

# Über das Silberliniensystem einiger Flagellaten.

Von

**Bruno M. Klein.**

(Hierzu 4 Textfiguren und Tafel 23 u. 24.)

---

Schon zu Beginn meiner Versuche mit der Silbermethode, im Winter 1925/26, fand ich in den aus Freiland-Wasserproben stammenden Präparaten neben versilberten Ciliaten auch Flagellaten, die ebenso wie die ersteren ein geschwärztes fibrilläres System zeigten. Es handelte sich damals vor allem um Vertreter der Gattung *Entosyphon* und *Euglena*.

Diese Befunde weisen darauf hin, daß das Silberliniensystem nicht etwa nur den Ciliaten zukommt, sondern auch außerhalb dieser Klasse, in einer dem jeweiligen Fall entsprechenden Form auftreten kann. Bei den erwähnten Flagellatengattungen erfüllt das Silberliniensystem, ebenso wie bei den Ciliaten, die eine seiner wesentlichen Bedingungen, indem es in der periphersten Schicht des Ectoplasmas liegt, kann aber eine andere, bei Ciliaten wesentlich in die Erscheinung tretende Bedingung, nämlich die einzelnen, zahlreich über den Körper verteilten Bewegungsorganellen zu verbinden, naturgemäß nicht erfüllen, da bei diesen Flagellaten Bewegungsorganellen weder in Vielzahl noch über den ganzen Körper verteilt vorhanden sind.

Nun ist es aber bei gewissen Flagellaten der Fall, daß sich bei der Zellteilung die Teilprodukte nicht völlig voneinander lösen, sondern durch zarte Plasmabrücken miteinander in Verbindung bleiben, so daß mehrere bis viele Individuen einen mehr- bis viel-

zelligen Komplex bilden, eine „Flimmerplatte bzw. Flimmerkugel“. Dieses zusammengesetzte Wesen trägt nun, als Summe der meist zweigeißeligen Einzelwesen, die entsprechende Zahl von über den ganzen, nun vielzelligen Körper verteilten Bewegungsorganellen, so daß bei solchen Gebilden auf der Basis der Vielzelligkeit, dieselben Verhältnisse vorliegen, wie sie bei den Ciliaten auf der Basis der Einzelligkeit angetroffen werden: in beiden Fällen viele, über den ganzen Körper verteilte Bewegungsorganellen, Undulipodien, die alle zusammen zu einheitlicher Arbeitsleistung koordiniert sind.

Bei Flagellatenformen, wie den eben erwähnten, zu welchen beispielsweise *Gonium*, *Eudorina* und *Volvox* gehören, läßt sich die Frage entscheiden, ob das Silberliniensystem auch hier, analog wie bei den Ciliaten, eine Verbindung der einzelnen Bewegungsorganellen bzw. Basalkornapparate herstellt, die, wenn vorhanden, naturgemäß auf der Strecke zwischen den einzelnen Zellen, interzellulär verlaufen müßte.

Um diese Verhältnisse kennen zu lernen, untersuchte ich mit der gleichen Silbermethode, die von mir bei den Ciliaten zur Darstellung des Silberliniensystems verwendet wurde, *Gonium*, *Eudorina* und *Volvox* und erlaube mir die erhaltenen Resultate im folgenden mitzuteilen.

Da es mit in den betreffenden Zusammenhang gehört, auch das Silberliniensystem „solitärer“ Flagellaten darzustellen, sind in einem weiteren Abschnitt die Silberliniensysteme von *Chlorogonium*, *Entosyphon*, *Anisonema*, *Phacus* und *Euglena* behandelt.

Material von *Gonium*, *Eudorina*, *Volvox* und *Chlorogonium* verdanke ich dem besonderen Entgegenkommen des Herrn Prof's Dr. M. HARTMANN und des Herrn Dr. BJÖRN FÖYN, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem.

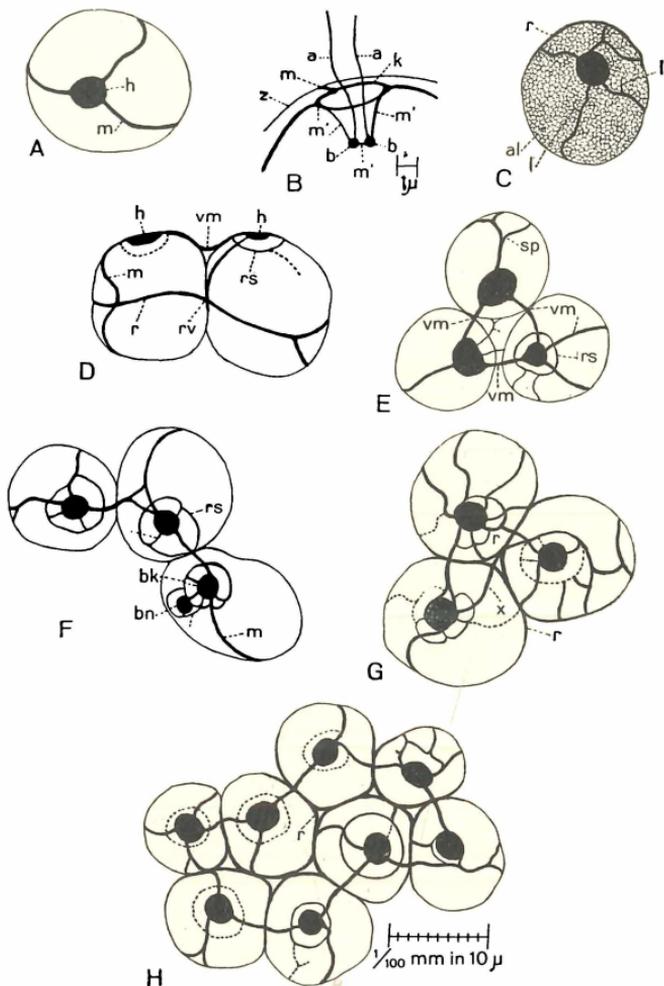
Da im folgenden nur das Silberliniensystem der betreffenden Geißelzellen bzw. Geißelzellenkomplexe behandelt werden soll, ist es von nebensächlicher Bedeutung, daß sich etliche der untersuchten Arten autotroph, die anderen heterotroph ernähren, um so mehr, als „es nicht möglich ist, in der Klasse der Flagellaten in dieser Hinsicht eine scharfe Grenze aufzurichten (DOFLEIN-REICHENOW 1927)“, und das Silberliniensystem funktionell mit der Ernährung nichts zu tun hat, sondern nur für koordinierende (KLEIN 1926—1930) bzw. formbildende (KLEIN 1928—1929 und 1929) Funktion in Betracht kommen kann.

