

(Aus dem Zoologischen Institut Münster i. W.)

## Bemerkungen über Flagellatentrichocysten.

Von

**Friedrich Krüger.**

(Hierzu 3 Textfiguren.)

---

Bei meinen Untersuchungen über die Trichocysten der Ciliaten fand ich sehr regelmäßig die Trichocysten von *Chilomonas paramaecium*, einem Flagellaten, der in faulenden Aufgüssen sehr häufig anzutreffen ist. Das häufige Vorkommen der Trichocysten von *Chilomonas* machte natürlich die Kenntnis ihres Dunkelfeldbildes notwendig und bei dieser Gelegenheit stellte sich heraus, daß weder etwas über das genauere Aussehen dieser Trichocysten bekannt war, noch die Tatsache, daß wir bei *Chilomonas* und anderen Cryptomonadinen zwei verschiedene Trichocystenformen unterscheiden können.

Die offensichtlich sehr mangelhafte Kenntnis der Flagellatentrichocysten veranlaßte mich, auch einige andere, leicht erreichbare Formen — vor allem Peridineen — <sup>1)</sup> mit dem Dunkelfeld auf Trichocysten hin zu untersuchen. Es handelt sich hierbei allerdings in keiner Weise um eine auch nur einigermaßen systematische Untersuchung.

Der besondere Vorteil der Dunkelfelduntersuchung liegt vor allem darin, daß man nicht gezwungen ist, mit fixiertem oder gefärbtem Material zu arbeiten, sondern daß man leicht ohne besondere Präparation die Trichocysten zweifelsfrei nachweisen und erkennen kann. Dem Umstande, mit lebendem Material arbeiten zu können, verdanke ich auch den Hinweis auf eine mögliche Bedeutung der

---

<sup>1)</sup> Herr Prof. ENTZ hatte die große Freundlichkeit mich auf das verbreitete Vorkommen von Trichocysten bei Peridineen aufmerksam zu machen.

Trichocysten für die Flagellaten, nämlich als Fortbewegungsorgan. Dagegen daß die Trichocysten für das Leben der Flagellaten ohne Bedeutung sein sollen, spricht ihre anscheinend sehr weite Verbreitung, die nach meinen Befunden offensichtlich größer ist, als man bisher anzunehmen geneigt war.

Wenn wir so ungenügend über Gestalt und Vorkommen von Trichocysten bei Flagellaten unterrichtet sind, so ist dies durch die Schwierigkeiten verständlich, die sich ihrer Beobachtung entgegenstellen. Die Ursache hierfür liegt nicht nur in ihrer geringen Größe, denn wir kennen eine Reihe von Flagellatentrichocysten, deren Dimensionen weit oberhalb des Auflösungsvermögens des Mikroskopes liegen, deren Nachweis also leicht wäre, wenn nicht ihr Lichtbrechungskoeffizient gleich dem des Wassers wäre und sie auf diese Weise der direkten Beobachtung unzugänglich machte. Diese Trichocysten vermag auch das Dunkelfeld nicht ohne weiteres zu zeigen. Wollen wir sie erkennen, müssen wir Farbstoffe zu Hilfe nehmen oder — wesentlich besser — die Tuschemethode von BRESSLAU anwenden.<sup>1)</sup> Der Gebrauch von Farbstoffen ist nach meinen Beobachtungen deshalb im allgemeinen weniger zu empfehlen, weil mit der Aufnahme des Farbstoffes eine weitgehende Schrumpfung und Deformation der Trichocysten verbunden ist.

Hierher gehören z. B. die von BRESSLAU als „Tektinstäbchen“ bezeichneten Trichocysten von *Euglena*. Schon KLEBS war bekannt, daß *Euglena* bei Einwirkung von Methylenblaulösung Gallertstäbchen ausstößt, die sich mit diesem Farbstoff deutlich färben. Auch GICKLHORN (1921) fand diese Stäbchen und BRESSLAU (1924) wies sie mit seiner Methode nach.

Wenn man auf die genaue Erhaltung der Gestalt der ausgeschleuderten Trichocysten bei *Euglena* keinen Wert legt, ist in diesem Falle die Färbung mit Methylenblau von Vorteil, da sich hiermit neben den ausgeschleuderten Trichocysten auch im Innern des Tieres kleine, unter der Pellicula liegende Körperchen intensiv blau färben, die schon KLEBS beobachtete und die wohl aller Wahrscheinlichkeit nach die ruhenden Trichocysten darstellen.

