

# Über den Bau, die Abstammung und die Bedeutung der sog. Tastborsten bei den Ciliaten.

Von

Prof. J. v. Gelei (Szeged, Ungarn).

(Hierzu 7 Textfiguren.)

---

Über „Tastborsten“ bei Ciliaten enthält die Literatur im wesentlichen nur Angaben über ihr Vorhandensein und ihre Lagerung am Zellkörper. Manche Autoren erwähnen, daß die Tastborsten lang oder kurz seien bzw. daß auch dasselbe Tier lange und kurze Tastborsten nebeneinander besitzen kann (KAHL, 1926). Ferner wissen wir, daß sie starr sind und da man steife Cilien an den verschiedensten Stellen des Ciliatenkörpers feststellte, so hat man die Tastborsten als versteifte Cilien gedeutet. Wer diesen Gedanken erstmals ausgesprochen hat, konnte ich nicht feststellen; ich kann bloß auf JOHNSON (1893), WALLENGREN (1902) und KLEIN, 1932 hinweisen, die diese Gedanken vertreten haben. Die physiologische Deutung, die man den starren Gebilden gab, nämlich eine tango-receptorische Sinnesfunktion, stand mit deren starren Beschaffenheit in Einklang. Ich selbst war die längste Zeit von der Richtigkeit dieser Auffassung überzeugt, besonders nachdem ich erfahren hatte, daß sich nach Berührung des Stirnfeldes bzw. des umgebenden Wirbelorgans des festsitzenden Stentors durch ein fremdes Tier die dem Reizort nächststehenden Membranellen selbständig machen, indem sie zu wirbeln aufhören, wie Flügel zur Seite geschlagen werden und so den aufdringlichen Nachbar fernhalten, bis er endlich das Weite sucht. Hätte man außerdem noch von vornherein gewußt, daß zu jeder Tastborste ein Basalkörperchen gehört, so wären die Forscher noch mehr in der Auffassung bestärkt worden,

daß die Tastborsten wirklich nie etwas anderes sind als umgewandelte Cilien.

In drei wissenschaftlichen Vorträgen<sup>1)</sup> trat ich der Verallgemeinerung dieser Auffassung entgegen und versuchte nachzuweisen, daß die Tastborsten in manchen Fällen Bildungen *sui generis* sind. Da das Erscheinen meiner ausführlichen Arbeit in den Berichten der Ungarischen Akademie sich verzögert, habe ich mich entschlossen, hier einen Abschnitt daraus, der sich auf die Tastborsten bezieht, gesondert und zusammenfassend zu veröffentlichen, zumal ich zugleich darüber in verschiedener Hinsicht Neues berichten kann.

Wenn auch Tastborsten und Cilien aus den gleichen zwei Abschnitten bestehen, dem Basalkörperchen und dem distalen, ins Freie herausragenden Fortsatz, so sind doch auch Unterschiede in ihrem Bau zu verzeichnen. So ist das Basalkörperchen der Tastborste stets größer als das der Cilie und trotzdem technisch schwerer darstellbar als dieses. Es hat ein geringeres Lichtbrechungsvermögen als das der Cilie und färbt sich gewöhnlich nicht nach den gebräuchlichen Basalkörpermethoden. Wir können es scharf und grob darstellen nach KLEIN'S Silbermethode, nach meiner Sublimat-Silber- oder Silber-Goldmethode sowie dem Osmium-Toluidinblauverfahren.

Ferner kann man mit einigen Methoden, nämlich Eisen-Hämatoxylin, Fuchsin, Kristallviolett, nach BENDA'S Mitochondrienmethode, nach meinem Gentiana-Violettverfahren (ähnlich der Osmium-Toluidinblaumethode) und endlich mit Silber-Osmium-Formol vorzüglich nachweisen, daß die Cilien aus einem steifen Achsenstab und aus einem kontraktilem Hüllplasma bestehen. Dagegen gelang mir weder mit diesen noch anderen Verfahren der Nachweis einer entsprechenden Zusammensetzung an den Tastborsten. Steife und tätige Cilien unterscheiden sich voneinander nicht bei Färbung nach den genannten Methoden, wohl aber färben sich nach ihnen die Tastborsten anders als die Cilien, ja die Tastborsten bleiben gelegentlich ungefärbt, während die Cilien die Farbe annehmen. Meine Osmium-Toluidinblaumethode und ihre durch meinen Schüler P. HORVÁTH angegebene Modifikation, die sog. Sublimat-Wolfram-Toluidinblaumethode färbt die Tastborsten gewöhnlich tief violett-

<sup>1)</sup> Sodalitas Amicorum Univ. Reg. Hung. Francisco-Josephinae in Szeged, 11. März 1931: Die Bedeutung der Relatoren im Nervensystem der Ciliaten. 320. Fachsitzung der Zoolog. Sektion des Kgl. Ungar. Naturw. Vereins, Budapest 17. April 1931: Neuere Fortschritte in der Analyse des Nervensystems der Protozoen. Ungarische Akademie der Wissenschaften, Fachs. d. III. Cl. 14. März 1932. Dasselbe.

blau, während die Cilien sich schwächer tingieren. Überhaupt deutet der Farbton darauf hin, daß das Cilienplasma neutral, das Borstenplasma dagegen etwas sauer reagiert. Die Tastborsten können wir mit Gentianviolett nach verschiedenen Osmiumverfahren (Formol-osmium nach GELEI, Sublimat-Osmium nach APÁTHY, Osmium-Kalibichromicum nach GOLGI, Sublimat-Golgi nach GELEI) vorzüglich darstellen, wenn wir ähnlich vorgehen, wie ich für Toluidinblau 1926—1927 angegeben habe.

