

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

## Über den Kannibalismus der Stentoren.

Von

Prof. Dr. J. v. Gelei,  
Zoologisches Institut Szeged (Ungarn).

(Hierzu 8 Textfiguren.)

---

Seit einigen Jahren beschäftige ich mich mit morphologischen Studien an *Stentor coeruleus* und *polymorphus*. In den Herbstmonaten legte ich zu diesem Zweck Jahr für Jahr Laboratoriumkulturen an. Im vergangenen Winter gelang es mir in einem ungeheiztem Laboratorium bei 6—12° C Temperatur in 6 Aquariumgläsern mit je 4 Liter Wasserinhalt, in denen ohne Erdboden wenige Zweige von *Myriophyllum verticillatum* waren, schöne Kulturen heranzuzüchten. Die Gläser waren mit Wasser aus der hiesigen Wasserleitung (filtriertes Theißwasser mit artesischem gemischt) gefüllt, worin *Stentor coeruleus* während 3 Monaten (bis Februar) in ungeahnter Menge, ähnlich wie in einer guten *Paramoecium*-Kultur auftrat. Die größten Exemplare waren in ausgestreckter Lage bis 4 mm lang bei einer bis 1 mm Frontaldicke, in schwimmendem Zustand bis 2 mm lang bei einer 1,5 mm cylindrischer Breite. Im Monat März, als ich Teilungsstadien von Stentoren sammelte, ist mir schon bei bloßen Augen aufgefallen, daß einige Stentoren große tiefblaue Schollen enthielten. An Schnittpräparaten von solchen Tieren stellte sich heraus, daß diese Schollen pyknotisch degenerative Stentorenkerne enthalten. Diese Erscheinung und das von Tier zu Tier wechselnde morphologisch-cytologische Bild der Schollen, sowohl in Toto- wie in Schnittpräparaten, beschäftigten meine Phantasie lange Zeit hindurch, weil ich glaubte, daß es sich hier um degenerative Erscheinungen von Kernen handele, ähnlich denen, die bei Röntgen-

bestrahlung oder bei malignen Tumoren auftreten, demzufolge auch hier die Umgebung der Kerne degenerativ verändert sei. Diese Meinung mußte ich aber am 11. März infolge einer überraschenden Beobachtung aufgeben; ich fand nämlich, daß eine dieser blauen Schollen in einem dicken *Stentor* einem tadellosen *Stentor* ähnlich ist und sich sogar noch in reger und regelrechter Bewegung befand.

Dabei ist mir eingefallen, daß es sich hier um Kannibalismus handeln könnte, um so mehr, da mir aus eigenen Beobachtungen bekannt war, daß meine Stentoren größere Rotatorien (*Rotifer vulgaris*) und kleinere *Nais*-Arten zu verschlucken fähig sind. Diese Vermutung bewahrheitete sich in einigen Stunden, indem ich bei stundenlang andauernder Beobachtung feststellen konnte, daß die Stentoren einander verschlucken. Dieser seltsame Fall in der Protistenwelt<sup>1)</sup> erregte mein Interesse im höchsten Grad und in den verschiedensten Richtungen. Zunächst drängte sich mir die Frage auf, ob unter meinen Versuchstieren diese Eigenschaft allgemein verbreitet ist, oder ob es besondere Tiere sind, die ihre Artgenossen verzehren? Haben wir es hier mit einem Fall der Variation zu tun, oder nicht? Ist die Variation para- oder idiotypisch? Wie geht das Raubgeschäft vor sich? Was für eine besondere anatomische Struktur des Pharynx ermöglicht das Verschlucken so großer Freßobjekte, wie die Stentoren es sind? Und im hohen Grad interessierte mich auch die Frage, wieso die Verdauung des artgleichen Protoplasmas vor sich geht? Versuchen wir diesen Fragen in der Reihe nachzugehen.

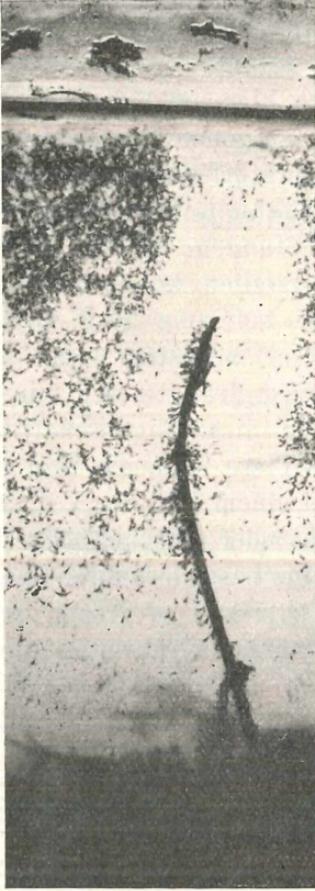
### **Ist der Kannibalismus eine para- oder idiotypische Erscheinung?**

Zunächst ist die Frage zu entscheiden, ob der Kannibalismus hier ins Bereich der Variationen fällt oder nicht, und wenn ja, von welcher Art diese ist.