Ebenfalls in einigen anderen Fällen, in denen Trichocysten bei Flagellaten vorkommen, scheint man es mit solchen „Tektinstäbchen“ oder — wie man vielleicht besser sagt — Protrichocysten zu tun zu haben.

So dürfte es sich ferner z. B. bei den gedrungenen Stäbchen, die SCHERFFEL bei *Monomastix opisthostigma* und bei *Pleuromastix*

<sup>1)</sup> Genaue Methodik siehe bei SCHNEIDER (1930).

*bacillifera* fand, um Protrichocysten handeln, da sie nur durch Anwendung von Farbstoffen im ausgeschleuderten Zustande nachzuweisen waren. Auch die gewundenen Trichocysten von *Reckertia*, die CONRAD mit Hilfe von Jodkalilösung sichtbar machen konnte, scheinen hierher zu gehören.

Den verhältnismäßig leicht erkennbaren, stäbchenförmigen Protrichocysten stehen die typisch fadenförmigen Trichocysten gegenüber, die — wie schon lange bekannt ist — auch bei Flagellaten vorkommen, deren Nachweis aber durch ihre minimale Breitenausdehnung, die an der Grenze des Auflösungsvermögens des Mikroskopes liegt, auch nach Anwendung von Farbstoffen sehr schwierig ist.

Hierzu sind die Trichocysten zahlreicher Peridineen und Cryptomonadinen zu rechnen. Es war schon BÜTSCHLI bekannt, daß man bei dem zu den Cryptomonadinen gehörigen *Chilomonas paramaecium* die Ausschleuderung von Fäden durch Behandlung mit Säuren erzielen kann. BÜTSCHLI aber zweifelte noch an ihrer Trichocystenatur, da sie ohne Anwendung von Reagentien nie sichtbar zu machen waren. Diese Fäden wurden später noch von anderen Autoren beobachtet und von KÜNSTLER genauer untersucht und als Trichocysten bezeichnet.

Während im Hellfeld die Beobachtung der Trichocysten von *Chilomonas* schwierig und unsicher ist, lassen sie sich im Dunkelfeld mit Leichtigkeit nachweisen und erkennen. Neben der Anwendung eines Immersionssystems ist nur die Verwendung einer möglichst starken Lichtquelle, d. h. des direkten Bogenlichtes notwendig.

So ist auch nicht verwunderlich, daß schon ULEHLA gelegentlich seiner Dunkelfelduntersuchungen beobachtete, daß *Chilomonas* auf die Reizung durch den Lichtkegel des Dunkelfeldkondensors mit der Ausschleuderung langer, dünner Fäden reagiert, die nach seiner Beobachtung aus den stark lichtbrechenden Körperchen entstehen, die um den Schlund dieses Flagellaten angeordnet sind. ULEHLA identifizierte die von ihm beobachteten Fäden mit den von BÜTSCHLI und KÜNSTLER beobachteten Trichocysten.

Über irgendwelche Strukturen dieser Trichocysten sagt ULEHLA nichts, er scheint sie also als einfach fadenförmig anzunehmen. Eine genauere Beobachtung läßt aber selbst bei diesen submikroskopisch feinen Fäden wenigstens einige Einzelheiten erkennen. Die langen Trichocysten von *Chilomonas* (Fig. 1) besitzen eine Länge von etwa  $54 \mu$ . Ihre scheinbare Breite im Dunkelfeld beträgt bei der Anwendung des Bogenlichtes etwa  $0,1 \mu$ . Da diese Größe unterhalb des Auflösungsvermögens des Mikroskopes liegt, dürfen wir den Wert

nicht ohne weiteres als die wirkliche Breite unserer Trichocysten ansehen, denn wir haben es mit einem Beugungsbild zu tun, das breiter erscheint, als die ihm zugrundeliegende Struktur in Wirklichkeit ist. Wir können also nur sagen, daß die Breite der Trichocysten geringer ist, als  $0,1 \mu$ .

An den langen Trichocysten können wir zwei Teile unterscheiden: erstens einen langen Hauptteil. Es ist dies offensichtlich der Teil, den ULEHLA beobachtet hat. Dieser ist in der Regel leicht gekrümmt, an seinem Vorderende immer dünner werdend. Die breiteste Stelle des Fadens liegt etwa an der Basis. Zweitens ein Anhängsel an diesem langen Faden, dessen absolut konstantes Auftreten aber zeigt, daß es mit zur Trichocyste gehört. Diesen kleinen, nadelförmigen Anhang am Hinterende des Hauptteiles hat ULEHLA anscheinend nicht gesehen, erwähnt ihn jedenfalls nicht. Die Grenze zwischen den beiden Abschnitten bezeichnet ein kleines Körnchen.