Abgesehen von diesen rein morphologischen und färberischen Unterschieden erhärten zwei weitere Tatsachenreihen den Schluß auf Verschiedenheit von „Tastborste“ und Cilie.

1. Wie ich in früheren Schriften mitteilte, können am Basalteil von Cirren und Membranellen Tastborsten auftreten, die mit der Tätigkeit dieser Bewegungsorganellen insofern in engem Zusammenhang stehen, als die Tastborste diese Organellen während ihrer Bewegung berührt (vgl. 1929 a, Fig. 1, 2, 4; 1929 b, Fig. 1, 2, 4, 5; 1929 c, Fig. 27). Ich bezeichnete diese Tastborsten daher als Proprioceptoren. Schon 1925 hat WETZEL, was ich damals noch nicht wußte, die Tastborsten im Wirbelorgan von *Stylonychia mytilus* nachgewiesen und zugleich bemerkt, daß sie „die Tätigkeit der Membranellen regulieren“. Hinsichtlich des Zusammenhanges von Tastborste und Syncilium wies ich ferner (1929 c) darauf hin, daß der „Relator“, den KLEIN am Basalteil der Cilie entdeckte und dessen wirkliche Lagerung ich (1932) klarstellte, in einer ähnlichen topographischen Beziehung zur Cilie steht wie die Tastborste zum Cirrus. Hieraus schloß ich, daß auch dieses Nebenkorn als ein Proprioceptor der Cilie aufzufassen ist. Als einen Beweis der Richtigkeit dieser Deutung konnte ich im nächsten Jahr am XI. internationalen Zoologenkongreß in Padua schon die zentripetale Leitungsfaser demonstrieren (1932, Fig. 13—16), die vom Nebenkorn der Cilie in die Tiefe herabsteigt und mit ihresgleichen zum Cytopharynx hin konvergiert.

2. Als mir aus diesen Tatsachen klar geworden war, daß neben dem Basalteil der Cilien je ein Receptor vorhanden ist, von dem eine receptorische Faser durch das Ectoplasma in die Tiefe herabsteigt, sah ich zugleich den Weg zur Deutung der Herkunft der Tastborsten vor mir. Es schien mir nämlich von vornherein möglich, daß von diesem receptorischen Endknopf ein receptorischer Fortsatz ins Freie hervorzunehmen könne, zumal ich (1930) auch die „freien Nervenendigungen“ der Sinnesganglienzellen von Turbellarien mit Basalkörnern und daraus hervorsprossenden, ins Freie herausragenden distalen Borsten endigen sah. In die gleiche Richtung

weist der Umstand, daß die Tastborsten, wo immer sie vorkommen, meist in funktionstüchtige Cilienreihen eingestreut sind oder daß sie im gegenteiligen Falle selbst nach Cilienart in Reihen stehen.

Gerade die Tatsache, daß Cilienreihen sich in Tastborstenreihen fortsetzen können, ließe sich zwar als Beweisstück für die alte gegenteilige Meinung beanspruchen, daß nämlich die Tastborsten aus Cilien entstanden seien. Bedenken wir

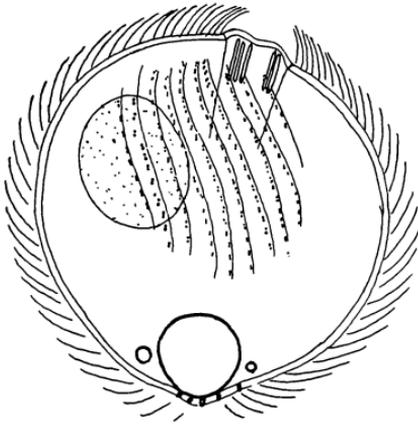


Fig. 1. *Laginus sphaericus* mihi, Formol-Osmium, Osmium-Toluidinblau. Zeichnung von 1929. Die Abbildung zeigt auf der Körperoberfläche nur das Borstenfeld ausgeführt. Die ausgezogenen Linien geben den Verlauf der Cilienreihen, die Doppelpunkte die Lage der Riechborsten wieder. Im Zellkörper Macronucleus und hinten pulsierende Vakuole mit mehreren Ausführkanälchen. Vergr. 1:1000.