Die Verhältnisse, die nun beschrieben werden sollen, treten in der aufschlußreichsten Form bei *Gonium* auf, da in diesem Falle

wegen „der weitgehenden morphologischen Umwandlungsfähigkeit durch die Außenbedingungen (HARTMANN, 1921; dort weitere Literatur)“, nicht nur die gewöhnlich aus 16 Zellen gebildeten Kolonien vorliegen, sondern, in Absicht auf die Anzahl der Zellen, alle Übergänge von einer einzelnen Zelle bis zur vollen Zellzahl auftreten, was insofern sehr günstig ist, da an solchem Material nicht nur das Silberliniensystem der Einzelzelle gezeigt werden kann, sondern außerdem noch das Verhalten dieses Systems bei Zusammenschluß mehrerer Einzelzellen zu einer Zellkolonie, der ersten Stufe auf dem Wege zur Vielzelligkeit, verfolgt werden kann.

Zur Beschreibung des Silberliniensystems von *Gonium* übergehend, beginnen wir mit der Schilderung der Verhältnisse, welche die einzellebende *Gonium*-Zelle (*Chlamydomonas*-Form) aufweist. Wie die Textfig. 1 A u. C zeigt, gehen vom Geißelpol der Zelle, drei oder vier meridional verlaufende Silberlinien aus, die bis auf den hinteren Pol der Zelle ziehen, wo sie sich an einem Punkt vereinigen. Diese meridional verlaufenden Züge, die in Anlehnung an die, für entsprechende Gebilde bei den Ciliaten gebrauchte Bezeichnung, auch hier Silberlinienmeridiane heißen mögen, werden von einer in der äquatorialen Zone der Zelle, normal zu den Meridianen verlaufenden Silberlinie überkreuzt und verbunden. Diese äquatoriale Fibrille ist nur dann zu sehen, wenn die betreffenden Zellen seitlich aufgetrocknet sind, da in anderen Fällen, wenn die Zelle ihren vorderen oder hinteren Pol zeigt, die betreffende Fibrille nicht einwandfrei festzustellen ist, denn sie bildet jetzt nur den, meist durch etliche Niederschläge verwischten Kontur der Zelle, wenn sie nicht überhaupt vom Zellkörper verdeckt wird. Derjenige Ort der Zelle, aus welchem die beiden Geißeln entspringen, stellt sich im Silberpräparat meist als ein rundes, geschwärztes Feld dar. Dieses Feld entspricht jedoch nicht ursprünglichen Verhältnissen, denn hier und da, an besonders gelungenen Präparaten zeigt es sich, daß es so zustande kommt, daß sehr feine Strukturen, die innerhalb einer Kreisfibrille sich finden, durch Zerfließen während der Trocknung (KLEIN, 1928) zerstört wurden, was bei der dann folgenden Imprägnierung zu einer Schwärzung des ganzen, von der erwähnten Kreisfibrille umgebenen Bezirkes führt. Diese Schwärzung beruht, wie oft in Fällen, wo es sich um argentophile Substanz handelt, die durch Zerfließen oder sonst zerstört wurde, nicht nur auf Imprägnation, sondern auch auf Bildung von Silberniederschlägen. An Präparaten, die an den betreffenden Gebilden weder Zerstörungen noch Niederschläge aufweisen, lassen sich mit stärksten Ver-

Textfig. 1. Das Silberliniensystem von *Gonium* bei Einzelzellen und Zellkolonien. A Einzelzelle in der Ansicht auf den vorderen Pol; es sind drei Silberlinienmeridiane (m) zu sehen, die von dem, von der Kreisfibrille umgebenen (hier durch Niederschläge geschwärztem) Feld (h) ausgehen. Die Strukturen innerhalb der Kreisfibrille sind auf dem stärker vergrößerten Detailbild B zu sehen: k Kreisfibrille, m' der unter der Kreisfibrille hinziehende Meridianabschnitt, dem die Basalkörner (b) der beiden Geißeln aufsitzen; a Achsenfäden der Geißeln, m ein Meridian, z Zellkontur. C eine Einzelzelle von oben, die außer dem Silberliniensystem noch den Wabensaum (al) und zwei zwischen die Wabenzüge auswachsende Silberlinien (l) zeigt; r Äquatorialfibrille (bei A unter dem Zelleib, daher dort nicht sichtbar). D eine zweizellige Kolonie in seitlicher Ansicht, die Äquatorialfibrille (r) deutlich zu sehen, sie geht ununterbrochen (r v) von der einen, auf die andere Zelle über, ebenso wie der betreffende Silberlinienmeridian (v m) eine Verbindung zwischen beiden Zellen herstellt. E eine dreizellige Kolonie mit deutlichen Silberlinienverbindungen zwischen den Basalkornapparaten der einzelnen Zellen; r s sekundäre Kreisfibrille; Äquatorialfibrille nur teilweise sichtbar (in der Zeichnung erscheint sie als stellenweise dicker Kontur der Zelle), sp sich aufteilender Meridian. F eine Kolonie mit einer in Teilung befindlichen Zelle. Aus der Silberlinienformation des ursprünglichen Basalkornapparates (b k) hat sich die Silberlinienformation des neuen Basalkornapparates (b n) gebildet; r s sekundäre Kreisfibrille. G Kolonie mit ziemlich dichtem Silberliniensystem; x ein Meridian, der direkt in die Äquatorialfibrille (r) einer anderen Zelle übergeht. H achtzellige Kolonie; r Äquatorialfibrille. Bei allen Figuren bedeuten



Textfig. 1.

bei allen Figuren bedeuten

punktierte Linien, daß an dem der Zeichnung zugrundeliegenden Präparat die betreffenden Silberlinien körnig zerfallen waren. Alle Bilder mit Ausnahme von B bei der gleichen Vergrößerung in dem unten stehenden Maßstabe; der Maßstab für B neben dieser Figur.