Ebenfalls ist ULEHLA entgangen, daß bei *Chilomonas* außer diesen langen Trichocysten noch eine zweite, sehr viel kleinere Trichocystenform vorkommt. Sie erscheint als sehr kleine, feine Nadeln, die nur  $5-6 \mu$  lang sind und die am Hinterende ein kleines Körnchen tragen, wodurch das Bild dieser Trichocysten ganz dem einer Stecknadel entspricht. Die kleinen Trichocysten sind außerordentlich dünn, ihre Breite liegt sehr nahe an der Sichtbarkeitsgrenze. Dies ist wohl auch der Grund, daß ihre Anwesenheit ULEHLA entgangen ist.

Von den langen Trichocysten erwähnte ich oben schon, daß sie höchstwahrscheinlich von den stark lichtbrechenden Körperchen herkommen, die schon lange am Schlund dieses Flagellaten beobachtet wurden. Mir selbst glückte die Beobachtung der Explosion der Schlundkörperchen nicht. Doch spricht die Tatsache, daß in solchen Fällen, in denen die explodierten Trichocysten nicht wie normal aus dem



Fig. 1. *Chilomonas paramecium*.

Lange, ausgeschleuderte Trichocyste.

Vergr. 2500.



Fig. 2. *Chilomonas paramecium*.

Kleine, ausgeschleuderte Trichocyste.

Vergr. 2500.

Körper ausgestoßen werden, sondern darin teilweise stecken bleiben, dieselben meist in der Nähe des Mundes herausragen, für diese Ansicht. Auch über den Verlauf der Explosion selbst vermag ich keine Auskunft zu geben, ob es sich um einen einfachen Streckungsvorgang handelt — ähnlich wie bei den Trichocysten vor *Paramaecium* — oder um die Ausspritzung einer Substanz in fadenförmiger Gestalt, oder um die Ausstülpung eines Fadens.

Was die Gestalt der kurzen Trichocysten im ruhenden Zustande betrifft, so kann ich darüber keine genauen Angaben machen. Sie scheinen direkt unter der Pellicula des Flagellaten zu liegen, wie folgende Beobachtungen zeigen.

Im Dunkelfeld erscheint *Chilomonas* von einer breiten, hell aufleuchtenden Kontur allseitig begrenzt. Legt man nun diesen Flagellaten unter dem Deckglas fest und läßt den konzentrierten Strahlenkegel des Dunkelfeldes auf ihn einwirken, so beobachtet man, wie zahlreiche der kleinen stecknadelförmigen Trichocysten ausgestoßen werden und wie Hand in Hand damit der breite, leuchtende Saum, der den Protisten umgab, verloren geht. Die Auflösung des hellen Randes erfolgt nicht gleichzeitig überall, sondern setzt nacheinander an verschiedenen Teilen der Kontur ein, bis dann nach Verlauf kürzerer oder längerer Zeit der ganze helle Saum verschwunden ist und die Umrisse des nun stark deformierten Tieres nur noch schwach aufleuchten. Die Umwandlung selbst erfolgt an den einzelnen Stellen schlagartig in nicht schätzbaren Bruchteilen einer Sekunde. Gelegentlich läßt sich feststellen, daß dort, wo die breite Kontur verschwunden ist, zahlreiche kleine Trichocysten in der Nähe liegen. Wenn der ganze, helle Rand aufgelöst ist, beobachtet man auch nicht mehr, daß Trichocysten ausgeschleudert werden.

Alle diese Beobachtungen lassen darauf schließen, daß wir in der breiten, hellaufleuchtenden Grenzschrift, die uns am Dunkelfeldbild von *Chilomonas* auffällt, einen Saum von dicht gedrängt stehenden Trichocysten zu sehen haben.

Die breite Grenzschrift ist nicht nur im Dunkelfeld nachweisbar. Sehr deutlich ist sie auch in den Zeichnungen von PROWAZEK kenntlich, die nach Präparaten, die mit HEIDENHAIN gefärbt worden waren, hergestellt sind. In einer Zeichnung von PROWAZEK (Taf. 5 Fig. 40) ist sogar die Zusammensetzung des Saumes aus kleinen Stäbchen angedeutet.