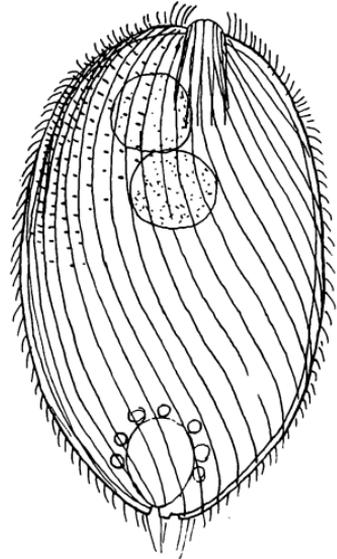


Fig. 2. *Laginus amphora*. Fixierung und Färbung wie bei Fig. 1. Zeichnung von 1929. Links oben das große Borstenfeld, die Spirallinien bezeichnen den Verlauf der Cilienreihen. Im Zellkörper ein eingeschnürter Macronucleus; hinten die pulsierende Vakuole mit ihrem Ausführkanal; ventral davon, im Bilde rechts daneben die Cytopyge. Vergr. 1:1000.

aber, daß der vorletzte Schritt dieser Ableitungsreihe eine starr werdende Cilie ist, weiters daß steife Cilien gewöhnlich am Hinterende des Zellkörpers oder am Cytopharynx auftreten, die Tastborsten aber gewöhnlich auf die vordere Körperhälfte beschränkt sind, so erkennen wir bald die Unmöglichkeit der Umwandlung von Cilien in starre Tastborsten und zwar besonders deutlich dann, wenn wir meine diesbezüglichen Erörterungen in Betracht ziehen (1929, S. 32—34; 1926, S. 208).

Noch beweisender als diese Ausführungen sind die Tatsachen, die ich bei zwei *Holophryinae*, nämlich bei *Laginus sphaericus* (vgl. Fig. 1) und *Laginus amphora* (vgl. Fig. 2) fand. Diese Tiere besitzen

ein großes Borstenfeld an ihrer vorderen Dorsalseite. Das Borstenfeld ist aber, anscheinend infolge seiner Größe, nicht cilienfrei; die Cilienreihen laufen in normaler Anordnung durch das Borstenfeld hindurch. Ferner stehen die „Tastborsten“-Reihen — und dieser Umstand ist für unsere Betrachtung von besonderem Wert — nicht in der Mitte der Zwischenbänder, sondern die einzelnen Borsten schließen sich den Cilien linksseitig an. Die Borste tritt also genau an derjenigen Stelle auf, wo auch immer der Relator KLEIN'S liegt, in schönem Einklang zu der Vorstellung, daß die Sinnesborste hier aus dem Relator hervorgewachsen ist.

### Bau und Funktion der sogenannten Tastborsten.

Wenn man bedenkt, daß die Ciliaten auf dieselben Reize ganz ähnlich reagieren, wie es die Cellulaten vermöge ihrer Sinnesorgane tun und wenn weiterhin bei Cellulaten auch morphologische Unterschiede der verschiedenen Sinnen zugeordneten Rezeptoren bekannt sind, so drängt sich sogleich die Frage auf, ob nicht auch die „Tastborsten“ der Ciliaten morphologische Verschiedenheiten aufweisen möchten, die sich mit spezifisch verschiedener Funktion in Zusammenhang bringen ließen.

In dieser Hinsicht war bisher zweierlei bekannt. Erstens gibt es lange, mittellange und kurze „Tastborsten“; niemand aber hat bisher diesen morphologischen Unterschieden Funktionsunterschiede zugeordnet. Zweitens gibt es „Tastborsten“, an denen sich morphologisch mehr erkennen läßt als nur das überall vorhandene Basalkörperchen und der distale freie Fortsatz. So ergab sich bei den Sinnesborsten von *Euplotes* eine verwickeltere Struktur, die GRIFFIN (1910) und ausführlicher ich (1929) beschrieben haben. Die früheren Autoren erkannten Sternchengebilde im Ectoplasma am Basalteil der Sinnesborsten, die ich als Sensucysten bezeichnete; dazu beschrieb ich eine konusartige und außen membranöse Eindellung des Protoplasmas, an deren Spitze das Basalkörperchen liegt. Zum Basalapparat gehört eine Silberlinie, die in der Höhe der Pellicula die Konusbasis ringartig umschließt (vgl. 1929 b, Fig. 1). Neulich fand ich nach meiner Silber-Goldmethode auch unten im Ectoplasma um das Basalkorn einen Ring, der sich als eine Verdickung der Konuswand darstellt. Aber aus dieser verwickelten Struktur konnte ich bloß den Schluß ziehen, daß sie zur quantitativen Verstärkung der Tastfunktion dienen möchte, und daß physiologisch kein besonderer Unterschied zwischen einfach und verwickelt gebauten Tastborsten anzunehmen sei.