Hier müssen wir vor allem darauf hinweisen, daß *Stentor coeruleus* ein auffallend variables Tier ist. Und diese Variabilität zeigt sich sowohl in physiologischer, wie in anatomischer Hinsicht. Bezüglich der Struktur der kortikalen Schicht, des Peristomfeldes, der Lagerung der Kerne, der Architektonik des Protoplasmas finden wir kaum zwei gleiche Tiere. Ein musterhaft schönes Beispiel der Variation hin-

<sup>1)</sup> HEINRICH HOFENEDER erwähnt in *Mikrokosmos*, Lg. XVIII, p. 152, den Kannibalismus unter den Tintinnoiden. Ein Kannibalismus ist beschrieben worden: von MIß DAWSON über *Oxytricha fallax* 1919. *Journ. of exp. rim. Zool.* Vol. 29 und von LAPAGE bei *Amoeba vespertilio* 1922. *Quart. Journ.* Vol. 66.

sichtlich eines physiologischen Momentes: der Oxygenbedürftigkeit zeigt die beigelegte Naturaufnahme (Fig. A), wo wir die Stentoren auf der Glaswand von oben, vom Wasserspiegel herunter in einer tadellosen Häufigkeitsreihe (und zwar entsprechend einer einschenkeligen Binomialkurve) verteilt sehen.



Nach diesen allgemeinen Worten ist es uns klar, daß dort, wo in so vielen und verschiedenen Richtungen eine Variabilität feststellbar ist, sie auch auf dem Gebiet der Ernährung nicht unterbleiben kann. — Hier müßte ich in verschiedenen Richtungen ans Werk treten. Es war zunächst festzustellen, ob jeder *Stentor* ein Kannibale ist, oder nur wenige? In letzterem Fall könnte es sein, daß z. B. nur sehr hungrige Stentoren ihre Artgenossen fressen, oder daß bloß einzelne, besondere Tiere es sind, die einen Kannibalismus, und dann regelmäßig, ausüben.

Mich führte bei diesen Prüfungen von vornherein der Gedanke, daß ein Kannibalismus, wie jede Übeltat eines Individuums gegenüber seiner eigenen Art, eine degenerative Eigenschaft, und demgemäß als Abweichung von der Norm, höchst wahrscheinlich eine idioplasmatisch bedingte Eigenschaft ist.

Bei einer sorgfältigen Prüfung meiner Aquarien, wobei ich pro Glas mehr als eintausend Tiere berücksichtigt habe, konnte ich die überraschende Tatsache feststellen, daß die Kannibalen nur

Fig. A. *Stentor coeruleus* auf der Glaswand. Oben Wasserspiegel. Häufigkeitserscheinung bezüglich der Oxygenbedürftigkeit. Naturaufnahme  $\frac{18}{19}$  natürlicher Größe.

in einem Glas vorhanden waren. Auch in diesem auffallend wenige. Am 11. März fand ich sie in 1,66 Proz. (auf 963 Tiere 16 Kannibalen). Es wurden nur solche Tiere berücksichtigt, die gefressene Stentoren in sich enthielten.

Um den Wert dieser Prozentzahl schätzen zu können, müssen wir folgendes in Erwägung ziehen. *Stentor coeruleus* ist ein seßhaftes Tier, hat zwar kein gelatinöses Umhüllungsrohr, verläßt trotzdem aus

eigenem Willen — mindestens in meinen Gläsern — ungerne seinen Ansiedelungsplatz. Wenn ihr Aquarium tagelang bei 6—10° C ruhig im Schatten steht (bei mir im nördlich gelegenen Versuchszimmer am Fußboden auf der Fensterseite), so findet man kaum 3—5 Proz. in schwimmendem Zustand. Auch am Fenster bei wenig bewölktem Himmel gegen die Mittagsstunden bei 16° C schwimmen kaum mehr als 10 Proz. auf einmal herum. (Das ist aber nur dann der Fall, wenn das Wasser sonst für ihr Leben geeignet ist. Ist es irgendwie verunreinigt, dann sind sie bis zu 90 Proz. in Bewegung, ohne daß man sie mechanisch stört.) Im allgemeinen sind meine Tiere keine ausdauernden Schwimmer. Wenn man sie wegen Untersuchung in einer Schale mit rauher Wand ausgießt, so setzen sie sich bald nieder, und man kann sie kaum davon jagen. Immerhin verlassen sie ihre Plätze von Zeit zu Zeit, und da die Verdauung der verschluckten Stentoren bei 6—10° C über 3 Tage beansprucht<sup>1)</sup>, so hat während diesem Zeitraum jeder Kannibale Gelegenheit, auf vorbeischwimmende Artgenossen jagen zu können, besonders dann und dort, wo die Tiere so dicht nebeneinander standen, wie in meinen Versuchsgläsern. — Trotzdem ist es sicher, daß die Prozentzahl meiner Kannibalen etwas höher ist, als es auf Grund der Anwesenheit verschluckter Stentoren konstatierbar war. Ich konnte nämlich feststellen, daß man die Zahl solcher Tiere künstlich erhöhen kann. Goß ich nämlich die obere Wasserschicht, wo sie sich wegen ihres positiven Oxygenotropismus immer in größerer Zahl<sup>2)</sup> versammelten, in eine weiße Porzellanschale aus und stellte ich die Wassertemperatur von 6—10° C des Aquariumzimmers langsam auf 16—18° C ein, und belichtete ich dabei die weiße Schale mäßig, beunruhigte die Tiere auch sonst durch zeitweiliges Bewegen der Schale, wurden sie also durch diese Eingriffe rege und schwammen mehr herum, dann bekam ich immer mehr und mehr Kannibalen zu Gesicht. Aber auch durch solche künstliche Eingriffe konnte ich die Zahl der Kannibalen nicht über 4,6 Proz. (85 kannibale unter 1852 beobachteten Stentoren) steigern.

