch in einer anderen Beziehung teil, indem sie im Gitterpolygon nicht zentral stehen, sondern ebenfalls vom Mittelpunkt nach vorn links verschoben sind (vgl. z. B. Abb. 5b u. 6b).

Diese Diagonalstellung der Nebenkörner und Cilien habe ich (1937) mit Recht ebenfalls als Folge der Schraubenbewegung erklärt.

Nun hat während der Drucklegung meines Lissaboner Vortrages mein Sohn (Gábor v. Gelei) mit der ammoniakalischen Silberlösung von Bielschowsky ein neues elastisches Stützfasersystem im *Paramecium* entdeckt, dessen Fasern, die in der Höhe der Basalkörperchen gelagert sind, im hinteren Körperteil die schraubige Struktur des Körpers klar verwirklichen (s. Abb. 10, 1837), wo in beider Richtung, nach rechts wie nach links, Diagonalfasern entstehen. Gábor v. Gelei weist nun in seiner Arbeit (1937) darauf hin, daß das neue, sog. infraciliäre oder innere Gitter am vorderen Körperteil nahezu ähnlich gestaltet ist wie das äußere, altbekannte subpelliculäre Gitter, während es in der mittleren Körperregion ein diffuses, ungerichtetes Netz bildet; und nur hinten tritt eine Schraubenstellung der elastischen Fasern hervor. So sehen wir in Abb. 1a die sekundäre Schraubenstellung der Cilien (bzw. Basalkörperchen) am hinteren Körperteil verwirklicht und demgegenüber in 1b (nach einem Präparat von G. v. Gelei) den primären Schraubenverlauf der inneren Gitterfibrillen. Er bringt diese besondere, lokalbeschränkte Diagonalanordnung der statisch-dynamischen Elemente mit drei anderen Tatsachen in Verbindung, indem er einerseits auf die Experimente von Alverdes (1923) hinweist, denen zufolge ein *Paramecium* mit der vorderen Körperhälfte mehr rudert, mit der hinteren sich mehr dreht, andererseits auf meine Feststellungen bezüglich der Spiralstellung der Cilien (1936), besonders aber auf die diagonale Umordnung des Wellenmusters in der hinteren Körperhälfte (J. v. Gelei, 1926, Textabb. 1).

Diese Tatsachen und besonders die Feststellung G. v. Geleis, daß die Bewegungsrichtung einen Einfluß auf die Verlaufsrichtung der inneren Stützfibrillen ausübt, lenkten nun mein Interesse auf den Bau des äußeren Gitters, um festzustellen, ob nicht auch hier irgendwo eine lokale Anpassung der sonst längs- und quergerichteten Balken an die dynamischen Erfordernisse erfolgt ist. Dies war um so mehr zu vermuten, als uns bekannt ist, daß in der Mulde eine Anpassung des äußeren Gitters an die besonderen Bauverhältnisse durchgeführt ist, indem hier statt sechseckigen Polygonen, rhombische bis tiegelförmige entstehen.

Um diese Studie durchzuführen, war eine Methode nötig, mittels der das äußere Gittersystem an einer großen Menge von Tieren darstellbar ist. Solche Methoden habe ich 1934(a) in Menge beschrieben, doch half mir jetzt am weitesten eine Veränderung unserer nassen Silbermethode (1932), die mein Schüler JÁNOS v. HORVÁTH ausgearbeitet hat, indem er nach Formolfixierung das Silber (nach dem Bade in Höllenstein) mit 1 proz. Natronlauge reduzierte. Meine sämtlichen, hier veröffentlichten Abbildungen sind nach dieser Methode herge-



a_1 a_2

Abb. 3. Hintere Ventralseite eines Parameciums bei Hoch- (a_1) und bei Tiefeinstellung (a_2). Der Übergang der Cytopygelinie in das benachbarte polygonale Gitter. Technik wie bei Abb. 1a. 700×.