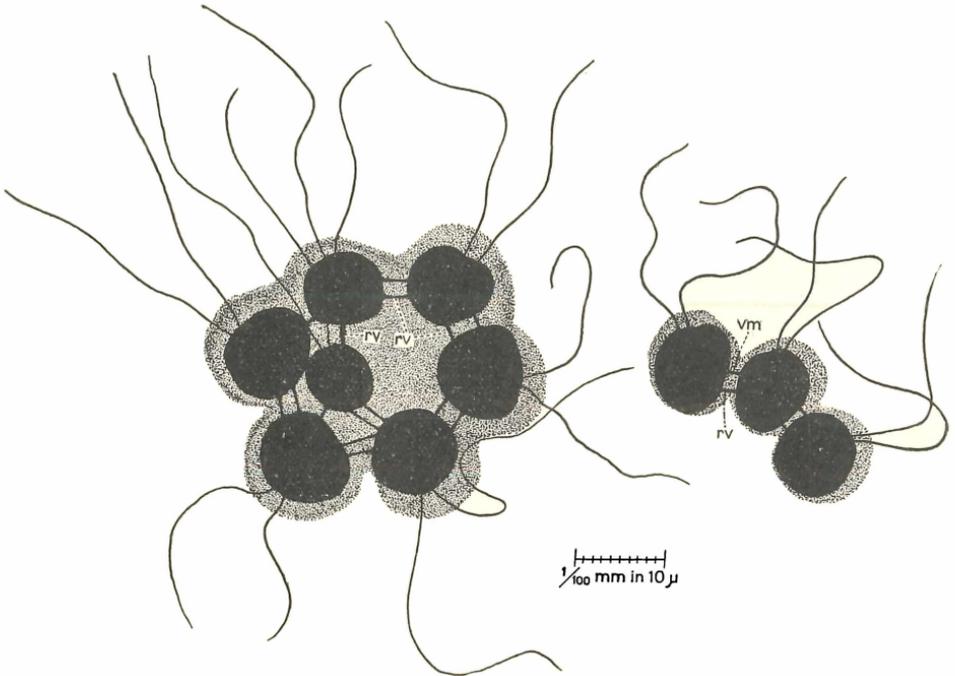
größerungen folgende Verhältnisse auflösen. Um diejenige Stelle, aus welcher die Geißeln entspringen, zieht die schon mehrfach erwähnte Kreisfibrille, welche die Silberlinienmeridiane entweder überschneidet oder den Ausgangspunkt für diese Meridiane darstellt. Derjenige Meridian, der von der Kreisfibrille überschritten wird, der also das von dieser Fibrille umgebene kreisförmige Feld durchzieht, trägt die Basalkörner der beiden Geißeln (Textfig. 1 B). Gewöhnlich ist dieser, innerhalb der Kreisfibrille verlaufende, die Basalkörner tragende Meridianabschnitt gegen das Centrum der Zelle zu etwas eingesenkt. Diese Einsenkung dürfte im Leben noch kräftiger sein, da bekanntlich durch das Entquellen Niveaudifferenzen, wie Eindellungen und Ausbuchtungen mehr oder weniger verstreichen (KLEIN, 1930, p. 266).

Daß auch hier, bei *Gonium*, das Silberliniensystem ebenso wie bei den Ciliaten zum Wabensaum des Ectoplasmas in den entsprechenden Beziehungen (KLEIN, 1929, p. 248) steht, zeigen häufig Präparate, bei welchen sich der Wabensaum sekundär durch die im sauer werdenden Balsam teilweise gelöste und diffundierende „Silberfarbe“ (KLEIN, 1929, p. 247) gefärbt hat, und die außerdem oft zeigen, wie von den Hauptfibrillen des Silberliniensystems, den Zügen zwischen den Plasmawaben folgend, neue Fibrillen, Silberlinien, als „Zwischensubstanz“ (Textfig. 1 C—1) entstehen.

Teilt sich so eine einzelne Zelle, und zwar unter solchen äußeren Bedingungen, daß ihre Teilsproßlinge kolonienbildend beisammenbleiben, Fälle, die im folgenden vorgeführt werden, so zeigt sich, daß in den, zwischen den einzelnen Zellen bestehenden bleibenden Verbindungen, den sog. Plasmodesmen, das Silberliniensystem von einer Zelle zur anderen übergeht, so daß die Silberliniensysteme aller eine Kolonie bildenden Zellen, eine Einheit bilden. Wie diese Verbindung der Silberliniensysteme in den Einzelheiten ist, geht aus der folgenden Beschreibung hervor, die mit den Verhältnissen, wie sie ein „Zweizeller“ zeigt, beginnt. Geht durch Teilung aus dem „Einzeller“ ein „Zweizeller“ hervor, so gehen dieser Teilung die entsprechenden Umbildungen am Silberliniensystem der sich teilenden Zelle voran, bzw. parallel (KLEIN, 1929, p. 246 und 1928—1929), wie dies von den Ciliaten her bekannt ist, aus dem ursprünglich einem System entstehen deren zwei, so daß, wenn die Zellteilung

vollzogen ist, jeder Sprößling sein Silberliniensystem besitzt, daß durch entsprechende Um- bzw. Neubildung aus dem ursprünglich einen System entstanden ist. Trennen sich die Teilsprößlinge, so schließen sich deren Systeme ab und sind eine geschlossene Einheit. Bleiben die Sprößlinge aber, wie in dem hier vorliegenden Falle von *Gonium* in Verbindung miteinander, so sind an dieser Verbindung auch Fibrillen des Silberliniensystems beteiligt, so daß, wie bereits erwähnt, die Silberliniensysteme aller in einer Zellkolonie vorhandenen Einzelzellen über die betreffenden Verbindungen hin, ein Kontinuum, eine Einheit bilden. Textfig. 1 D gibt einen „Zweizeller“ wieder, der in seitlicher Ansicht erscheint. Sehr schön ist auf diesem Bild die Äquatorialfibrille (r) zu sehen, und auch etliche Meridiane liegen im Bild. Die zwischen den Systemen der einzelnen Zellen bestehenden bleibenden Verbindungen vollziehen sich in doppelter Weise: einmal über die Silberlinienmeridiane (Textfig. 1 v m) und einmal über die Äquatorialfibrillen (Textfig. 1, r). Diese Art der Verbindung der Silberliniensysteme zweier oder mehrerer Einzelzellen ist immer die gleiche (vgl. Textfig. 1 A—H). Die beiden, zwischen zwei Einzelzellen übertretenden Verbindungsfibrillen sind, als zwei, eine ziemliche Strecke zwischen den Zellen verlaufende Brücken besonders an solchen Präparaten deutlich zu sehen, welche einer sehr raschen Entquellung unterworfen waren (Textfig. 2), da in diesem Falle die einzelnen Zellen nicht sehr flach, einander fast berührend aufrocknen (wie in Textfig. 1 A—H), sondern in ihrer ursprünglichen Körperlichkeit verbleiben, sich also nicht in einer Fläche ausbreiten und somit die ursprünglichen Distanzverhältnisse bewahren. Erhält so eine rasche Entquellung wohl die ursprüngliche Körperlichkeit der einzelnen Zellen und deren ursprüngliche Distanzverhältnisse sehr gut, so neigen solche Präparate aus früher dargelegten Gründen weniger zur Imprägnierung, denn zur Entstehung von Niederschlägen, so daß auf der nach einem solchen Präparat gezeichneten Textfig. 2 wohl die, zwischen den richtig distanzierten Zellen verlaufenden Fibrillenverbindungen gut zu sehen sind, nicht aber der Verlauf dieser Silberlinien auf den durch Niederschläge ganz geschwärzten Zellen, was trotz, oder eben wegen der flächenhaften Auftrocknung auf der Textfig. 1 A—H gut zu sehen ist, weshalb sich diese beiden Darstellungen ergänzen mögen. Mit der nochmaligen Betonung, daß die Verbindung der Silberliniensysteme der einzelnen Zellen in doppelter Weise, einmal über die Äquatorial-, das andere Mal über die Meridionalfibrillen sich vollzieht, mag diese Angelegenheit bis

zur Schilderung der betreffenden Verhältnisse bei *Volvox* beiseite gestellt werden, um inzwischen noch einige Verhältnisse am Silberliniensystem von *Gonium* zu besprechen. Außer den bereits beschriebenen Fibrillen, die das Silberliniensystem im Ectoplasma der Goniumzellen bilden, existieren in fast allen Fällen noch sehr charakteristische Silberlinienbildungen um die Kreisfibrille herum. Wahrscheinlich sind diese Bildungen nicht nur in fast allen Fällen,