Diese zwei Umstände, nämlich daß nicht in sämtlichen Gefäßen, sondern nur in einem Kannibale auftraten, und auch in diesem in so verschwindend kleinen Prozent, schien darauf hinzuweisen, daß es sich hier nicht um Gelegenheitskannibalismus einzelner Tiere

---

<sup>1)</sup> Bei wärmerer Temperatur (18—20° C) verdauen sie schneller, die Scholle wird innerhalb von 3 Tagen ausgeworfen. Ein Übelzustand ruft das vorzeitige Ausleeren der Nahrung auch in unverdaulichem Zustand hervor.

<sup>2)</sup> Siehe in der Fig. A oben unter dem Wasserspiegel den dichten nebeligen Besatz.

handelt, sondern daß hier eine kannibale Rasse in der Stentorpopulation erschienen ist<sup>1)</sup>.

Um in dieser Meinung zu prüfen, führte ich folgende weitere Beobachtungen und Versuche aus.

Zunächst beobachtete ich, wie groß die Gelegenheit in der Stammkultur ohne Rücksicht, ob kannibale oder nichtkannibale, für die einzelnen Tiere zum Beutefang ist. Dazu stellte ich die oben beschriebene, günstige Gelegenheit zur Räuberei in einer Versuchsschale her. Dort stellte ich durch lang dauernde Beobachtung einzelner Tiere fest, daß die Gelegenheit zum Stentorfangen für jedes einzelne Individuum groß ist. Kaum waren wenige Minuten vergangen, so hatte jedes einzelne Tier ein anderes in der Nähe seines Peristomfeldes gehabt. Ein näher betrachteter Kannibale konnte z. B. innerhalb 10 Minuten drei andere auf kurze Zeit (erfolglos) festhalten. Es stand also schon nach den ersten Stunden der Beobachtung fest, daß die kleine Zahl der Kannibalen nicht etwa auf eine mangelnde Gelegenheit zur Räuberei zurückzuführen ist. Und dabei stellte sich bei der Beobachtung heraus, daß es viele Stentoren gibt, die keine Reaktion zeigen, wenn sie von anderen berührt werden — sie zucken höchstens zusammen — daß hingegen einige wenige, wenn in ihre Nähe ein anderer *Stentor* gelangt, schon auf die Wellen- oder Strudelwirkung des Wassers hin, sich gegen den Ankömmling wenden, sich ihm mit ihrem Peristomfeld anschmiegen, ihn in der Bewegung beeinträchtigen, so daß das Schwanzende des Opfers in den Peristomtrichter gelangt und so durch die bekannte Strudelwirkung den betreffenden an dem Schwanzende gefangen festhalten.

Man könnte aber sagen: der kleine Prozentsatz der Kannibalen stammt daher, daß in der Kultur zu jeder Zeit bloß eine geringe Zahl an Stentoren hungrig ist; die große Menge, die sich als nichtkannibalisch zeigte, besteht eigentlich aus satten Tieren. Obwohl ich nicht sagen kann, ob ein *Stentor* je in seinem Leben satt ist, separierte ich trotzdem jene Stentoren, die sich um andere kümmerten, von den „zahmen“. Je weiter ich nun mit der Auslese vorging, um so seltner waren die neuen Kannibalen in der Stammkultur. Z. B. sammelte ich einmal bei durchschnittlich 17° C aus einer Versuchsschale, wo

---

<sup>1)</sup> Bemerkung bei der Korrektur: Seither beobachtete ich Kannibalismus auch bei *Stentor roeseli*. Diese Kultur war ähnlich reich an Individuumzahl, wie die früheren *coeruleus*-Kulturen. Kannibale waren dagegen noch weniger als im Falle von *coeruleus*.

4655 Stentoren beisammen waren innerhalb 18 Stunden 112 Kannibale (in der ersten Stunde 94 Stücke), die 2,4 Proz. ausmachten. Auf die drei Verdauungstage verteilt kommen also auf den Tag 37 Kannibalismusfälle. Dann habe ich die Kultur bei 17° C in Ruhe gelassen und nach 24 Stunden fischte ich innerhalb 1 Stunde 16 und nach weiteren 24 Stunden bloß 12 Kannibalen heraus. Heute (mitte April) bekomme ich überhaupt wenige auch in dem Aquarium, da ich während dieser 2 Monate über 300 Exemplare für Untersuchungszwecke getötet habe. Je mehr Kannibalen dagegen bei der Auslese in die für sie gegebene Wassermenge zusammenkamen, um so mehr brach unter ihnen eine Räuberei aus.

Mir scheint maßgebend bei Beurteilung dieser Frage auch der Umstand zu sein, daß ich in den Kannibalen meistens nur Stentorenreste gefunden habe, wogegen die anderen „zahmen“ neben Rotatorien, Paramäcien und Vorticellen viele Pilzfäden verschluckt haben.