Erwähnen muß ich hier noch, daß die Gesamtheit der ruhenden kleinen Trichocysten an der Ausbildung der normalen Körpergestalt der Flagellaten beteiligt ist, denn in dem Augenblick, in dem an

einer Stelle die Trichocysten ausgeschleudert sind, zeigt hier die verdünnte Grenzschicht die Tendenz, sich abzurunden. Wenn der ganze Trichocystenraum abgeschossen ist, dann ist auch — wie schon erwähnt — die charakteristische Gestalt des Flagellaten verloren gegangen.

In dem Vorkommen dieser beiden Trichocystenformen und in ihrer speziellen Gestalt haben wir bei *Chilomonas paramaecium* keinen Einzelfall vor uns, sondern wir finden die gleichen Trichocysten auch bei anderen Cryptomonadinen. So traf ich sie bei grün gefärbten Cryptomonadinen, wahrscheinlich also *Cryptomonas*-Arten, wo sie mir in einem Falle durch ihre ganz besondere Länge auffielen. Ferner sah ich die gleichen Trichocysten bei einer farblosen Cryptomonadine aus dem Seewasser, die ich nicht näher bestimmte.

Außer bei den Cryptomonadinen kommen bei Flagellaten vor allem noch unter den Chloromonadinen und Peridineen Trichocysten vor. Ich habe nur einige häufige Peridineen untersucht; von den Chloromonadinen habe ich keinen Vertreter auffinden können.

Das Vorkommen von fadenförmigen Trichocysten bei den Peridineen ist schon längst bekannt. Wir verdanken SCHÜTT, der die Trichocysten der Peridineen als Rhabdosomen bezeichnet, zahlreiche Angaben darüber. Immerhin scheint man bisher das Vorkommen von Trichocysten bei Peridineen als ziemlich vereinzelt und auf einzelne Gattungen oder Arten beschränkt angesehen zu haben. So war ich denn sehr erstaunt, bei fast allen von mir untersuchten Formen die Ausstoßung von Trichocysten nachweisen zu können. Soweit ich bisher Gelegenheit hatte, Peridineentrichocysten zu untersuchen, waren diese sehr viel einfacher gebaut als die Cryptomonadinentrichocysten. Sie stellten einfache, dünne, an beiden Enden zugespitzte Stäbchen dar, wie sie die Fig. 3 zeigt. Auch fand ich bei den Peridineen nicht so große Mengen von Trichocysten — häufig waren es nur einzelne bis wenige — und auch bisher noch nicht verschiedenartige Trichocysten in ein und demselben Individuum.

Zur Demonstration der Peridineentrichocysten ist *Peridinium tripos* sehr geeignet, da es nach Reizung mit dem Lichtkegel des



Fig. 3. *Polykrikos Schwartzii*.  
Ausgeschleuderte Trichocyste.  
Vergr. 2500.

Dunkelfeldkondensors allseitig zahlreiche Fäden ausschleudert. Diese Fäden sind an beiden Enden zugespitzt, etwa 30—35  $\mu$  lang. Sehr häufig waren die ausgeschleuderten Fäden mehr oder minder stark gekrümmt und geknickt, was ich auf den Anprall gegen Objektträger oder Deckglas zurückführen möchte. Irgendwelche feineren Einzelheiten waren an den Trichocysten nicht zu erkennen. Nach der Färbung mit Eosin leuchteten sie grünlich auf und waren andeutungsweise auch im Hellfeld zu erkennen.

Außer bei *Ceratium tripos* fand ich noch bei *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* und bei *Ceratium cornutum* — letzteres aus dem Süßwasser — Trichocysten.

LEMMERMANN gibt das Vorkommen von Trichocysten bei *Peridinium globulus* und *Peridinium catenatum* an. Ich beobachtete auch bei verschiedenen, nicht näher bestimmten Peridiniumformen aus dem Süßwasser und dem Meere ausgeschleuderte Trichocysten.

Bei *Diplopsalis lenticula* sah ich einige ausgeschleuderte Trichocysten von etwa 40  $\mu$  Länge.

Bei *Prorocentrum micans* wies ich einige wenige Trichocysten nach. Ihre Länge betrug auch etwa 40  $\mu$ .

Keine Trichocysten habe ich bei meinen Untersuchungen bei *Dinophysis acuta* und *Phalacroma* gefunden, obwohl ich hier — ebenso wie in den anderen Fällen mit positivem Befund — mehrere Individuen untersuchte. Für *Phalacroma* gibt übrigens SCHÜTT das Vorkommen von Trichocysten an.