1929 fand ich in Materialgruben der Seitendämme der Tisza eine *Bryophyllum*-Art, deren nach der Osmium-Toluidinblaumethode gewonnenes Oberflächenbild Fig. 3 wiedergibt. Die durchlaufenden Linien stellen die Cilienreihen, die dazwischen stehenden Striche die Sinnesborsten dar. Diese räuberischen Tiere haben einen kammartig hervorragenden Mundwulst, der auch hinter dem Mundspalt an der Ventral-

seite bis zum Hinterende verläuft und hier hakenartig umgeschlagen ist. Gewöhnlich gleiten die Tiere auf ihrer rechten, wenig gewölbten Seite, wogegen die linke, fast kugelförmig gewölbte Seite oben freiliegt. Diese freiliegende linke Körperhälfte trägt dorsolateral drei lange Tastborstenreihen, die genau in die Cilienreihen eingeschaltet sind. Auf dem Wege sind die Cilienreihen

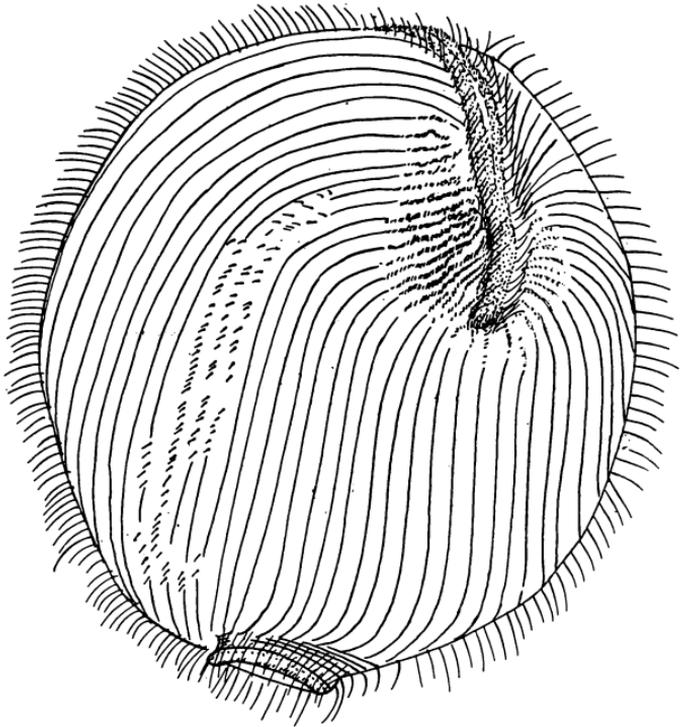


Fig. 3. *Bryophyllum carinatum* mih. Behandlung wie bei Fig. 1. Ansicht von dorsal links. Auf der linken Seite die vier Tastborstenreihen, einige Tastborsten auch hinten um den Hackenwulst. Vorn rechts und links vom Mundwulst je eine angrenzende Cilienreihe; um den Anfangsteil des Mundwulstes mehrere Reihen Riechborsten. Die meridional verlaufenden Linien bezeichnen den Verlauf der Cilienreihen. Vergr. 1 : 750.

mehrfach unterbrochen, die Lücken aber sind von Tastborsten ausgefüllt. Wie die Figur zeigt, hat auch die nächstfolgende vierte Cilienreihe hinten einige Tastborsten. Vorn, in der Nähe der Mundspalte am Beginn des Kammes, stehen in der Verlängerung der Cilienreihen eine Menge von Sinneshärcchen, an der rechten, unteren Hälfte in ungefähr 14 Reihen, links oben in ungefähr 20 Reihen angeordnet. Diese paroralen Sinnesborsten unterscheiden sich nicht nur durch ihre Lage von den dorsolateralen Borsten, sondern auch dadurch,

daß sie in der Reihe äußerst dicht und immer paarweise beieinander stehen, vor allem aber dadurch, daß sie sehr kurz sind. Zudem sind die rechtsseitigen nicht frei gelagert, sondern stehen unter die auch hier vorhandenen Cilienreihen eingestreut.

Was nun die Funktion der beiden nach Bau und Lage verschiedenen Typen von Sinnesborsten anbelangt, so liegt es sehr nahe, den dorsolateralen, entsprechend ihrer exponierenden Lage auf der freien Oberfläche und ihrer bedeutenden Länge die Tastfunktion zuzuordnen. Die paroral gelegenen dagegen können bei ihrer Kürze und ihrer teils unter dem Cilienkleide versteckten Lage mit Fremdkörpern kaum in Berührung kommen. Wohl aber spricht ihre dem Cytostom nächstbenachbarte Lage für Chemoreception, und das um so mehr, als meinen Befunden zufolge (1930) die Rezeptoren der Auricularsinnesorgane der Tricladen und entsprechend gelagerte Sinnesorgane der Rhabdocoelen, deren ersteren auch auf Grund physiologischer Versuchsserien (KOEHLER, 1932) bestimmt Chemoreception zugesprochen werden muß, ganz entsprechend dichtstehende kurze Sinnesstiftchen tragen.