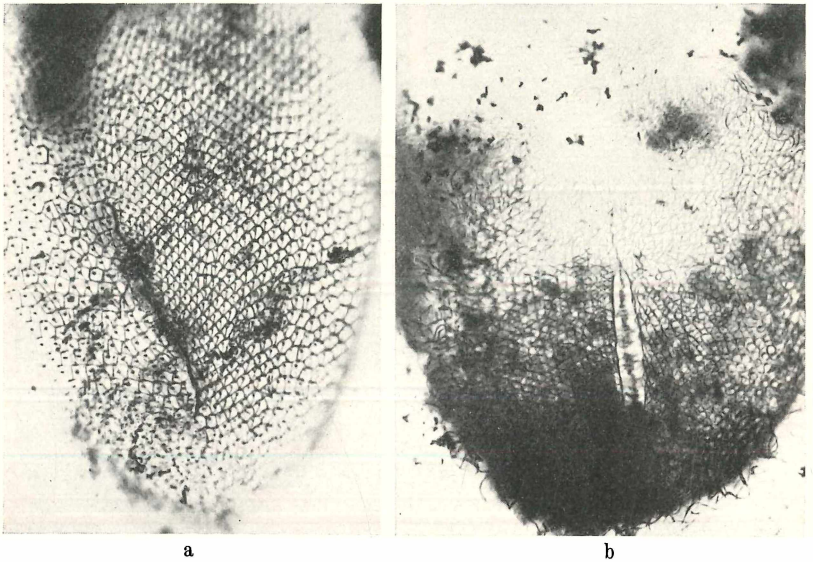
stellt und zwar deswegen, weil die braunen Silberbilder bei Grünfilter viel besser photographierbar sind als meine blauen Bilder nach Toluidinblau oder sogar die violetten Bilder nach Färbung mit Gentianaviolett (s. 1934a).

Die Normalgestaltung des äußeren Gitters. Wie weit unsere bisherigen Kenntnisse des äußeren Gitters reichen, ist in der Abb. 2 klar zum Ausdruck gebracht. Hier sehen wir das bekannte Polygonsystem im Verein mit den interciliaren Längsneuronemen und (in jedem Polygon) mit dem Basalapparat der Cilie (im Polygon nach links vorn hin verschoben). Das Gittersystem

besteht eigentlich aus im Zickzack gebrochenen, aber doch kontinuierlichen Längsbalken und zwischen die Knicke eingeschalteten kurzen Querstücken, die durch mein sog. Gitterkorn miteinander verlötet sind. Die Querstücke sind von Trichocysten durchbrochen (J. v. Gelei, 1926, 1934a u. b; G. v. Gelei, 1937). Wir sehen dieses Polygonsystem in seiner hexagonalen Gestaltung in 2c am Dorsalfeld, wo diese Anordnung am klarsten hervortritt, in 2b an der linken Körperseite, wo ebenfalls alles noch ungestört erscheint und in 2a am ventralen Linksfeld, wo insofern eine zweifache Veränderung hervortritt, als die Cilienreihen dichter gestellt sind und daher die Felder längsausgezogen erscheinen und vorn links (in der Mulde) die eingeengten Felder überdies rhombisch (rhomboid) bis ziegelförmig erscheinen. Wir bemerken zugleich, daß die hexagonale Gestaltung der Polygone dadurch entsteht, daß die Querbalken nicht in gleicher Höhe, sondern — infolge Schraubenstellung der Nachbarcilien — alternierend treppenförmig angeordnet sind. Aus dieser Treppenlage folgt eine Schraubenstellung, sobald die Treppen geordnet erscheinen. So etwa sehen wir es oft in der vorderen Körperhälfte, besonders aber links von der Mulde oder hinter ihr (man betrachte genau die Abb. 3—6). Sobald aber die Querstücke irgendwo in gleicher Höhe neben einem Längsbalken liegen (solche Stellen findet man bei genauer Betrachtung in jeder, Abb. 2), erscheinen vier- bis fünfeckige Polygone. — Ein weiteres und zugleich wichtiges Merkmal dieses normalen Gitters ist, daß die Länge der Querbalken dem Abstand der Längsbalken entspricht, d. h., daß die Endpunkte der Querstücke trotz des Zickzackverlaufes dorthin fallen, wo der Längsbalken verlaufen würde, falls er gerade ausgespannt wäre. Die Querstücke sind demgemäß ungestörte, die Längsbalken dagegen gestörte, veränderte Elemente des Gittersystems. Diese Veränderung, das Brechen einer Längsfaser in Zickzackstücke erfolgt aus mechanischen Gründen, weil an den Punkten, wo die Quer- und Längsfasern aneinander stoßen, sich Längs- und Querdrucke auswirken, so daß dann die Längsfaser in Richtung der Kraftlinien (der Resultanten) gebrochen wird. Demzufolge können wir die polygonale Felderung richtig als den morphologischen Ausdruck eines Kraftliniensystems bezeichnen, wo Quer- und Längskräfte sich überlagern. Hervorzuheben und für unsere Erörterungen wichtig ist nun, daß dieser kombinativen Kraftwirkung morphologisch bloß der Längsfaden nachgibt, weil er allein plastisch ist.