Textfig. 2. Schräg getrocknete Kolonien von *Gonium* mit starkem Niederschlag, die doppelten fibrillären Verbindungen (vm, rv) zwischen den Zellen in ihren natürlichen Längenverhältnissen zu sehen.

sondern überhaupt in jedem Falle vorhanden, dürften sich aber dort, wo sie im Präparat fehlen, ihrer Feinheit wegen nicht erhalten haben. Die Bildungen, um die es sich hier handelt, und die auf Textfig. 1 D—H und Taf. 23 Fig. 2 unter der Bezeichnung rs zu sehen sind, stellen eine, in einem gewissen Abstand von der Kreisfibrille und annähernd konzentrisch zu ihr verlaufende Fibrille dar, die mehrfach meridional verlaufende Verbindungen mit der Kreisfibrille aufweist. Zwischen je zwei solchen Verbindungen ist die in Rede stehende Fibrille in zentrifugaler Richtung meist etwas

ausgebaucht, so daß ihre Konfiguration eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Umriß eines Kleeblattes erhält. Diese, in der Hauptsache konzentrisch zur Kreisfibrille verlaufende Silberlinie, mag als sekundäre Kreisfibrille bezeichnet werden.

Nicht versäumen möchte ich, darauf hinzuweisen, daß die Art, wie die Basalkörner in die Silberlinien eingeschaltet sind, bei *Gonium* viel Ähnlichkeit mit den betreffenden Verhältnissen bei Ciliaten hat. Wie bei gewissen Ciliaten (vgl. KLEIN, 1928, p. 191) das Basalkorn von einer Zirkularfibrille (dto) umgeben ist, so ist auch bei *Gonium*, allerdings ein Paar von Basalkörnern, von der Kreisfibrille (Textfig. 1 B) umgeben. Übereinstimmung in solchen morphologischen Verhältnissen ist ziemlich wichtig, da sie gegebenenfalls einen Weg zeigen kann, um Wesentliches von Unwesentlichem auseinanderzuhalten. Zirkularfibrille um das Basalkorn der Ciliaten und Kreisfibrille um das Basalkornpaar von *Gonium*, scheinen für den Basalkornapparat im allgemeinen wesentlich zu sein, worauf ich schon früher (KLEIN, 1928, p. 200) hingewiesen habe.

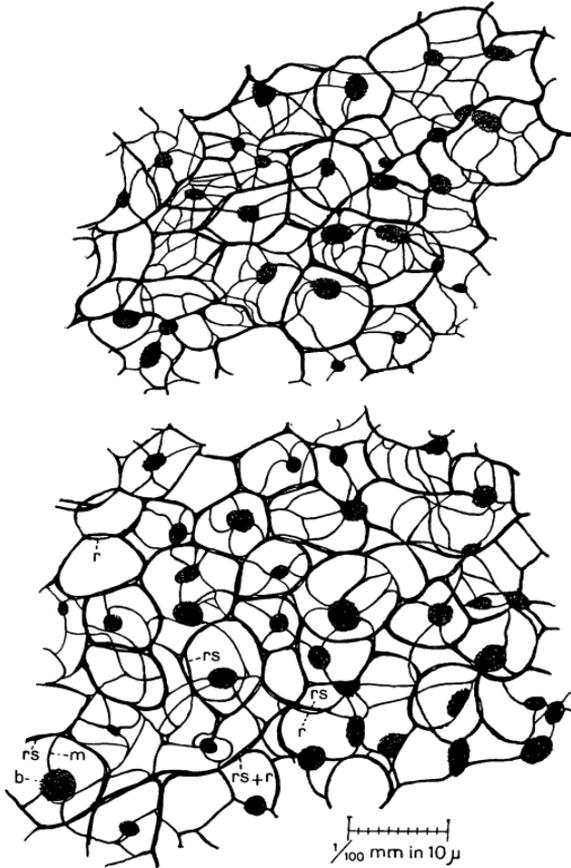
Dem eben bei *Gonium* beschriebenen Silberliniensystem gleicht dasjenige von *Eudorina* in allen wesentlichen Zügen, so daß es sich erübrigt, auf die betreffenden Verhältnisse bei dieser Art einzugehen. In beiden Fällen besteht das Silberliniensystem der Einzelzellen aus meridional verlaufenden, in ihrer Zahl zwischen zwei und vier schwankenden Silberlinien und außerdem aus einer um den Äquator der Zelle ziehenden Silberlinie. Das Basalkornpaar sitzt sowohl bei *Gonium* als auch bei *Eudorina* dem polar liegenden, etwas gegen das Zentrum der Zelle ausgezogenem Abschnitt eines Meridians auf. Kreisfibrille und sekundäre Kreisfibrille sind ebenfalls bei beiden Arten gleich. Ebenso wie das Silberliniensystem der Einzelzelle in diesen beiden Fällen keine Unterschiede aufweist, ebenso fehlen solche in Absicht auf die durch die Silberlinien bewirkten Verbindungen zwischen den eine Kolonie bildenden Zellen: hier wie dort sind diese Verbindungen doppelter Art, indem solche über die Meridiane und solche über die Äquatoralfibrille bestehen. Der Wabensaum als Basis für das Silberliniensystem ist bei *Eudorina* ebenso wie bei *Gonium* nachzuweisen, wie auch die Tatsache festzustellen ist, daß neu auswachsende Silberlinien zwischen den Wabenzügen als „Zwischensubstanz“ sich bilden.

Zu erwähnen ist noch, daß bei Zerfallerscheinungen an den Silberlinien, sich diese als aus zwei Komponenten zusammengesetzt erweisen und zwar in der Art, wie dies früher von mir an den Silberlinien von *Euplotes* (KLEIN, 1928, p. 188 ff.) beschrieben wurde:

eine festere fibrilläre Komponente und ein diese umlagernder, mehr weniger flüssiger Mantel „argentophiler“ Substanz.

Die Verhältnisse, wie sie sich in Absicht auf das Silberliniensystem bei *Gonium* und *Eudorina* vorfinden, gestatten es nun, auf die diesbezüglichen Verhältnisse bei *Volvox* einzugehen. *Volvox*, in jeder Beziehung differenzierter als die beiden vorgenannten Arten, zeigt auch in seinem Silberliniensystem kompliziertere Verhältnisse, die sich jedoch auf die weit einfacheren bei *Gonium* zurückführen lassen.