Über den Kannibalismus entscheidet also nicht das Hungri- oder Sattsein, sondern die vererbte Natur, die idiotypische Disposition. In einer Kultur (Embryoschale mit 3 cm Wasser) mit 16 Kannibalen beobachtete und demonstrierte ich Fälle, wo bloß 4 freie Exemplare herumschwammen, 6 Paare aber im Kampf begriffen waren. Ich spreche von Kampf, da das Herunterschlucken eines *Stentors* nicht so leicht ist, und nicht immer gelingt. Der Gefangene kann sich durch eigene Fluchtbewegung, durch stärkeres Strudeln aus dem Schlund des Angreifers retten. Dabei läuft er nicht immer davon, sondern kehrt um, gleitet dem Räuber entlang und saugt nun dessen Schwanz ein.

Daß der Kannibalismus hier in meinem Untersuchungsmaterial nicht als ein bloßer Grenzfall der räuberischen Lebensweise, die hier als Paravariation durch die besondere Peristase (Laboratoriumszucht) entstanden und aufrechterhalten ist, beweist aber nicht nur der Umstand, daß — wie gesagt — bei einer ganz identischen Peristase in anderen Gläsern keine Kannibalen anwesend waren, sondern hauptsächlich der Umstand, daß er erblich ist. Es gelang mir nämlich zu beobachten, daß aus einer Teilung hervorgegangene Geschwister später sich jagten, und schließlich der eine den anderen verschlang. Oder daß mehrere Kannibale nach der Teilung in einer Schale zusammengebracht aufeinander Jagd machten. Für diesen Fall des sog. Endokannibalismus bekam ich oft schöne Bilder, indem ich verschlungene Stentoren beobachtete, die als selbst kannibale halbverdaute Schollen enthielt.

### Wie geht der Beutefang vor sich?

Manche Einzelheiten habe ich schon oben erwähnt. Dem füge ich noch folgendes hinzu. Die Jagd auf Opfer wird sowohl in sesshaftem wie im schwimmenden Zustand ausgeübt. Ich erwähnte, daß ein auf das Peristomfeld geratenes Individuum in seiner Fortbewegung sichtlich behindert wird. Dies wird nicht nur durch den Wirbelstrom, sondern auch durch die randständigen Cilien des adoralen Wimperkranzes bewirkt. Diese randständigen Cilien sind nämlich — wie ich in einer weiteren Arbeit auseinandersetzen werde — zu einer sehr mannigfaltigen Arbeit fähig. — Ich erwähnte, daß das Opfer endgültig an dem Schwanzende erfaßt und in den Pharynx eingestrudelt wird. In diesem Zustand sehen der Angreifer und das Opfer wie zwei ineinander geschobene Tüten aus. Der Gefangene ist in diesem Zustand nicht ohne weiteres verloren. Anfänglich führt er seine eigene Drehbewegung noch lange Zeit aus, ein Zeichen daß er eigentlich noch nicht festgehalten ist. Er kann sich in diesem Zustand noch befreien und davonschwimmen. Zuckt der Angreifer zusammen, dann wird das Opfer aus dem Pharynx förmlich herausgeschossen. Hat sich das Opfer befreit, oder schwimmt überhaupt ein das Peristomfeld berührendes Tier vorbei, dann kreist der Kannibale rege in jeder Richtung herum, wie der Blinde mit dem Stock, wenn er auf der Straße den Weg nicht findet. Oder er schwimmt dem wahrgenommenen Opfer nach. Ich beobachtete sogar Fälle, wo der Kannibale sein eingestrudetes Opfer, das sich in seinem Schlund noch drehen konnte, dadurch an der Befreiung verhinderte, daß er sich von seinem Ansiedlungsplatz trennte und mit seiner Beute so lange herumschwamm, bis letztere ihre Drehbewegungen einstellte. Auch das festgeklammerte Opfer ist noch immer nicht verloren, besonders wenn es größer als der Angreifer ist. In solchen Fällen saugt der Kannibale das Opfer aus, er schnürt mehr oder minder große Hinterstücke — manchmal bis zum Wimperkranz — ab, und die gebliebene Vorderhälfte schwimmt davon. Solche geschädigte, verstümmelte Exemplare sammelte ich mehrere auch aus der Stammkultur, und sie waren mir schon längst bekannt, bevor ich den Kannibalismus entdeckte. Wie ich es aus der Beobachtung sowohl der fressenden Tiere als meines konservierten Materials schließe, führt der Kannibalismus meistens bloß bis zur Verstümmelung des Opfers. In einer „Kannibalkultur“, wo die erwähnten 16 Exemplare zusammen waren, sind in einer Nacht 10 verstümmelt worden, wobei selbstverständlich manche sich gegenseitig geschädigt haben mögen. Trotzdem sammelte ich über zweihundert Kannibalen, die

ganze Stentoren verschlungen hatten. Als höchste Zahl fand ich vier, natürlich in sehr verschiedenem Zustand der Verdauung, in einem Tier, gewöhnlich aber einen. Die verschlungenen Tiere waren meistens beschädigt, ihre Pellicula mit der Pigmentschicht teilweise abgeschlürft, aber es fanden sich auch ganz tadellose Exemplare (Fig. B u. C).