Veränderungen am hinteren Körperteil. Im hinteren Körperteil war uns bisher die Anordnung und Gestaltung der Gitter-

polygone bekannt, wie wir sie hier an Abb. 3 dargestellt haben. Hier sehen wir rechts wie links von der Naht bzw. der scharfen dicken Cytopygelinie gleichgeformte und normal gestaltete Polygone. Das Gitter zeigt also keine andere Anpassung an die Spirallage der Cilien als daß die Querbalken in auffälliger Treppenlage angeordnet sind. Auch an Abb. 5 und 6 ist links von der Ventralnaht (d. h. in der rechten Ventralwand) noch genau diese sechseckige polygonale Felderung bewahrt.



a b

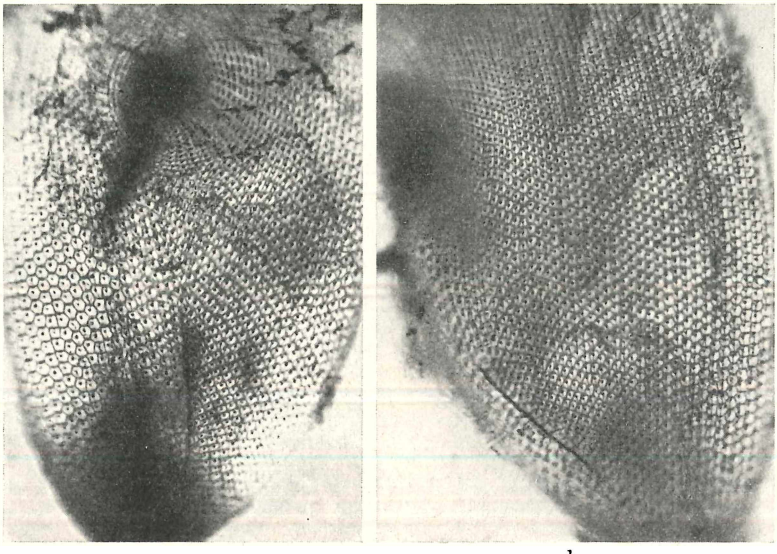
Abb. 4a u. b. Hintere Ventralseite zweier Paramecien mit der Cytopygelinie. In a Diagonalstellung der äußeren Gitterfasern. Peripher Übergang in das normale Gitter. In b Cytopygelinie undeutlich, daneben der helle Längsschlitz durch Wegfall des inneren Gitters gebildet; ringsherum des elliptischen Schlitzes Saumfaser des inneren Gitters; rechts Schrägfasern, links Schräg- und Längsfaser des inneren Gitters. Technik für 4a wie bei Abb. 1a, für 4b wie bei Abb. 1b. 700×.