Gut imprägnierte Exemplare von *Volvox* weisen bei ihrer mikroskopischen Untersuchung eine sehr dichte Anordnung der Silberlinien auf, die im großen ganzen so angeordnet sind, daß aus ihrer Gesamtheit eine Art Wabenmuster entsteht. Dem Raum der einzelnen Waben entspricht je eine Einzelzelle der Kolonie, wo-



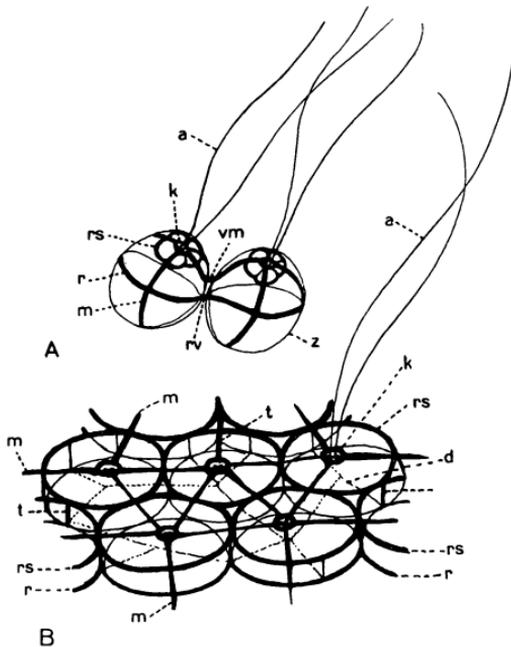
Textfig. 3. Das Silberliniensystem von *Volvox*. b Basalkornapparat innerhalb der Kreisfibrille, m Meridianfibrille. Übrige Erklärung im Text.

bei aber gleich zu betonen ist, daß auch „leere Waben“ vorkommen, worauf im folgenden noch zurückzukommen sein wird.

Es mag nun das Silberliniensystem, welches die Zellen von *Volvox* tragen, beschrieben werden und zwar vorerst für typische Fälle. Als Ausgangspunkt dieser Beschreibung diene der Basalkornapparat der Zelle, der in seinen Einzelheiten genau den bei *Gonium* geschilderten Verhältnissen (vgl. Textfig. 1 B) entspricht, somit aus dem, den beiden Geißeln jeder Zelle entsprechenden Basal-

kornpaar besteht, das einem innerhalb der Kreisfibrille verlaufenden, gegen das Zentrum der Zelle etwas eingebogenem Meridianabschnitt aufsitzt. Wie bei *Gonium* deckt diese feinen Strukturen im Silberpräparat meist ein Niederschlag (vgl. Textfig. 3). Die Meridianfibrillen, die durch die Kreisfibrille durchgehen (der eine Meridian, dem das Basalkornpaar aufsitzt) oder von ihr entspringen, entsprechen nun zwar auf Grund dieser morphologischen Beziehungen den Meridianen bei *Gonium*, sind aber nicht wie dort, in Absicht auf die Zellgestalt Meridiane in geometrischem Sinn, denn ihr Verlauf ist kein meridionaler mehr, sondern ein radiärer, er entspricht sozusagen der orthogonalen Projektion der Meridiane auf die Außenfläche der Zelle. Diese „Meridianfibrillen“, die von der Kreisfibrille des Basalkornapparates radiär in einer Ebene ausstrahlen, gehen direkt zur Kreisfibrille von Basalkornapparaten der Nebenzellen, so daß sie in ihrer Gesamtheit eine Verbindung aller in einer *Volvox*-Kolonie vereinigten Zellen darstellen. Ist diese Verbindung eine direkte Verbindung der Basalkornapparate und somit der Geißeln aller in einer Kolonie vorhandenen Zellen, so sind diese Zellen selbst noch durch weitere Silberlinien miteinander verbunden. Der jeder Zelle zugeordnete Raum wird von einer Anzahl ein Netz bildenden Fibrillen umzogen, sozusagen abgesteckt. Die Netze aller Zellen sind miteinander innig verbunden, so daß das einer Zelle zugeordnete Netz gleichzeitig einen Teil der den Nachbarzellen zugeordneten Netze bildet. Um auf den Bau so eines Fibrillennetzes und sein Verhältnis zu den bei *Gonium* vorhandenen Fibrillen näher eingehen zu können, diene das auf Textfig. 4 gegebene Schema. Die von den Basalkornapparaten bzw. deren Kreisfibrillen (k) ausgehenden und sie direkt verbindenden „Meridiane“ (m) bilden das eine verbindende System, das zweite, die Zellen untereinander verbindende Fibrillensystem bilden die Netze (r, rs, t). Diese lassen sich in ihren Bestandteilen zurückführen auf Gebilde, die bereits das Silberliniensystem von *Gonium* aufweist. Um diese Beziehungen anschaulich darlegen zu können, ist zum Vergleich in Textfig. 4 auch eine schematische Darstellung der betreffenden Verhältnisse bei *Gonium* gegeben. Die einander entsprechenden Fibrillen tragen auf beiden Bildern die gleichen Bezeichnungen. Daß auf Grund der morphologischen Beziehungen zum Basalkornapparat die Meridiane (m) bei *Gonium* den „Meridianen“ bei *Volvox* entsprechen, wurde bereits hervorgehoben. Sekundäre Kreisfibrillen (rs) und Äquatorialfibrillen (r) von *Gonium* finden sich etwas modifiziert in den Fibrillen, welche den oberen

(zentrifugalen) (rs) und unteren (zentripetalen) (r) Umfang des Netzes bei den Volvoxzellen bilden. Die periphere Netzfibrille (rs) bei *Volvox* entspricht der ausgeweiteten sekundären Kreisfibrille bei *Gonium*, die basale Netzfibrille (r) bei *Volvox* der Äquatorialfibrille bei *Gonium*. Zwischen peripherer und basaler Netzfibrille sind bei *Volvox* Verbindungsfibrillen (t) vorhanden, die Meridianen entsprechen, die aber meist nicht mehr zur Gänze, also nicht mehr von Pol zu Pol ausgebildet sind, sondern nur zwischen den in Rede stehenden



Textfig. 4. Das Silberliniensystem bei *Gonium* (A) und *Volvox* (B). Schematisch. z Zellkontur. Die übrigen Erklärungen im Text.