Wie der Schlund das Schlucken ermöglicht, das werden wir sofort auseinandersetzen; bezüglich des *Stentors*, was das Geeignetheits zum passieren eines verhältnismäßig engen Rohres betrifft, bemerke ich nur soviel, daß dieser Organismus kein starres, sondern ein ziemlich plastisches System ist, daß zwischen engen Spalten sich durch Einschnürung leicht durchfädeln kann.

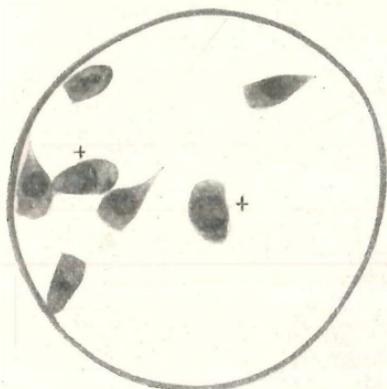


Fig. B.

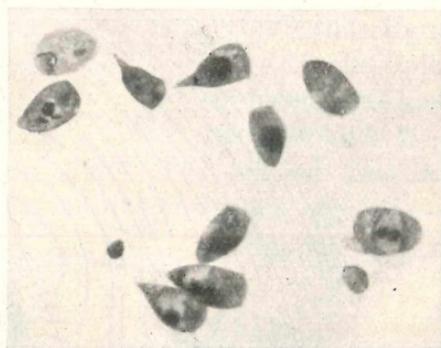


Fig. C.

Fig. B. Kannibale Stentoren, die in einem Wassertropf herumschwimmen. Opfer in zwei Tier (+) noch lebend. Links oben und links unten Opfer in verdaulichem Zustand. Naturaufnahme bei ungefähr  $5\times$  Vergr.

Fig. C. Lebende Kannibale unter der dünnen Wasserschicht etwas gepreßt. In vier Exemplaren die große Verdauungsvakuole mit halbverdaulichem Stentorenschellen. Unten zwei ausgeworfene Detritusstücke. Vergr. wie bei Fig. B.

Die verschluckten Exemplare sind meistens kleiner als der Beutler, doch konservierte ich auch solche Kannibale, die größere verschluckt haben.

### Der Bau des Schlundes.

Auf diese Frage will ich hier nicht näher eingehen. Ich behalte mir dies für die angekündigte Arbeit über die Morphologie dieses Tieres vor.

Seit SCHUBERG<sup>1)</sup> (S. 202) ist bekannt, daß der Schlund nichts

<sup>1)</sup> A. SCHUBERG, Zur Kenntnis der *Stentor coeruleus*. Zool. Jahrb. Bd. 4. S. 197—288. Taf. XIV.

anderes ist, als eine Einsenkung des Peristomfeldes. In ihr setzen sich also alle jene Elemente fort, die das genannte Stirnfeld aufbauen, als da: die Pellicula (Cuticula), die adorale Wimperzone, die Myonemstreifen (Zwischenstreifen nach BÜTSCHLI), die Pigmentstreifen (Rippenstreifen, BÜTSCHLI), und die Cilienreihen die die Myoneme begleiten. Meine erwähnten anatomischen Untersuchungen

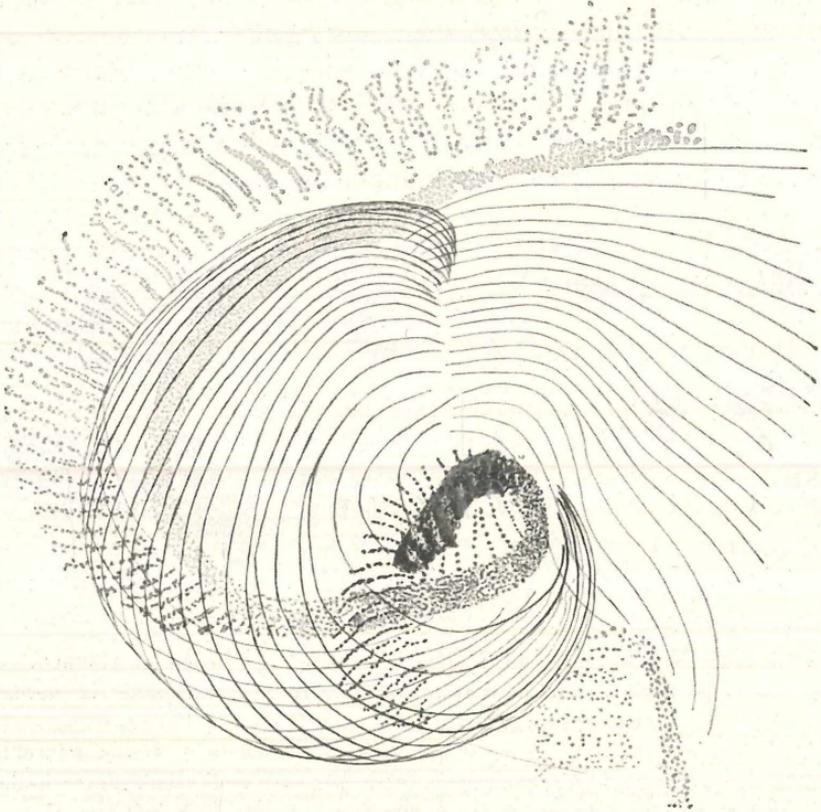


Fig. D. Verlauf der Myonemen auf dem Peristomfelde (rechts) und im Schlund, hier beinahe eine Spiraltour machend. Pigment des Cilienkranzes (außen) und des Randstreifens (innen daneben). Aus einem Zupfpräparat. Das Bild von der Innenseite des Tieres gesehen. Toluidin. 1000 $\times$ .

wiesen auf die Anwesenheit eines reich entwickelten kortikalen Skelettsystems an der Grenze von Ecto- und Entoplasma hin. Dieses Skelettsystem verbindet Myoneme und Cilien zu einer physiologischen Einheit der Bewegung. Dieses Skeletgerüst erreicht seine höchste Entwicklung in dem Schlund (Fig. E).