An nicht wenigen Individuen der verschiedenen Zuchten, die aus der freien Natur heimgebracht wurden, findet sich aber in der hinteren Körperregion doch eine mehr oder minder große und mehr oder minder weit ausgebreitete, also stark variable Veränderung in der Gittergestaltung.

Abb. 4 zeigt nämlich den merkwürdigen Fall, daß die Querbalken des hinteren Körperteiles gleichsam verschwunden sind, daß auch die Längsbalken nicht besonders auffallen; statt dessen sehen wir aber scharf gezogene diagonal gestaltete Gitterfasern, die nach

rechts andere Winkel bilden als nach links. Genau diese Schraubenstellung der Balkenfasern wiederholt sich in den Abb. 5 und 6, in noch schärferer Form. Wie entsteht diese neue Anordnung des Balkensystems?

Wenn wir die Abb. 4a und 5b näher betrachten, so fällt uns an beiden Bildern auf, daß rechts (linke Körperseite) und vorn noch normale Polygone sichtbar sind, und daß in dem Maße, in dem wir uns der Naht nähern, die Querstücke immer kürzer und kürzer



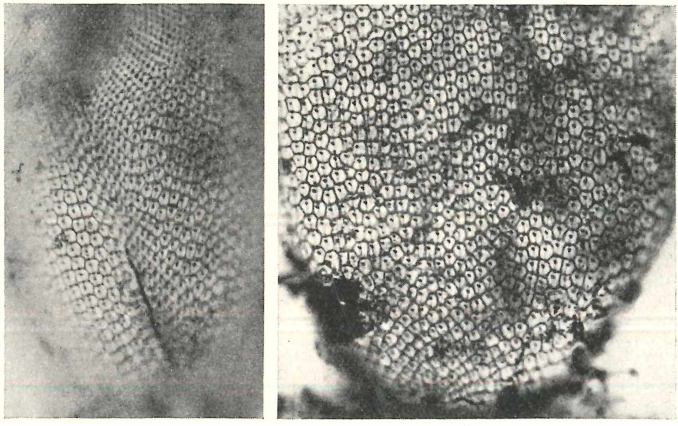
a b

Abb. 5. Hintere Ventralseite zweier Paramecien. In a links (rechte Körperseite) Normalstellung der Gitterfasern, rechts diagonale Scheinfasern. In b Diagonalstellung der Gitterfasern, oben und rechts Übergang in die Normalstellung. Technik wie bei Abb. 1a. 700×.

werden, um damit dem schraubigen Verlauf der Gitterfasern immer näher zu kommen. Wichtig ist für uns nun, daß die Querbalken eigentlich nirgends verschwinden. An Abb. 6a sind sie z. B. noch überall sichtbar, so daß es in Abb. 5 als Scheinzustand zu bezeichnen ist, wenn dort in a rechts und in b am Mittelfeld und wenn in Abb. 4 an der mittleren Stelle keine Querbalken sichtbar sind. Das Mikroskop zeigt uns deutlich, daß die Querbalken überall anwesend sind, wenn hier auch ad minimum reduziert. Der Grund, warum die Querstücke nicht restlos eingeschmolzen werden, ist darin zu suchen, daß sie Träger der Trichocystenkörner und der Schießscharte

(J. v. Gelei, 1926 a) sind, und diese nirgends im Organismus fehlen dürfen. Abb. 6 demonstriert die Anwesenheit der Querstücke augenfällig dadurch, daß diese hier viel dicker sind als die Längsbalken.