Fibrillen vorhanden sind. Hier und da verlängern sich diese Abschnitte bis zu dem, dem hinteren Zellpol entsprechenden Punkt (d) und bilden dann auf der Basalfäche der aus einer Zellschicht bestehenden Wand der *Volvox*-Kolonie ein Fibrillenwerk, das aus strahlig angeordneten Elementen, die den Anteilen der einzelnen Zellen entsprechen, besteht (in Textfig. 4 (d) punktiert). Die durch das Silberliniensystem bei *Volvox* bewirkte Verbindung der einzelnen Zellen ist somit wie bei *Gonium* in mehrfacher Art vorhanden: 1. die direkte Verbindung der Basalkornapparate durch die „Meridiane“ (m); 2. die Verbindung der den Zellen zugeordneten Räume durch die sekundären Kreisfibrillen (rs) und 3. deren Verbindung durch die Äquatorialfibrillen (r). Dazu kommt noch die Verbindung der Zellen, die aus den zwischen peripherer und basaler Netzfibrille und basalwärts darüber hinaus verlaufenden Meridianabschnitten (t, d) resultiert.

Das durch die Silberlinien bei *Gonium* und *Volvox* gebildete Verbindungssystem, das einmal die Basalkornapparate der einzelnen Zellen direkt verbindet, sie außerdem aber durch die ihren Räumen, d. h. den einzelnen Zellen zugeordneten Fibrillenkomplexe noch

einmal indirekt verbindet, findet ein Analogon bei den Ciliaten. Erinnerung sei in dieser Beziehung an *Paramecium* (außerdem aber noch an *Pleuronema*, *Loxocephalus* usw.). Vergleicht man das Silberliniensystem von *Paramecium* (KLEIN, 1929, p. 129 f.) mit seinen die einzelnen Basalkörner direkt verbindenden Fibrillen, in ihrer Gesamtheit das direkt verbindende System (KLEIN, 1927), und seinem die Basalkörner indirekt verbindende System (dto), das sich aus Fibrillen aufbaut, welche die, den Basalkörnern zugeordneten Räume umgeben, so ergibt sich bei *Paramecium* auf der Basis der Einzelligkeit dasselbe, was sich bei *Gonium* und *Volvox* auf der Basis der Vielzelligkeit ergibt: in beiden Fällen ein die Basalkornapparate direkt und ein dieselben indirekt verbindendes System, welches letztere aus Fibrillen besteht, welche die den Basalkörnern zugeordneten Räume umziehen. Zu dieser Analogie (vgl. NOVIKOFF, 1930) wäre noch zu bemerken, daß an verschiedenen Stellen auch bei den vielzelligen Kolonien von *Gonium* und *Volvox*, ebenso wie beim einzelligen *Paramecium* an den Polen, die beiden Systeme ineinander so übergehen können, daß Fibrillen des direkten Systems zu solchen des indirekt verbindenden Systems werden und umgekehrt. An den Textfig. 3 u. 4 ist an vielen Stellen dieser Übergang zu sehen. Solche Übergänge „trüben“ die Übersichtlichkeit der vorliegenden Verhältnisse, weshalb im vorhergehenden der Schilderung des Silberliniensystems von *Volvox* typische, also von solchen, durch verschiedene Ursachen hervorgerufenen „Störungen“ freie Stellen zugrundegelegt waren. Zu den Ursachen, welche das Ineinanderlaufen, die Vermischung der beiden gleichwertigen Systeme veranlaßt, gehört vor allem eine durch gewisse körperliche Zonen oder Bezirke gegebene Verminderung des Raumes für eine gegebene Anzahl sonst und bisher regelmäßig verlaufender Systemteile, wie es z. B. die Pole bei Ciliaten sind oder aber, wie bei *Volvox*, kommt es durch Zellteilungen innerhalb des Systems dazu, daß der Raum, der ursprünglich für eine Zelle und ihr Silberliniensystem da war, jetzt für zwei oder mehr Zellen die Grundlage für deren Silberlinien abzugeben hat und zwar so, daß bereits vorhanden gewesene Fibrillen, wenn sie nur der Verbindung der jetzt neu und mehr vorhandenen Basalkornapparate dienen, nicht resorbiert werden, gleichgültig, ob sie dem einen oder anderen System angehörten und gleichgültig, daß sie auf Grund der an „störungsfreien“ Stellen gewonnenen Befunde eigentlich anderen Verlaufsregeln folgen müßten.

Durch dieses Übergehen von Fibrillen des einen Systems in

solche des anderen Systems kommt es dazu, daß das indirekte System, das sonst nie unvermittelt an Basalkörner geht, jetzt solche führt und umgekehrt in dem sonst Basalkörner führenden direkten System jetzt keine Basalkörner mehr liegen. Daß unter solchen Umständen die Fibrillen der beiden Systeme, die vikariierend für einander eintreten können, gleichwertig sein müssen, wurde schon früher (KLEIN, 1927) von mir hervorgehoben und ist insofern wichtig, da bei den Ciliaten die Gleichwertigkeit der beiden Systeme in Zweifel gezogen wurde. Nach v. GELEI (1929) soll nämlich in den entsprechenden Fällen nur das direkt verbindende System nervöser und formbildender Natur sein, wohingegen das indirekte System nur stützender Natur sein soll. Gegen diese Auffassung wären meine oben und früher (1927—1929) gemachten Angaben wohl in Betracht zu ziehen.

In der Absicht auf die eingangs bei *Volvox* erwähnten „leeren Waben“ wäre noch kurz anzugeben, wieso es zu deren Bildung im allgemeinen kommt. Da bei *Volvox* die Zellen meist nicht so regelmäßig und so eng nebeneinander liegen, daß immer Zelle an Zelle grenzt, sondern öfters die Abstände zwischen den Zellen größer sind, so werden diese Abstände zwischen den Zellen vom Silberliniensystem auf Grund seiner Wachstumsfähigkeit (KLEIN, 1927) und seiner Formbildung (KLEIN, 1929) so überbrückt, daß es diese Abstände schließt, als ob auch in ihnen Zellen wären, wodurch es zur Bildung der „leeren Waben“ kommt.

Das wichtigste Ergebnis, das die Untersuchung des Silberliniensystems bei den kolonienbildenden Flagellaten gezeitigt hat, ist, glaube ich die Tatsache, daß das ursprünglich auf die Zelle beschränkte, weil auf ihr sich bildende Silberliniensystem auch von Zelle zu Zelle geht, zwischen den Zellen, bzw. ihren Bewegungsorganellen eine Verbindung schafft, analog derjenigen, die es zwischen den einzelnen, über die Ciliatenzelle verteilten Bewegungsorganellen schlägt.

Wurde bis jetzt das Silberliniensystem kolonienbildender Flagellaten behandelt, so mag dasselbe nun an einer Reihe einzellebender, „solitärer“ Formen gezeigt werden. Silberlinien bei solchen Formen hat JIROVEC bereits 1929 beschrieben und zwar bei *Euglena viridis*, *Menoidium incurvum* und *Phacus pleuronectes*.