Damals achtete ich nicht darauf, ob bei *Bryophyllum* auch andere Unterschiede im Bau der Sinnesstiftchen zu verzeichnen wären. Heuer habe ich in den Sodagewässern bei Szeged zwei *Trachelophyllum*-Arten (vgl. Fig. 4 u. 5) kennen gelernt, die die Frage der Differenzierung der Sinnesstiftchen ein gutes Stück fördern konnten. Die eine Art steht dem *Trachelophyllum sigmoides* KAHL sehr nahe, die andere vielleicht dem *Trachelophyllum apiculatum*. Beide Tiere sind von einer dicken, der Pellicula dicht aufliegenden Gallerthülle umgeben. Ihre dorsale bzw. dorsolaterale Seite trägt drei Sinnesborstenreihen, die zufolge zahlreicher Merkmale eine Unterteilung in zwei Gruppen zulassen. Gruppe 1 besteht lediglich aus einer Reihe, und zwar der mehr dorsal bzw. mehr rechts dorsal stehenden. Sie läuft über die ganze Körperlänge. Ihre Borsten stehen in großen Abständen einzeln für sich, sind lang und ragen weit aus der Gallert-hülle hervor. Sie sind dick und zeigen starke Lichtbrechung, die auch nach Sublimatfixierung erhalten bleibt. — Gruppe 2 bilden die beiden linksseitigen Reihen. Diese sind nur kurz und auf den Halsteil des Zellkörpers beschränkt (s. Fig. 4). Die Stiftchen stehen paarweise beisammen, die Paare selbst stehen dicht gedrängt beieinander und was vor allem auffällt, die Stiftchen sind kurz, dünn und weich, vom Lichtbrechungsvermögen des Wassers. So kommt es, daß die Forscher weder ihre paarige Anordnung, noch überhaupt die dritte untere Reihe bemerkt haben. Merkwürdigerweise ist durchweg das

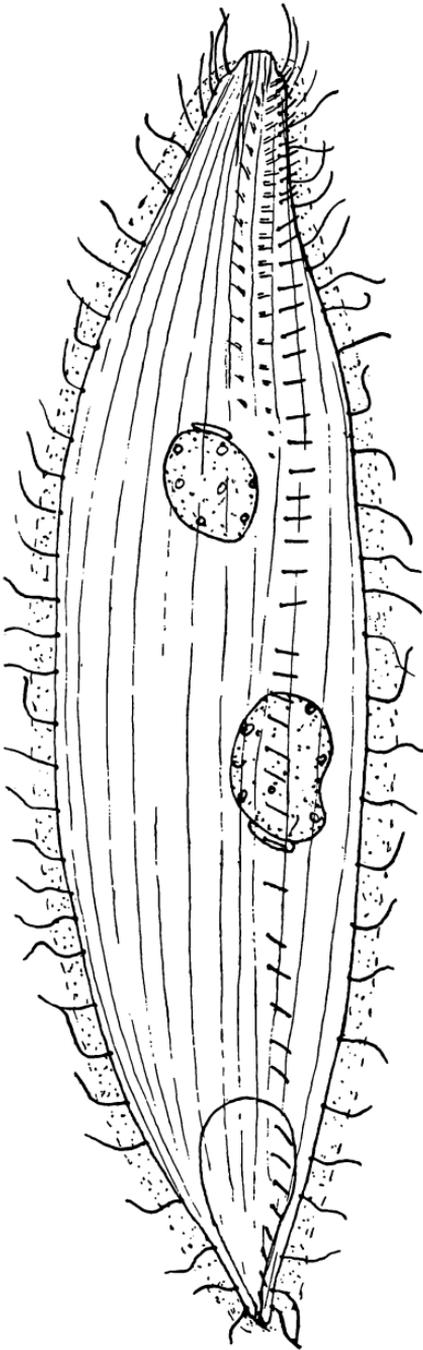


Fig. 4.

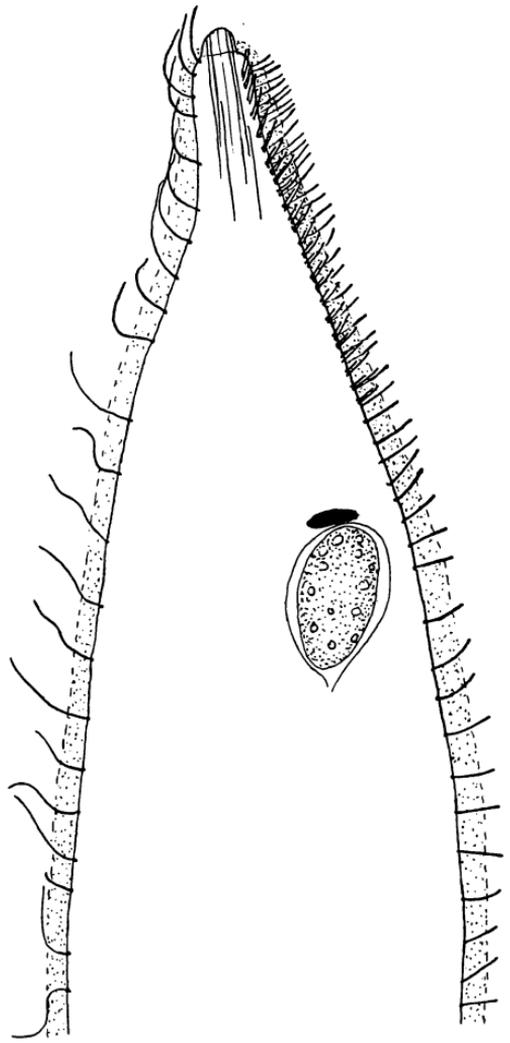


Fig. 5.