Ich will schließlich nun auf Abb. 6 b und 1 a (s. den hintersten Abschnitt der Abbildung) hinweisen, wo wir am hinteren Dorsalfeld (nahe am Körperende) eine ähnliche Umgestaltung der Polygone wahrnehmen können, weswegen dann hinten scheinbar auch hier Diagonalbalken entstehen. Diese Erscheinung springt sogar auch auf die rechte Körperseite hinüber; denn wir sehen in Abb. 4 a auch



a b

Abb. 6. Gitterpolygone in zwei Paramecien in a um die Cytopyge, in b am hinteren Dorsalfeld. In beiden Figuren zugleich deutlich die Interciliarfasern mit dem Basalapparat der Cilien. In a links Normalstellung des Gitters, rechts eine Schrägstellung desselben. Die Querbalken sind dick. In b hinten diagonale Scheinfasern des Gitters. Technik wie bei Abb. 1. 700 ×.

links rhombische bis deltoide Polygone, an denen der Querbalken nach hinten zu Schritt für Schritt abgekürzt wird.

Zusammenfassend können wir also feststellen, daß an gewissen Individuen in der hinteren Körperhälfte auch im äußeren Gitter eine diagonale Faseranordnung auftritt, die an gewissen Stellen (hauptsächlich links von der Cytopygelinie) so weit getrieben ist, daß weitlaufende diagonale Scheinfasern entstehen. Demzufolge gestaltet sich hier das äußere Gitter ähnlich dem inneren. Parallel mit dieser Tatsache geht die andere, daß an diesen Stellen ein dichter Cilienbesatz entwickelt ist, der wegen seiner Dichte im Gegensatz zu anderen Körperstellen als dynamische Einheit eine verstärkte dynamische Wirkung an der betreffenden Stelle auf das Ectoplasma ausübt

Allgemeines.

Die angeführten Fälle der Umgestaltung im äußeren Gittersystem sind für mich mit Rücksicht auf meine Ausführungen über den Körperbau der Ciliaten (1936 b, 1937) äußerst wertvoll. Folgende Tatsachen stehen miteinander in logischem Zusammenhang.

1. Wir haben im äußeren Gittersystem eine Anordnung vor uns, die im Dienste der Trichocysten und Cilien, also lauter kleiner Elemente entstanden ist (s. Gábor v. Gelei, 1937). Da die Cilien in Längsreihen angeordnet sind, verlaufen die Hauptgitterfasern des äußeren Gitters längsgerichtet und werden von G. v. Gelei als Scheidebalken der Cilien unterschieden. Die kürzeren Stücke, welche als Träger der in die Cilienreihen eingestellten Trichocysten fungieren, müssen dagegen aus mechanischen Gründen normalerweise quergestellt sein (Trichocystenträger, G. v. Gelei). Von beiden Fibrillenarten sind die Querstücke dicker und weniger plastisch, da sie als Träger der Trichocysten am ganzen Körper ihre Querlage (auch in der Mulde) unverändert bewahren müssen. Die Längsfäden sind dagegen dünner und schon von vornherein plastisch, da sie ja überall im Zickzack gebrochen sind.

2. Die Cilien haben am hinteren Körperabschnitt ungleiche Dichte; ihr Maximum liegt links von der Cytopyge, also an einer uns besonders interessierenden Stelle.

3. Die Cilien haben an den erwähnten Stellen außer ihrer Längs- auch eine ausgesprochene Schraubenstellung (s. besonders Abb. 4), die sich an die der Mundumgebung (Mulde) eng anschließt.

4. Der Schlag des Cilienkleides ist hier stark schräggerichtet, da die Drehung des Körpers hinten gelöst ist. Dies wird besonders dadurch klar, daß das Wellenmuster des Cilienkleides hinten steil ist.