Ich wollte diese Reihe mit *Chlorogonium* beginnen, leider zeigte sich diese Art aber gegen Trocknung (KLEIN, 1928) so empfindlich, daß ich aus vielen Hunderten Präparaten nicht ein einziges wirklich einwandfreies herausfinden konnte und deshalb über das Silberlinien-

system dieses Wesens nur ganz beiläufige und vorläufig vorbehaltliche Angaben machen kann. Soviel ich an meinen Präparaten sehen konnte, verlaufen ca. sechs äußerst feine, meridionale Fibrillen die in der Äquatorgegend der Zelle von einer ebenso feinen Fibrille im Zickzack überschritten werden, so daß ein Fibrillensystem entsteht, das aus zwei Reihen sehr in die Länge gezogener, viereckiger Maschen entsteht. Die spitzen Winkel dieser Maschenvierecke sind gegen die Pole gerichtet. Den Verlauf der Silberlinien an den Polen konnte ich in keinem Falle feststellen.

Als zweites Beispiel sei *Entosyphon sulcatum* gegeben. Diese Flagellaten imprägnieren sich leicht und gut. Ihr Silberliniensystem besteht durchschnittlich aus zwölf meridional verlaufenden Fibrillen (Taf. 23 Fig. 8), die sich am Geißelpol an einer Kreisfibrille vereinigen (Taf. 23 Fig. 9), von welcher der schon bei *Gonium* erwähnte Meridianabschnitt in der Richtung gegen das Centrum der Zelle verläuft und dort, bei *Entosyphon* ziemlich weit im Zellinneren, die Basalkörner der beiden Geißeln trägt.

Bei *Anisonema acinus* (Taf. 24 Fig. 10) ist die Zahl der meridional verlaufenden Fibrillen schon bedeutend größer, ihr Verlauf leicht tordiert; bei *Phacus* spec. (Taf. 24 Fig. 11) tritt eine weitere Steigerung der Fibrillenzahl ein. Die höchste Anordnungs-dichte erreichen die Silberlinienmeridiane bei *Euglena* (Taf. 24 Fig. 13). Ein merkwürdiger Befund ergab sich bei einer nicht näher bestimmten *Euglena* (Taf. 24 Fig. 12) insofern, als zwischen den einzelnen Silberlinienmeridianen und normal auf sie, in regelmäßigen, kurzen Abständen, Querverbindungen zu sehen waren, besonders deutlich in der vorderen Körperhälfte und am Geißelpol.

In Absicht auf das Silberliniensystem von *Euglena* ist noch zu bemerken, daß hier Systeme spiraliger Streifen bzw. Fibrillen in der Pellicula früher schon beschrieben wurden (zuerst C. HAMBURGER, 1911) und ihnen eine stützende Funktion beigelegt wurde. Da die Silberlinien der Streifensysteme (KLEIN, 1928, p. 188 f.), wie früher bereits dargelegt (dto), aus zwei Komponenten bestehen<sup>1)</sup>, einer fibrillären und einer plasmatischen (argentophilen Substanz) und die fibrilläre Komponente unter entsprechenden Umständen, wie z. B. in den Achsenfäden der Cilien bzw. Undulipodien über-

<sup>1)</sup> Was bei Flagellaten an *Anisonema* besonders deutlich zu sehen ist, wenn die argentophile Substanz einer Silberlinie Zerfall zeigt und so deren fibrilläre Komponente sichtbar wird.

haupt, so kräftig ausgebildet wird, daß sie dem ganzen Organell als Stütze dient (KLEIN, 1929, p. 225), wäre eine auch stützende Funktion des Silberliniensystems bei *Euglena* nicht unmöglich, vorausgesetzt, daß das Silberliniensystem und das früher als stützend beschriebene System ein und dasselbe sind (vgl. hierzu auch die Angaben von JIROVEC, 1929). Daß eine eventuell in Absicht auf den Körper vorhandene stützende Funktion eines Silberliniensystems nicht die primäre Aufgabe ist, geht schon daraus hervor, daß es auch dort auftritt, wo die Pellicula an für sich starr ist und zur Stütze und Formhaltung des Zellkörpers sonst gar keine weiteren Einrichtungen notwendig sind. JIROVEC hebt in Absicht auf das Silberliniensystem der betreffenden Flagellaten schon folgendes hervor: „*Euglena viridis* ist stark metabolisch, *Menoidium* und *Phacus* wegen einer starren Pellicula fast gar nicht“.

Zum Abschluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Verhältnisse, wie sie in Absicht auf das Silberliniensystem bei den kolonienbildenden Flagellatenzellen gefunden werden, unmittelbar zu entsprechenden Verhältnissen bei den Geweben (in erster Linie Flimmerepithel, aber auch viele andere Gewebssorten) der Metazoen überleiten, Verhältnisse, die ich an einer größeren Anzahl entsprechender Präparate, die nach derselben Entquellungs- und Versilberungsmethode behandelt waren, wie die auf ihr Silberliniensystem untersuchten Ciliaten, schon seit Jahren studieren konnte, und die ich, sobald alles nötige Material vorhanden ist, in einer besonderen Arbeit behandeln möchte.

Wördern, im Juli 1930.

---

### Literaturverzeichnis.

- DOFLEIN-REICHENOW (1927): Lehrbuch der Protozoenkunde. Bd. 1. Jena.
- v. GELEI, J. (1929): A véglények i degrendszero. (Über das Nervensystem der Protozoen.) Állat. Közlemények Bd. 26.
- HAMBURGER, C. (1911): Studien über *Euglena Ehrenbergii*, insbesondere über die Körperhülle. Sitz.-Ber. d. Heidelberger Akademie.
- HARTMANN, M. (1921): Praktikum der Protozoologie. Bd. 2. Jena.
- JIROVEC, O. (1929): Die Silberlinien bei einigen Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 68.
- KLEIN, B. M. (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ihr Verhalten während Teilung und Conjugation, neue Silberbilder. Nachträge. Arch. f. Protistenk. Bd. 58.

- KLEIN, B. M. (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. Ibid. Bd. 62.
- (1928/29): Die Formbildung bei den Infusorien. Der Naturforscher, Heft 11.
- (1929): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems der Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 65.
- (1930): Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. IV. Ibid. Bd. 69.
- NOWIKOFF, M. (1930): Das Prinzip der Analogie und die vergleichende Anatomie. Jena.

### Tafelerklärung.

Tafel 23 u. 24.

Tafel 23.