Fig. 4. *Trachelophyllum sigmoides* KAHL(?) Sublimat, ungefärbtes Präparat. Um den Körper zwischen den Cilien punktiert die Gallerthülle. Zwei Macronuclei mit je einem anliegenden Micronucleus. Die Längsstriche bezeichnen Rippen der Pellicula zwischen den Cilienreihen. Drei Reihen von Sinnesborsten, die rechte mehr dorsale längste aus Tastborsten, die beiden kurzen mit Doppelborsten aus Riechborsten bestehend. Vorn Mundwulst mit Trichiten. Vergr. 1:600.

Fig. 5. *Trachelophyllum sigmoides* KAHL(?) Sublimat. Gefärbt nach P. HORVÁTH mit der Phosphorwolframsäure-Toluidinblau-Methode. Ausgeführt ein Macronucleus mit anliegendem Micronucleus, Gallertschicht, sowie rechts zwei der dorsalen Borstenreihen: lange Borsten aus der Gallerte herausragend: Tastborstenreihe; kurze Borstenpaare: die erste Reihe der chemoreceptorisch wirksamen Doppelborsten. Vergr. 1:1000.

hintere Stiftchen eines und desselben Paares etwas länger als sein vorderer Partner; die hinteren können ein wenig aus der Gallerthülle herausragen, während die vorderen Stiftchen sämtlich innerhalb der Gallerthülle bleiben und deren halbe Dicke nicht überschreiten. In manchen Exemplaren sind auch die hinteren Borsten in Gallerte versteckt.

Es liegt sehr nahe, der dorsalen, die ganze Körperlänge einnehmenden Borstenreihe Tastfunktionen zuzuordnen. Zur Tangoreception sind die Borsten sowohl durch ihre Länge wie durch ihre Steifheit (die starke Lichtbrechung beruht auf der Dichtigkeit ihres Protoplasmas) geeignet und ihre Verteilung über die ganze Körperlänge entspricht dem Umstande, daß taktile Reize den Körper auf jedem Querschnitt treffen können. Am häufigsten allerdings dürfte bei Vorwärtsbewegung das Vorderende, beim Rückwärtsschwimmen das Hinterende taktilen Reizen ausgesetzt sein, während die Wahrscheinlichkeit der taktilen Reizung der Körpermitte am geringsten ist. Dem entspricht die Borstenverteilung auf das beste: sie stehen vorn am dichtesten, hinten weniger dicht und in der Mitte am lockersten. So erblicke ich in den Sinnesborsten der Gruppe *Tangoreceptoren*. Die Borsten der beiden anderen Reihen jedoch können nicht tasten, wozu sie einerseits zu weich sind, andererseits zu kurz; die Oberfläche der Gallerthülle überragen nur wenige und auch diese treten bloß mit der Spitze hervor. Zur Ausübung von chemoreceptorischer Tätigkeit aber erscheinen sie nach Bau und Lage sehr geeignet; schon ihre Beschränkung auf die Umgebung des Mundes spricht dafür. Auch die chemoreceptorischen Sinnesstiftchen der Landwirbeltiernase funktionieren eingebettet in eine Schleimschicht. Hier werden die Reizstoffe adsorbiert und wirken auf die langsam arbeitenden Stiftchen längere Zeit ein. Aus ähnlichen Überlegungen erklären wir uns den Umstand, daß die Geschmacksknospen der Wirbeltiere in enge Spalträume münden.

Ob es erlaubt ist, noch einen Schritt weiterzugehen und die kurzen vorderen Stiftchen des Paares als Gustoreceptoren, ihre längeren hinteren Partner als Osmoreceptoren anzusprechen, muß ich einstweilen offen lassen.

Schließlich möchte ich bezüglich der Tastborsten eine interessante ökologisch verwertbare Feststellung machen. Merkwürdig ist, daß unter den Ciliaten ganz große Gruppen keine Sinnesborsten haben, oder aber nur ausnahmsweise damit ausgerüstet sind. So finden wir bei den *Trichostomata* und *Peritricha* diese Organellen nur selten. Bei den *Hypotricha* dagegen sind sie allgemein verbreitet

und auf der Dorsalseite gewöhnlich in fünf Reihen angeordnet. Auch bei den Spirotrichen finden wir Tastborsten. Unter den *Holotricha* sind besonders die *Gymnostomata* mit Sinnesborsten ausgerüstet. Gerade diese Tiere sind es, bei denen sich die Differenzierung in Tango- und Chemoreceptoren vollzogen hat, während bei den hochstehenden Spirotrichen nur Tangoreceptoren vorkommen. Diese artlichen Bauunterschiede stehen nun in gutem Einklang zur Lebensweise, besonders zur Art des Nahrungserwerbes: die borstenlosen *Trichostomata* und *Peritricha* sind meist Strudler, denen der zeitlebens erzeugte Saugstrom die diffus verteilte Nahrung (Bakterien, Detritus) heranträgt, wogegen die *Gymnostomata* ausgesprochene Räuber sind, die ein Beuteobjekt lokalisieren, verfolgen und erbeuten müssen und dementsprechend mit gut differenzierten Sinnesorganen ausgerüstet sind.