5. Primär tritt also im hinteren Körperteil die Drehungswirkung des Cilienschlages auf, die infolge der dichten Stellung der Cilien im Cilienkleid auf den Körper als Ganzes übertragen wird und insofern ihre gestaltende Wirkung ausübt, als sie

6. a) im inneren, sog. infraciliaren Gittersystem in jedem Individuum überwiegend diagonale Fasern zur Entwicklung bringt, und

b) im äußeren Gitter bei vielen Individuen die Längs-Queranordnung umgestaltet, indem sie die Querbalken (im Grenzfall) beinahe zum Schwinden bringt, und die Längsfasern durch geregelte Brechung in diagonale Scheinfasern umgestaltet.

7. Mir ist im ganzen Geschehnis das wichtigste, daß diese Umgestaltung gleichsam vor unseren Augen verläuft. Dies schließe ich daraus, daß a) die Umänderung nicht an allen Individuen durchgeführt ist, b) sich nicht auf die ganze hintere Körperregion bezieht (wohingegen bez. des inneren Gitters am ganzen Hinterkörper Diagonalfasern erscheinen), daß c) wo eine Umänderung zustande kommt, diese verschieden ausgebreitet ist (in Abb. 3 z. B. an einem fingerbeerengroßen Fleck, in 4 dagegen beinahe am ganzen Hinterkörper) und d) außerdem in verschiedenem Maße verwirklicht (vgl. Abb. 6a mit Abb. 5b), daß e) wo sie überhaupt erscheint, ein allmählicher Übergang zwischen normalem und umgestaltetem Verlauf der Gitterfasern feststellbar ist und daß schließlich f) das Höchstmaß der Umgestaltung mit dem Höchstmaß der Ciliendichte zusammenfällt (siehe sämtliche Abbildungen).

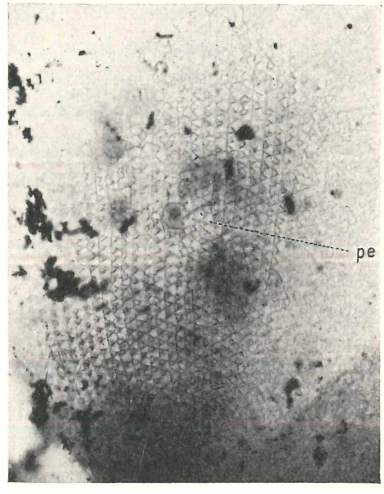


Abb 7. Der Verlauf der Fasern im inneren Gitter des Parameciums am hinteren Dorsalfeld pe Porus excretorius. Sublimat-Kalibichromat-Kalialaun. Dest. Wasser 2 ×. Pyrogallolcarbonsäure(4). Dest. Wasser. Ammoniakalisches Silber nach Bielschowsky (nach Gábor v. Gelei). 700 ×.

8. G. v. Gelei weist (1937) bezüglich des inneren Gittersystems auf den merkwürdigen Umstand hin, daß unter den Diagonalfasern der hinteren Körperregion die linksgerichteten an den meisten Tieren dicker und zugleich schärfer ausgeprägt sind — wie dies auch unsere Abb. 7 aufweist — und bringt diese Erscheinung damit in Zusammenhang, daß die Tiere mehr Linksdreher sind. Auch diesbezüglich finden wir eine weitere Parallele zwischen dem inneren und äußeren Gitter, indem (wie an Abb. 5, 6 und in gewisser Beziehung auch in 4 ersichtlich) die linksschraubige Anordnung auch im äußeren System ausgeprägter und die linksgerichteten Faserstücke etwas dicker sind als die rechten.

Ich glaube, daß es mir gelungen ist, an einem neuen Beispiel nachzuweisen, daß die Schraubenbewegung auf den Körperbau direkt gestaltend wirkt, und zwar interessanterweise zugleich auf zwei separate Systeme. Zwischen den Wirkungen auf beide Systeme

besteht ein Unterschied darin, daß das innere Gittersystem dem Schraubenprinzip in jedem Individuum vollständig Folge leistet (weil es wahrscheinlich schon genotypisch festgelegt ist), wogegen im äußeren System die Umgestaltung noch nicht jedes Individuum betrifft und wenn ja, so in verschiedenem Maße. Die vollendete Umgestaltung im inneren System weist kleine, die erst angegangene im äußeren dagegen eine sehr große Variabilität auf.