Fig. 1. Einzelzelle von *Gonium*, vom Geißelpol aus gesehen. Silberliniensystem.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 2. Kolonie von *Gonium*-Zellen. Ansicht auf die Geißelpole. Silberliniensystem. Die sekundären Kreisfibrillen schön zu sehen.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 3. Kolonie von *Gonium*-Zellen. Silberliniensystem. Die von den Meridianen bewirkte Verbindung zwischen den Zellen deutlich.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 4. Achtzellige Kolonie von *Gonium*. Silberpräparat.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 5—7. Silberliniensystem von *Volvox*. Aufnahmen ein und derselben Präparatstelle in drei verschiedenen Einstellungen: 5- höchste, 6- mittlere, 7- tiefe Einstellung, um die Fibrillen der verschiedenen Ebenen zu erfassen.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 8. *Entosyphon sulcatum*. Silberliniensystem. Ansicht von der Seite. 7a. Comp. Oc. 17:1.

Fig. 9. *Entosyphon sulcatum*. Silberliniensystem. Ansicht von dem Geißelpol. 7a. Comp. Oc. 17:1.

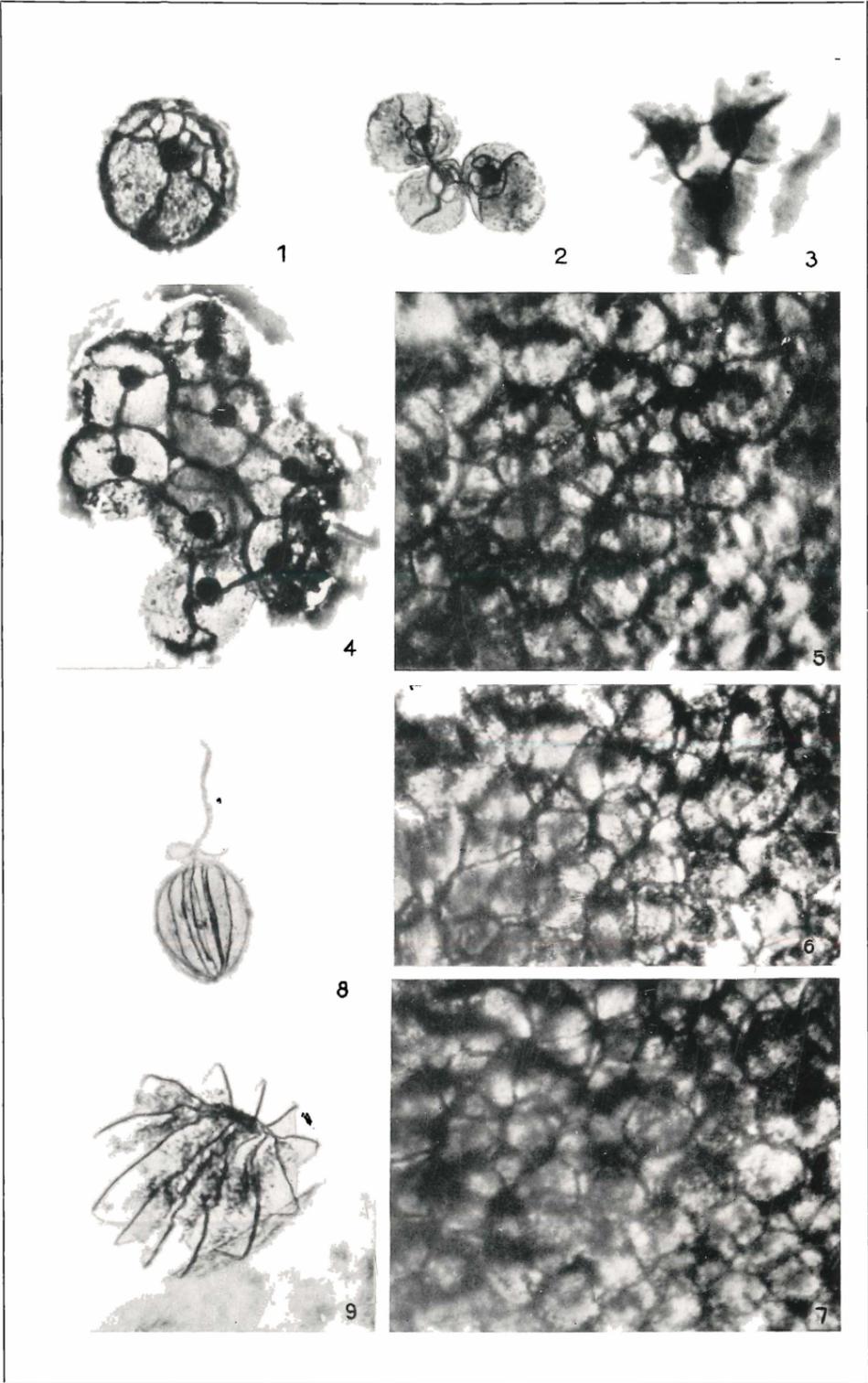
Tafel 24.

Fig. 10. *Anisonema acinus*. Silberliniensystem.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 11. *Phacus* spec. Silberliniensystem.  $\frac{1}{12}$ . Comp. Oc. 17:1.

Fig. 12. *Euglena* spec. Silberliniensystem.  $\frac{1}{2}$ . Comp. Oc. 17:1.

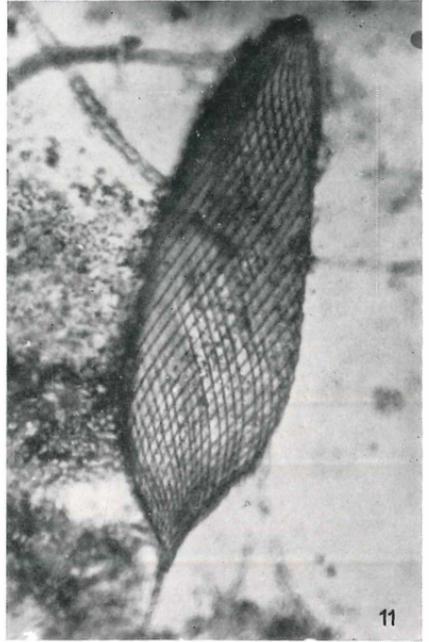
Fig. 13. *Euglena viridis*. Silberliniensystem. 7a. Comp. Oc. 17:1.



Klein.



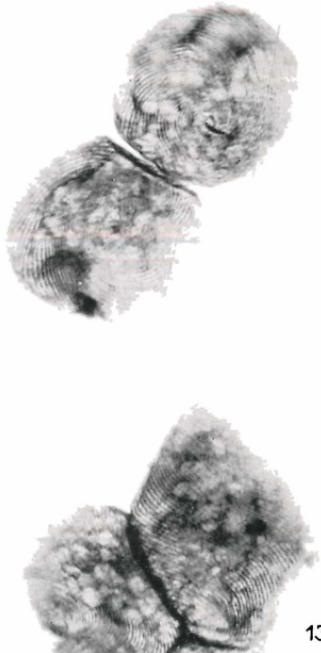
10



11



12



13

# 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: 1930

Band/Volume: [72\\_1930](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Bruno Maria

Artikel/Article: [Über das Silberliniensystem einiger Flagellaten.  
404-419](#)