Endlich möchte ich bei zwei typischen Planktontieren auf morphologische Unterschiede der Sinnesborsten hinweisen, die ebenfalls mit Unterschieden der Lebensweise in enge Beziehung gebracht werden können. Es handelt sich erstens um *Didinium balbiani* FABRE-DOM. (vgl. Fig. 7) und zweitens um eine neue hypotriche Form, die mit dem Genus *Stichotricha* und mit meinem *Spirophyllum* nächstverwandt ist (vgl. Fig. 6). Beide schwimmen ungeheuer rasch vermöge ihrer Membranellenreihen und -kränze. *Didinium* hat an seinem sonst kahlen Körper vier Borstenreihen, die aus äußerst dünnen, niedrigen und dicht beieinanderstehenden Borsten zusammengesetzt sind. Die längsten Borsten erreichen höchstens die Länge von  $\frac{1}{2} \mu$ . Demgegenüber hat das neue Hypotrich äußerst viele Borsten, die mehr als  $10 \mu$  lang sind und auf kleinen Papillen am Vorderende des Zellkörpers stehen. *Didinium* kann mit seinen sehr kurzen Borsten wohl kaum tasten; eher könnte der Membranellenkranz mit seinen langen Cilien Gegenstände berühren, umgekehrt dürfte das Hypotrich seine sehr langen Borsten, die dem Bau nach zu Receptoren des mechanischen Sinnes sehr wohl geeignet erscheinen, kaum zum Riechen benützen, besonders jene nicht, die am hinteren Körperteil gelagert sind.

Den Unterschieden des Baues entsprechen solche der Lebensweise: *Didinium* ist ein ausgesprochenes Raubtier; es braucht zum Aufspüren der Beute leistungsfähige, analog den Chemoreceptoren wirksame Organellen. Das Hypotrich dagegen ist ein typischer Strudler, der sich von kleinen Flagellaten nährt. Er braucht keine Chemoreception, wohl aber Receptororganellen analog denen des mechanischen Sinnes, die ihn über Wasserströmungen bzw. -erschütterungen unterrichten. Als ziemlich großes Planktontier kann

es nämlich selbst von anderen großen Strudlern, wie Krebsen und Mückenlarven gefangen und gefressen werden. Wir können unter

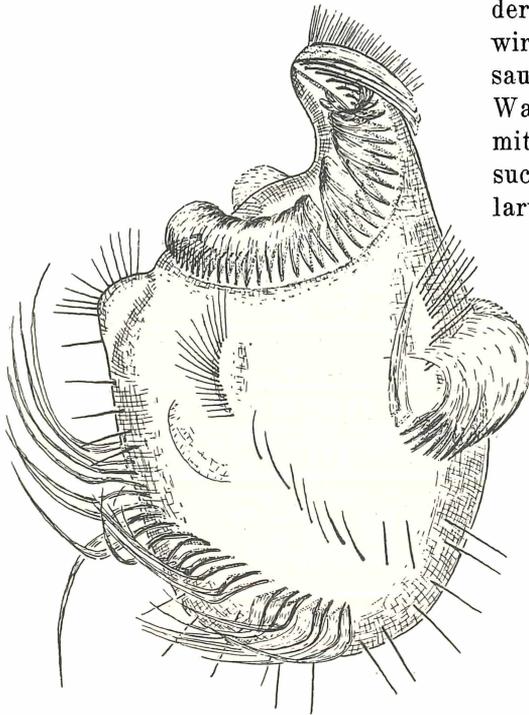


Fig. 6. *Spiretta plancticola* mihi, ein neues Hypotrich mit langen Tastborsten, die in der vorderen Körperhälfte auf Papillen sitzen. Osmium-Toluidinblau. Gezeichnet

Juli 1930 in Tihany.

Vergr. 1:750.

der Lupe beobachten, wie es, wenn wir mit der Nadel und mittels einer saugenden Pipette in seiner Nähe Wasserbewegungen hervorrufen, mit einem Sprunge das Weite sucht, ähnlich wie das auch Krebslarven tun.