Von den Bestandteilen des Peristomfeldes sind bloß die adoralen Wimpermembranellen im Schlund schwächer entwickelt als am Peri-

stomfeld, alles andere ist stärker: so sind die Myoneme dicker, lamellöser und stehen näher beieinander, das Pigment ist dichter, daher der Schlund immer dunkler, vor allem aber bildet das Skelettsystem

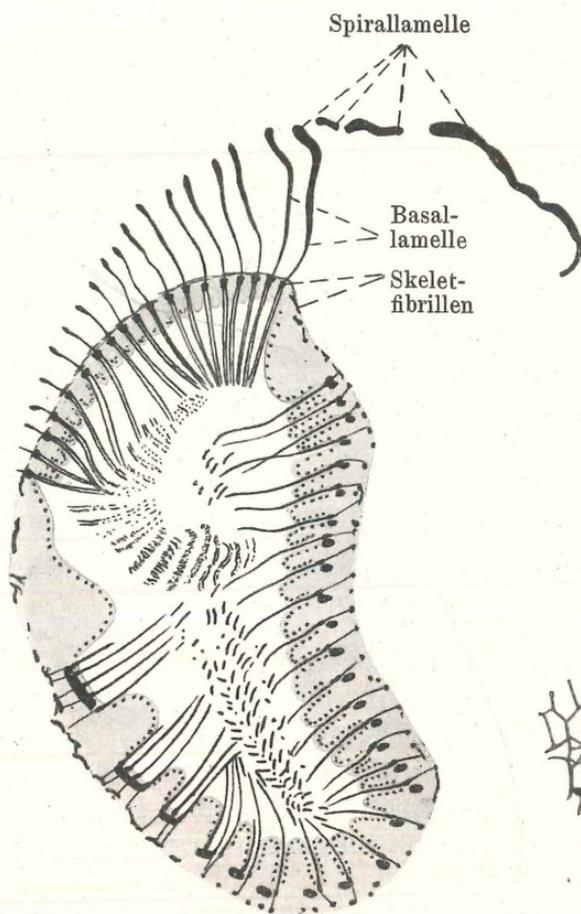


Fig. E.

Fig. E. Querschnitt durch den Schlund. FLEMMING'sche Flüssigkeit S. Fuchsin-Toluidinblau. 1500 $\times$ . Die Teile von innen nach außen gehend: Cilien, auch in quergeschnittenem Zustand. Cuticula (Pellicula). Pigmentschicht, in Falten gelegt. Basalkörperchen der Cilien. Daneben rechts quergeschnittene, links schräg getroffene Myonemen. Außen quergeschnittene Skelettfibrillen. Die Basalkörperchen sind vermittle der Cilienwurzeln mit den Skelettfibrillen direkt verbunden. Oben der adorale Cilienkranz im schrägen Längsschnitt mit 19 aufgeschnittenen Membranellen (Pectinellen).

ein aus dickeren Fäden bestehendes dichteres Netz (Fig. F). Die Myoneme verlaufen im Schlund in Längsrichtung, bzw. leicht spirallig. Das Skelettnetz ist in keiner Richtung orientiert.

Von diesen Elementen treten bei dem Herunterschlucken des Opfers die Myoneme, die Cilien und das Skelettsystem in Funktion. Das Skelettsystem als ein — im Hinblick auf den

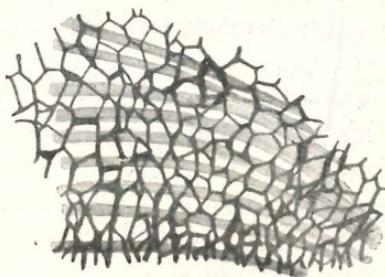


Fig. F.

Fig. F. Flächenbild aus dem Schlund. Unten Myonemen, oben Skelettgerüst. Schnittpräparat 1500 $\times$ .

Schlund — äußere Ringmuskulatur ist nicht nur formbestimmend, sondern es bildet den Widerstand gegen die Druckwirkung der voluminösen Beute. Die eigentliche Schluckbewegung führen die

Cilien aus, die die Beute herunterschieben. Diese Cilien des Schlundbodens sind anders gestaltet, als die gewöhnlichen Cilien. Sie färben sich, nach eigener Erfahrung, in S.-Fuchsin-Lichtgründoppelfärbung dunkler rot als die gewöhnlichen Cilien, ganz genau so, wie die ebenfalls zum Schlucken dienenden Pharyngealcilien der niederen rhabdocölen Turbellarien, wie *Microstomum* und *Stenostomum*. Aber auch die Myoneme sind für diesen Akt nicht ohne Bedeutung, was schon aus dem Umstand folgt, daß sie dicker als die des Stirnfeldes sind. Sie führen einwärtsgerichtete Wellenbewegungen aus, wodurch die Cilien in ihrer Schiebbewegung unterstützt werden. Der spirale Wimperapparat führt mit seinen Membranellen eine auswärtsgerichtete Bewegung aus, er kann also als aktiver Teilnehmer des einwärts gerichteten Schluckens nicht funktionieren. Da aber dieser Apparat seine Bewegung einstellt und seine Cilien steif machen kann, so mag er, gleich einer Bürste, einem Zurückschlüpfen der Beute Widerstand leisten.