Die angeführten Veränderungen sind zugleich geeignet zu der großen Streitfrage, ob morphologische oder physiologische Veränderungen vorausgehen, Stellung zu nehmen. Hier liegt ja ein statisch-mechanisches System vor, das aus separaten Längs- und Querbalken aufgebaut ist und bei den meisten Individuen seine Längs-Queranordnung am ganzen Körper bewahrt. Das System dient Einzelcilien und Einzeltrichocysten. Dann kommt — besonders auf die hintere Körperregion beschränkt — die Drehung, die aber im Verein mit der Vorwärtsbewegung aus Kraftlinien diagonal gestellter Kräftewirkungen resultiert. Diese diagonalen Kräftewirkungen waren seit uralten Zeiten anwesend und sind auch heute an solchen Individuen unwirksam, an denen noch keine Scheindiagonalfasern erschienen sind. An manchen Individuen bewirken sie doch eine Umgestaltung eines von vorneher vorhandenen Systems und zeigen somit einen Fall an, in dem die physiologische Veränderung der der morphologischen vorausgehen kann.

Diese physiologische Veränderung kann zwar klein genannt werden, da hier eigentlich statt Längs- und Querdruck ein Schrägdruck wirksam ist. Die meisten Tiere zeigen demgemäß auch keine Veränderung. Das System ist also der kleinen Wirkung nicht leicht nachgiebig, aber daß trotzdem bei einigen Individuen eine Veränderung, in von Tier zu Tier verschiedenem Maße erfolgt, beweist eben, daß eine sinngemäße Veränderung durch eine sinngemäße Wirkung hervorgerufen werden kann.

Literaturverzeichnis.

Alverdes (1923): Beobachtungen an Paramecium putrinum und Spirostomum ambiguum. Zool. Anz. **55**.

— (1923): Neue Bahnen in der Lehre vom Verhalten der niederen Organismen. Berlin, J. Springer.

Gelei, J. v. (1926): Cilienstruktur und Cilienbewegung. Verh. d. Zool. Ges. **31**. Jahresversammlung Kiel.

Gelei, J. v. (1926a): Új Paramecium Szeged környékéröl. Ein neues Paramecium aus der Umgebung von Szeged. Állatt. Közl. (Zool. Mitt.) **27**.
— (1932): Die reizleitenden Elemente der Ciliaten in naß hergestellen Silber- bzw. Goldpräparaten. Arch. Protistenkde **77**.
— (1934a): Eine mikrotechnische Studie über die Färbung der subpellikulären Elemente der Ciliaten. Z. Mikrosk. **51**.
— (1934b): Das Verhalten der ektoplasmatischen Elemente des Parameciums während der Teilung. Zool. Anz. **107**.
— (1936): Das erregungsleitende System der Ciliaten. C. Rend. XII. Kongr. Intern. Zool. Lisbonne 1935.
— (1936): A csavarmenetes vagy cochliooid alkattypus a csillósok világában. Ein geschraubter oder kochliooider Körperbau in der Ciliatenwelt. Állatt. Közl. (Zool. Mitt.) **33**.
— (1937): Der schraubige Körperbau in der Ciliatenwelt im Vergleich zu den Symmetrieverhältnissen der vielzelligen Tiere. Arch. Protistenkde 88.
Gelei, G. v. (1937): Ein neues Fibrillensystem im Paramecium. Arch. Protistenkde 89.
Ludwig, W. (1929): Untersuchungen über die Schraubenbahnen niederer Organismen. Z. vergl. Physiol. **9**.
— (1932): Das Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen. Berlin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: 90_1938

Autor(en)/Author(s): Gelei József von

Artikel/Article: Schraubenbewegung und Körperbau bei Paramecium . 165-177