Leider fand ich keine Gelegenheit, eine größere Anzahl gymnodiner Peridineen zu untersuchen. Unter diesen fand ich bei *Polykrikos Schwartzii* in größter Zahl die schon von FAURÉ-FREMIET beschriebenen Trichocysten neben den für diese Gattung charakteristischen Nesselkapseln. Die Trichocysten waren mit Methylenblaulösung auch im Hellfeld sehr leicht nachzuweisen. Ebenfalls ließen sich die Nesselkapseln mit diesem Farbstoff außerordentlich klar darstellen. Insbesondere wurde durch diesen Farbstoff der ausgeschleuderte Faden der explodierten Nesselkapseln sehr deutlich.

Außerdem untersuchte ich noch aus faulendem Seewasser eine kleine gymnodine Peridinee, die ich nicht näher bestimmte, deren Trichocyste, abgesehen von der geringen Größe, vollkommen denen von *Polykrikos* gleicht.

Bei gymnodinen Peridineen sind ja schon in einer Reihe von Fällen Trichocysten bekannt geworden; doch dürfte ohne Zweifel das Dunkelfeld noch eine große Zahl weiterer trichocystenführender Formen aufdecken.

Bei den gepanzerten Peridineen, die ich untersuchte, habe ich bisher noch nicht die ruhenden Trichocysten im lebenden Tier sehen können. Es erscheint ja wohl überhaupt erstaunlich, daß ich bei so vielen gepanzerten Formen Trichocysten finden konnte, wo man doch annehmen sollte, daß der Panzer eine Ausstoßung der Trichocysten verhindert. Doch möchte ich daran erinnern, daß bei sehr vielen beschalteten Peridineen der Panzer von Poren durchsetzt ist, die möglicherweise als Austrittsstelle für die Trichocysten dienen können. Es ist diese Frage kaum zu klären, da der stark lichtbrechende Panzer der Peridineen eine Beobachtung am lebenden Tier mit starker Lichtquelle unmöglich macht. In anderen Fällen, in denen solche Poren fehlen, hatte ich den Eindruck, als wenn die Trichocysten aus der Geißelspalte ausgetreten waren.

Wenn ich hier nur diese wenigen Formen aufführe, so liegt das daran, daß ich nur diese gemeinen Arten untersucht habe. Eine systematische Untersuchung in dieser Richtung würde nach meiner Erfahrung die Liste um das Vielfache vermehren.

Welche Bedeutung haben nun die Trichocysten für die Flagellaten? Es ist dieses eine Frage, die uns bei der Untersuchung der Trichocysten immer wieder entgegentritt, ohne daß man wohl in den meisten Fällen eine ganz befriedigende Antwort darauf zu geben vermag.

Es scheint mir nun hier bei den Flagellaten, speziell bei *Chilomonas*, ein Fall vorzuliegen, der verhältnismäßig klar eine bisher noch nicht diskutierte Funktion der Trichocysten zeigt. Über die Flagellaten hinaus dürfte diese Beobachtung auch für das Verständnis mancher Ciliaten-Trichocysten von Bedeutung sein.

Reizt man nämlich ein Individuum von *Chilomonas* unter dem Deckglas mit Hilfe des Lichtkegels des Dunkelfeldkondensors, so beobachtet man — vorausgesetzt, daß es natürlich nicht festgeklemmt ist —, daß der Flagellat ruckartig springende Bewegungen ausführt, die ihn in Zickzacklinien sehr bald aus dem Gesichtsfeld des Mikroskops befördern. Diese springenden Bewegungen, die auch von anderen Autoren beschrieben werden, stehen in scharfem Gegensatz zu der gleichmäßigen Fortbewegung, die durch die Tätigkeit der Geißel erzielt wird. Schon ULEHLA erkannte, daß diese Bewegungsform nicht durch irgendwelche besonderen Geißelbewegungen hervorgerufen wird, sondern daß vielmehr die Sprünge vollkommen unabhängig von solchen sind. ULEHLA konnte nämlich beobachten, daß noch Flagellaten, die ihre Geißel abgeworfen hatten, zu den beschriebenen Sprungbewegungen fähig waren. ULEHLA sagt hier-

über, „das ist der einzig sichere Fall, wo sich ein Flagellatenkörper ohne Geißel und ohne eine metabolische Kriechbewegung, lediglich durch eine einseitige, sozusagen muskulöse Kontraktion bewegt. Auf die Kontraktion der feinen Fibrillen, die ich bei den beiden Gattungen (*Chilomonas* und *Cryptomonas*) in der Hautschicht beobachtete, muß wohl diese Bewegung zurückzuführen sein, denn sie verlaufen in der Richtung des Sprunges.“

Wie im einzelnen dieser Mechanismus der Springbewegungen vorzustellen ist, darüber gibt ULEHLA keine Auskunft. Ich glaube auch kaum, daß seine Anschauung sich halten lassen wird.