Wir sehen aus dem Vorangegangenen, daß mit dieser komplizierten Ausrüstung des Schlundapparates eine Schluckbewegung leicht ausgeführt werden kann.

### Die Verdauung.

Der verschluckte *Stentor* gerät auf die rechte vordere Seite des Beutlers; der Schwanzteil des Opfers ist in den ersten Momenten auf die Seite geschlagen. Er dreht sich bald, und versucht in dem Protoplasma des Wirtes aboralwärts herumzuschwimmen; weil vorderhand noch keine Verdauungsvakuole um das Opfer ausgebildet ist, geht diese Fluchtbewegung außerordentlich schwer vor sich, und dabei führt das Opfer in mäßig gestrecktem Zustand eine ähnlingsprungweise zitternde Bewegung aus, wie sie die Stentoren in dünner Wasserschicht, oder unter leicht gepreßtem Deckglas ausüben (siehe Fig. G). Nach einigen Minuten bildet sich aber eine Verdauungsvakuole (siehe Fig. H und Fig. B u. C) aus, worin sich das Opfer zusammenzieht, abrundet und lange Zeit, manchmal über 1 Stunde rotiert. Stirbt das Tier schließlich, so kollabiert es zunächst, wobei die Oberfläche runzelig wird.

Das erste allgemeine Zeichen der Wirkung von den Verdauungssäften ist die Koagulation des Protoplasmas; die Leiche wird starr und zerbricht in Stücke, wenn man sie unter dem Deckglas etwas drückt. Bei diesem Erstarren läuft das Protoplasma in größeren, dickeren Zügen zusammen und statt den vielen kleinen Alveolen des lebenden Tieres treten einige größere Vakuolen auf. Bevor

diese Koagulation eintritt, muß während der Todesveränderung des Protoplasmas in der Assimilation eine Störung eintreten, da Fetttropfen in der Leiche immer in größerer Menge zu treffen sind, als in den lebenden Tieren. Überhaupt trifft man in den lebenden Tieren selten fett- oder ölbildende Exemplare, dagegen keine gefressenen Objekte ohne Fett und zwar mit großen Öltropfen, die für *Stentor* überhaupt nicht charakteristisch sind.<sup>1)</sup>

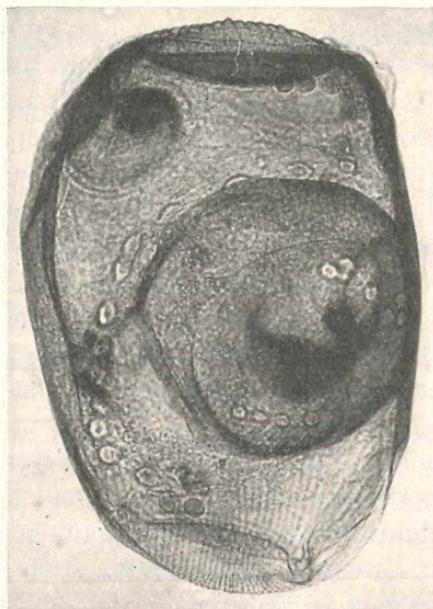


Fig. G.

Fig. G. Ein noch lebendes Opfer einige Minuten nach dem Herunterschnellen. (Man beachte links den noch sehr weiten Schlund des Kannibals). Das Opfer sieht mit seinem Peristomfeld dem Zuschauer zu. Nach einem mit Osmium gefärbten Totalpräparat photographiert von K. BĚLAŘ, Berlin.

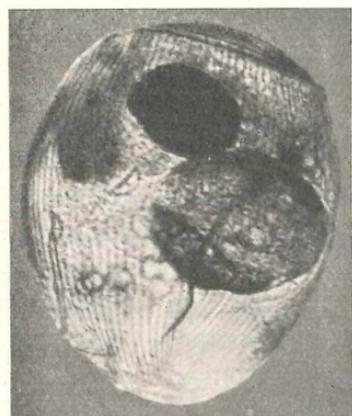


Fig. H.

Fig. H. Ein Kannibal, der drei Stentoren gebeutet hat. Die Opfer in verschiedenem Zustand der Verdauung; schwarz ist schon Kot. Behandlung wie Fig. G. Photo von K. BĚLAŘ.

förmige im Ectoplasma, unregelmäßige stäbchenförmige, bakterienähnliche zerstreut im Entoplasma und außerdem kleine lipide Körnchen. Die beiden vorherigen verschwinden unter Wirkung der Verdauungssäfte bald, die letzteren vermehren sich auffallend. Es treten im Protoplasma innerhalb von scharfen Membranen, wie

<sup>1)</sup> Es mag auch sein, daß vielleicht die fettbildenden Exemplare beliebte Freßobjekte für die Kannibalen sind (Bem. bei der Korrektur).