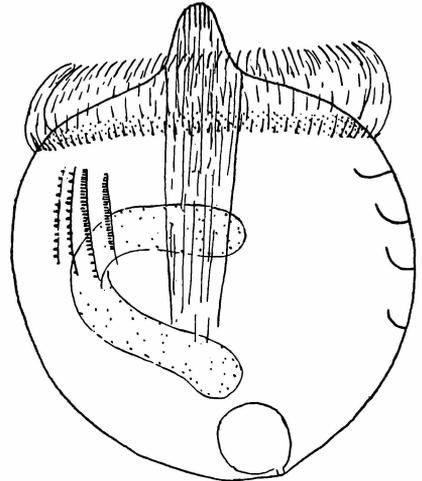


Fig. 7. *Didinium balbiani* FABRE-DOM. Gefärbt nach der Osmium-Toluidinblau-methode. Rings vier Borstenreihen mit Chemoreceptoren. Rechts im Ectoplasma vier Bogenlinien: die mit Toluidinblau dargestellten receptorischen Fasern, entsprechend den von mir 1932 Fig. 13—16 abgebildeten und auf S. 164—166 beschriebenen. Vergr. 1:1000.

Dem Gesagten zufolge vertrete ich den Standpunkt, daß das Gesetz der spezifischen Sinnesenergien JOHANNES MÜLLER'S auch auf die Protozoen und ihre Sinnesorganellen anwendbar sei. Zahlreiche Unterschiede des Baues und der Lage der bisher insgesamt als „Tastborsten“ beschriebenen Organe lassen es zumindest als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß diese Strukturen verschiedenartige Erregungen erzeugen. In den kurzen, oft verstecktliegenden und dabei dicht beieinanderstehenden Borsten der vorderen Körperhälfte, insbesondere in der Umgebung des Zellmundes, erblicke ich Chemoreceptororganellen.

Die langen Borsten dagegen, die steif, stark lichtbrechend sind und überall am Zellkörper auftreten können, möchte ich als Tangoreceptororganellen auffassen. Solche unter ihnen, die auffallend lang und womöglich auf Papillen oder Kämmen gelagert sind, scheinen rheoreceptorischen Funktionen vorzustehen.

### Literaturverzeichnis.

- v. GELEI, J. (1926): Cilienstruktur und Cilienbewegung. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Jahresvers. zu Kiel Bd. 31.
- (1926—1927): Eine neue Osmium-Toluidinmethode für Protistenforschung. Microcosm. 20. Jahrg.
- (1928): Zum physiologischen Formproblem der Wasserorganismen. Arch. Balat. II.
- (1929 a): Ein neuer Typ der hypotrichen Infusorien aus der Umgebung von Szeged usw. Arch. f. Protistenk. Bd. 65.
- (1929 b): Sensorischer Basalapparat der Tastborsten usw. Zool. Anz. Bd. 83.
- (1929 c): A Végvények idegrendszeré. Über das Nervensystem der Protozoen. Budapest, Allattani Közl. Zool. Mitteil. Bd. 26.
- (1930): Echte freie Nervenendigungen. Zeitschr. f. Morph. u. Ök. Bd. 18 p. 786—798.
- (1932): Die reizleitenden Elemente der Ciliaten in naß hergestellten Silber- bzw. Goldpräparaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 77.
- (1932): Ujabb haladások a Végvények idegrendszerének föltárásában. Neuere Fortschritte der Analyse des Nervensystems der Protozoen. Math. és Termtud. Közl. kiadja a Magyar Tudományos Akadémia. Math. u Naturw. Mitteil. d. Ungarischen Akademie der Wissenschaften.
- GRIFFIN (1910): Euplotes worcesteri sp. nov.: I. Structure. The Philippine Journ. of Science.
- HORVÁTH, P. (1930): Sublimat-Toluidinblau für Cilienfärbung. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie u. f. mikr. Technik Bd. 47 p. 463—465.
- JOHNSON, H. J. (1893): A contribution to the morphology and biology of the Stentors. Journ. Morph. a. Physiol. Vol. 8 p. 487—562.
- KAHL, (1926): Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 55 p. 197—438.
- (1927): Neue und ergänzende Beobachtungen heterotricher Ciliate. Ibid. Bd. 57 p. 121—203.
- (1928): Die Infusorien der Oldesloer Salzwasserstellen. Arch. f. Hydrobiol. Bd. 19 p. 50—123.
- KLEIN (1926): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 56.
- (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ibid. Bd. 62.
- (1932): Das Ciliensystem usw. Erg. Biol. Bd. 8.
- WETZEL, A. (1925): Vergleichend cytologische Untersuchungen an Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 51.
- KOEHLER, O. (1932): Beiträge zur Sinnesphysiologie der Süßwasserplanarien. Zeitschr. f. Phys. Bd. 16 p. 606—756.
- WALLENGREN H. (1902): Zur Kenntnis des Neubildungs- und Resorptionsprozesses bei der Teilung der hypotrichen Infusorien. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. Bd. 15 p. 1—58.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [80\\_1933](#)

Autor(en)/Author(s): Gelei József von

Artikel/Article: [Über den Bau, die Abstammung und die Bedeutung der sog. Tastborsten bei den Ciliaten. 116-127](#)