Ich möchte vielmehr diese ruckartigen Bewegungen mit der Ausschleuderung der Trichocysten in Verbindung bringen. Man kann jedenfalls regelmäßig feststellen, daß der von dem springenden Tier zurückgelegte Weg in seiner ganzen Ausdehnung gekennzeichnet ist durch eine große Zahl ausgeschleuderter Trichocysten. Und zwar scheinen vor allem die langen Trichocysten bei den heftigen Sprungbewegungen fortgeschleudert zu werden, doch ist es, da in der Regel beide Trichocystenformen ausgestoßen werden, schwer zu sagen, ob nicht die kurzen Trichocysten in ähnlicher Weise beteiligt sind. Weder die langen Trichocysten noch die kurzen werden alle gleichzeitig ausgestoßen. Vielmehr erfolgt zu meist gleichzeitig nur die Ausstoßung weniger Trichocysten. Im Beginn der Reizung, wenn die Schnellbewegungen noch sehr langsam erfolgen, wird eine lange Trichocyste nach der anderen ausgestoßen. Sehr häufig verklebt das Hinterende der vorletzten, ausgeschleuderten Trichocyste mit dem Vorderende der zuletzt ausgeschleuderten Trichocyste, die auf solche Weise kettenförmig zusammenhängen. Die Ketten verlaufen in der Regel in einer Zickzacklinie. Erst wenn die Reizung stärker geworden ist, werden auch mehrere lange Trichocysten zur gleichen Zeit ausgestoßen und vor allem auch zahlreiche, kurze Trichocysten.

Schon gelegentlich meiner Untersuchung über die Trichocysten von *Paramaecium* hatte ich darauf hingewiesen, daß wir annehmen müssen, daß von den sich in die Länge streckenden und fortgeschleuderten Trichocysten eine Rückstoßwirkung auf das ausschleudernde Individuum ausgeübt werden muß. Auch hatte ich bei *Paramaecium* tatsächlich solche Rückstoßbewegungen beobachten können.

Hier bei *Chilomonas* würden allerdings die beobachteten Rückstoßbewegungen vergleichsweise sehr viel intensiver sein, als bei *Paramaecium*. Vor allem erscheint es erstaunlich, daß die Sprung-

bewegungen — wie ich oben beschrieb — auch schon durch Ausstoßung einzelner oder weniger Trichocysten ausgelöst werden können. Man könnte vielleicht im ersten Augenblick daran denken, daß man es bei der Beobachtung der Tiere zwischen Objektträger und Deckglas nicht mit normalen Verhältnissen zu tun hat und hier die Sprungbewegungen nur dadurch zustandekommen können, daß die Trichocysten am Glas ein Widerlager finden, von dem sie sich abstoßen. Daher machte ich den Versuch und setzte zu einem Schälchen mit einem Aufguß, der zahlreiche Exemplare von *Chilomonas* enthielt, eine Spur Formol, um die Flagellaten zur Ausschleuderung ihrer Trichocysten zu bewegen. In der Tat konnte ich schon bei schwacher Vergrößerung mit Sicherheit feststellen, daß auch hier im freien Wasser, das den Trichocysten kein Widerlager bieten konnte, die charakteristischen Sprungbewegungen auftraten. Wir haben es also in den Sprungbewegungen mit einem normalen Prozeß zu tun, der nicht an die Beobachtungsbedingung zwischen Objektträger und Deckglas gebunden ist.

Wollen wir also an der Anschauung festhalten, daß die Ausschleuderung der Trichocysten bei *Chilomonas* in einem ursächlichen Zusammenhang steht mit den beobachteten Sprungbewegungen, so müssen wir versuchen, uns ein Bild davon zu machen, in welcher Weise die Trichocysten als Lokomotionsorganellen dienen können.