solche die Kernmembranen sind, in auffällig großen Mengen die kleinen Körnchen auf. Ich kann nicht entscheiden, ob diese Körnchen sich während der Todesveränderungen des Protoplasmas zusammenscharen, oder ob sie innerhalb kolloidaler Membranen neu gebildet werden; ihre auffallende Menge scheint auf letzteres hinzuweisen. Schließlich werden von den Verdauungssäften auch diese Membranen angegriffen und so gehen auch die Körnchen in Lösung. — Auch der Kern wird verdaut. Zunächst verkleinern sich seine einzelnen Glieder, sie werden homogen, stark färbbar; später gehen die Verbindungsstücke in Lösung, und zuletzt auch die einzelnen Kernglieder. Pellicula, Myoneme, Cilien, Cilienwurzeln und Skeletfasern werden langsam verdaut, am längsten leisten die Cilien den Verdauungssäften Widerstand. Sie werden an ihren distalen Enden zuerst angegriffen und so schreitet die Verdauung ziemlich langsam gegen die Basis zu. Die angegriffenen Partien schwellen keulenförmig an.

Nicht verdaut werden gewisse Teile des Ectoplasmas und die Pigmentkörnchen. Letztere quellen etwas auf, hier und dort verkleben sie untereinander, meist bleiben sie aber diskret und dem Strahlengang entsprechend sind sie entweder grünlichblau oder kupferrot. Dieses Pigment ist sonst auch für andere Tiere unverdaulich. Gewisse limicole Olygochäten und *Stenostomum agile* fressen nämlich viele Stentoren auf und in dem Enddarm derselben trifft man das blaue Pigment unverdaut. Auch sonst, wenn z. B. ein *Stentor* stirbt, bleibt das Pigment im Wasser tagelang unverändert.

In der Scholle tritt während der Verdauung oft eine Bakterienflora auf. In der Nachbarschaft oder teilweise in den seitlichen Partien der Scholle eingeschaltet, findet man Knollen, die ähnlich den Kotvakuolen mit Resten von Pilzfäden und teilweise verdauten Bakterien erfüllt sind. Ob diese aus dem Innern des Opfers stammen, oder Kotvakuolen der Kannibalen sind, war nicht zu entscheiden.

Wenn ich mich hier etwas näher mit der Verdauung beschäftigt habe, so kommt das daher, daß ich nicht von vornherein glaubte, daß in jedem Fall eine Verdauung des Opfers erfolgt. Ich habe besonders von solchen Fällen, wo Stücke vom Opfer abgesaugt werden, wo also im Innern des Kannibales Protoplasma mit Protoplasma in Berührung kommt und kommen kann, immer erwartet, daß dieses Ankömmlingsplasma ohne Verdauung, wie durch eine natürliche Implantation in die Organisation des Kannibalen eingeschaltet wird. Um zur eventuellen Verwirklichung dieser Erwartung die Fälle zu vermehren, fütterte ich Kannibalen mit zerstückelten, aber lebenden Stentoren,

ich habe sogar in acht Fällen die Hinterenden von Kannibalen abgeschnitten und die kleinen Stücke von demselben Muttertier zur Nahrung dort gelassen, damit nicht nur art-, sondern individualgleiche Protoplasmen in Berührung kommen (wie sonst auch in dem erwähnten Fall, wo das eine Kannibalgeschwister nach der Teilung das andere gefressen hat, idioplasmatisch ganz identische Gebilde zusammenkommen), und trotzdem geschah es nie, daß die erwartete Implantation von selbst aufgetreten wäre. Und diese Erfahrung ist meiner Auffassung gemäß entscheidend für die Beurteilung der Natur jener Protoplasmamembran, die die Nahrung seitens des fressenden Tieres empfängt. Diese Membran der Verdauungsvakuole ist kein gewöhnliches Körperplasma, sie ist eine differenzierte Membran, eine Art Entoblasta, deren jeder, nach außen: in die Richtung des Nährvakuolenzentrums gerichtete Autotropismus, jede Attraktion gegenüber dem eigenen Artplasma fehlt. Die Nährvakuole in Protistenorganismus ist eine wirkliche Außenwelt, von dieser Stelle her kann die Individualität des Tieres nicht durchbrochen werden, in ihrem Inneren kann nur eine Vernichtung des Artplasmas verlaufen; diese Membran selbst kennt keine andere aktive Funktion als die Resorption, keine andere passive als die Diffusion der Verdauungssäfte von der Körperseite her in die Richtung von Vakuolenlumen; ihre Lumenseite kann ebensowenig gegen die Körperseite gewendet werden, wie die Cuticula umwendbar ist, oder um ein noch besseres Gleichnis zu benutzen: es ist ebenso undenkbar, daß im Entoderm einer *Hydra* die Zellen mit ihren Flagellen auf die Mesogläa und ihren Myonemen gegen den Darm-lumen zu liegen kommen.

Ich spreche dem Herrn Kollegen Dr. K. BĚLAŘ, Berlin-Dahlem, meinen besten Dank aus für die freundlichen Bemühungen, die er bei der Bearbeitung dieses Artikels gehabt hat.

---

# 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: 1925

Band/Volume: [52\\_1925](#)

Autor(en)/Author(s): Gelei József von

Artikel/Article: [Über den Kannibalismus der Stentoren 404-417](#)