Daß die beobachteten, heftigen Schnellbewegungen einfach als ein Rückstoß durch die Ausschleuderung der Trichocysten gedeutet werden können, ist von vornherein unwahrscheinlich, da die Masse der wenigen, gleichzeitig ausgeschleuderten Trichocysten im Verhältnis zur Größe des Flagellaten zu gering ist, um so intensive Bewegungen zu erzeugen.

Nun ist — wie ich wohl nicht weiter zu erläutern brauche — neben der Geschwindigkeit, mit der die Explosion der Trichocyste erfolgt, ihre Rückstoßwirkung auf das ausschleudernde Tier um so größer, je größer der Widerstand ist, dem die Trichocyste bei ihrer Längsstreckung im umgebenden Wasser begegnet.

Im ersten Augenblick erscheinen die Trichocysten von *Chilomonas* in dieser Hinsicht vollkommen ungeeignet, denn sie können mit ihrem spitzen Vorderende leicht in das umgebende Wasser eindringen; und doch macht sie diese Eigenschaft nicht ungeeignet als Fortbewegungsmittel, denn wichtiger erscheint mir, daß sie gekrümmt sind. Infolge dieser Krümmung werden die Trichocysten bei ihrer Längsstreckung das Wasser niemals geradlinig durchsetzen können, sondern die Spitze wird seitlich abgelenkt und die Trichocysten

werden umgebogen. Wenn diese Krümmung erfolgt ist, durchschneidet die sich verlängernde Trichocyste nicht mehr mit ihrer Spitze, sondern mit ihrer ganzen Länge das Wasser, dem sie ja jetzt ihre Breitseite darbietet. Der Widerstand, den die Trichocyste, die seitlich das Wasser mit großer Geschwindigkeit durchsetzen muß, findet, dürfte wohl ausreichend sein, um die beobachteten Schnellbewegungen zu erklären, lehrt doch die alltägliche Erfahrung eine wie scharfe Bremsung ein Stock erfährt, mit dem wir durch das Wasser schlagen wollen.

Es lohnt wohl nicht, die hier in kurzen Zügen auseinandergesetzte Hypothese weiter zu diskutieren und auf ihre Voraussetzungen hin zu prüfen, solange keine genaueren Beobachtungen über den wahren Verlauf der Explosion der Trichocysten möglich sind. Ich habe mit diesen Ausführungen nur die Frage zu lösen versucht, ob prinzipiell eine Denkmöglichkeit besteht, die Trichocysten als lokomotorische Organellen aufzufassen, daß wir also auch die bei *Chilomonas* und verwandten Formen beobachteten Sprungbewegungen, die nicht von der Anwesenheit der Geißel abhängig sind, in Beziehung setzen dürfen zu den im Verlaufe der Sprünge ausgeschleuderten Trichocysten. Gerade die Möglichkeit, daß hier die Wirksamkeit der Geißeln ausgeschlossen werden kann, macht die Flagellaten zu einem besonders günstigen Objekt im Gegensatz zu den Ciliaten, wo die Tätigkeit der Cilien naturgemäß in dem Umfange niemals ausgeschaltet werden kann.

Es scheint die Sprungbewegung der Flagellaten nicht an das Vorkommen von fadenförmigen Trichocysten gebunden zu sein, sondern auch durch die Ausstoßung von Protrichocysten hervorgerufen werden zu können. So zeigte ein Individuum von *Cystodinium* aus dem Süßwasser, das ich mit dem Dunkelfeldkondensator reizte, sehr deutliche Sprungbewegungen. Als ich dann nach den Trichocysten dieser Peridinee mit Hilfe des Dunkelfeldkondensators suchte, fand ich keine. Erst als ich mit Methylenblau färbte, erkannte ich, daß zahlreiche Protrichocysten, die zu Ketten verschmolzen waren, ausgeschleudert in der Nähe des Flagellaten lagen.

Auch SCHERFFEL beobachtete bei seinen Flagellaten solche ruckartigen Bewegungen bei der Ausschleuderung der Trichocysten, nimmt aber an, daß die Voraussetzung für eine solche Wirksamkeit der Trichocysten die ist, daß ihnen Gelegenheit gegeben ist, sich am Objektträger oder Deckglas festzusetzen. Die Tatsache aber, daß, wie SCHERFFEL beschreibt, die ausgeschleuderten Trichocysten zu Ketten verkleben, schafft ja ähnliche Verhältnisse, wie ich sie

oben für die langen, fadenförmigen Trichocysten von *Chilomonas* beschrieb.

Übrigens zeigt auch *Euglena*, allerdings nur in geringerem Maße, ruckartige Bewegungen bei der Ausschleuderung seiner Trichocysten.

Die nach meinen hier mitgeteilten Beobachtungen sehr wahrscheinliche Bedeutung der Flagellatentrichocysten als ein akzessorisches Bewegungsorganell, macht die sehr weite Verbreitung von Trichocysten bei Flagellaten verständlicher, wären doch diese Formen in dem Augenblick, wo sie durch irgendwelche Schädigungen ihrer nur in geringer Zahl vorhandenen Geißeln verlustig gegangen sind, unfähig, aus dem Gefahr bringenden Bereich zu entfliehen, wenn nicht eben hier die Tätigkeit der Trichocysten einsetzen könnte.

Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint der Befund von SCHERFFEL von Bedeutung, daß auch bei Chrysomonadinen (*Pleuromastix bacillifera*) und Phytomonadinen (*Monomastix opisthostigma*) also Gruppen, bei denen bis dorthin das Vorkommen von Trichocysten noch nicht nachgewiesen werden konnte, ohne Zweifel wenigstens in einzelnen Fällen Trichocysten zu finden sind. Damit sind, wenn man von den parasitischen Flagellaten absieht — bei denen für *Polymastix melolonthae* allerdings auch das Vorkommen von Trichocysten angegeben wird — bei allen frei lebenden Ordnungen der Flagellaten Trichocysten gefunden werden. Wenn bisher immer nur für recht vereinzelte Flagellaten der Besitz von Trichocysten bekannt war, so wird eine systematische Untersuchung mit Hilfe des Dunkelfeldes und vor allem auch mit der Methode von BRESSLAU diese Zahl bestimmt beträchtlich vergrößern können.

### Zusammenfassung der Resultate.

1. Es wird das Vorkommen von zwei verschiedenen Trichocystenformen bei *Chilomonas paramaecium* beschrieben (Fig. 1 u. 2). Die gleichen Trichocysten wurden auch bei einigen anderen Cryptomonadinen gefunden.
2. Bei der Mehrzahl von einigen untersuchten Peridineen aus dem Süß- und Seewasser lassen sich mit Hilfe des Dunkelfeldes Trichocysten nachweisen.
3. Die Möglichkeit, daß die Trichocysten als zusätzliche Bewegungsorganellen neben den Geißeln dienen können, wird diskutiert.

**Literaturverzeichnis.**

- BRESSLAU, E. (1924): Die Ausscheidung von Schutzstoffen bei einzelligen Lebewesen. 54. Bericht d. Senckenberg. Naturf. Ges. 1.
- BÜTSCHLI, O. (1889): Flagellata in: BRONN's Klassen u. Ordnungen d. Tierreiches Bd. 1.
- CHATTON (1914): Les cnidocystes du Peridinien Polykrikos Schwartzii. Arch. d. Zool. exper. et gen. Vol. 54.
- CONRAD, W. (1920): Sur un flagellé nouveau à trichocystes. Bull. de la Cl. des Sciences de l'Académie Royale de Belgique T. 6.
- FAURÉ-FREMIET, E. (1913): Sur les Nématocystes de Polykrikos et de Campanella. Comptes rendus heb. d. de la Société de Biologie T. 75.
- GICKLHORN (1921): Eine einfache Methode zur Darstellung der Geißel mit Basalkorn bei Flagellaten. Zeitschr. f. wiss. Mikr. Bd. 38.
- KLEBS, G. (1884): Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Unters. a. d. bot. Inst. z. Tübingen Bd. 2.
- KRÜGER, F. (1930): Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Trichocysten von Paramecium caudatum. Arch. f. Protistenk. Bd. 72.
- LEMMERMANN, E. (1910): Cryptogamenflora der Mark Brandenburg Bd. 3.
- v. PROWAZEK, S. (1903): Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
- SCHERFFEL, A. (1912): Zwei neue trichocystenartige Bildungen führende Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 27.
- SCHNEIDER, W. (1930): Die Verbreitung des Tektins bei den Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 72.
- SCHÜTT, F. (1895): Ergebnisse der Planktonexpedition der HUMBOLDT-Stiftung. Die Peridineen der Planktonexpedition Bd. 4.
- ULEHLA, V. (1911): Die Stellung der Gattung Cyathomonas im System der Flagellaten. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 29.
-

# 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: 1934

Band/Volume: [83 1934](#)

Autor(en)/Author(s): Krüger Friedrich

Artikel/Article: [Bemerkungen über Flagellatentrichocysten. 321-333](#)