

Über die Zugehörigkeit gewisser Fibrillen bzw. Fibrillenkomplexe zum Silberliniensystem.

Von

Bruno M. Klein.

(Hierzu Tafel 11.)

Nach den Daten, die ich in meinen früheren diesbezüglichen Arbeiten (1926—1930) gegeben habe, ist das Silberliniensystem ein Komplex fibrillärer, verschiedene Relationskörner (1928, p. 207) führender Gebilde, der am entquollenen Objekt (1928, p. 179—186) eine besondere Reaktion auf Silbersalzlösungen (1928, p. 186—187) gibt, wodurch er sich in äußerst elektiver Weise von allen anderen Zellbestandteilen abhebt. Die Fibrillen dieses Systems, die Silberlinien (1926, p. 244), bilden aus sich sämtliche Relationskörner, weshalb diese immer in einer Silberlinie liegen und durch eine solche verbunden werden. Dadurch, daß die Relationskörner und die Achsenfäden der Cilien (1927, p. 86, 93—94, 96; 1929, p. 219f.) aus den Silberlinien entstehen, ferner dadurch, daß jene Um- und Neubildungen (1927, p. 58f.; 1928, p. 238—239; 1929, p. 244—254), die anlässlich von Zellteilung und Regeneration an der Zelle ablaufen, zuerst von entsprechenden Um- und Neubildungen an den Silberlinien eingeleitet und fortschreitend weitergeführt werden, tritt eine organisierende, formbildende Qualität der Silberlinien klar hervor. Die Tatsache, daß die Silberlinien über die Relationskörner sämtliche koordiniert in Aktion tretende Organellen, wie Cilien, Trichocysten und Protrichocysten verbinden, führte dazu, die Silberlinien zur Erregungsleitung (1926—1930) in Beziehung zu setzen, dies um so mehr, als nicht nur ihr feinerer

Bau, sondern auch die Verwachsung der Silberliniensysteme der beiden Partner während der Conjugation (wodurch die Koordination der betreffenden Organellenkomplexe beider Tiere ermöglicht wird) die Voraussetzungen für eine erregungsleitende Funktion abgeben. Auf Grund seiner Untersuchungen kam auch v. GELEI (1929) dazu, den betreffenden Gebilden gegenüber eine Auffassung wie die eben dargelegte zu vertreten, was aus den folgenden Stellen hervorgeht: „die gewissermaßen als Neuronemen zu bezeichnenden Silberlinien (p. 186)“ liegen im subpelliculären neuroplastischen Netz. „Die Kontinuität des subpelliculären reizleitenden Systems wird während der Teilung der Tiere nicht unterbrochen und wird auch zwischen den Partnern während der Conjugation hergestellt (p. 188)“. „... Das subpelliculäre Nervensystem verbindet untereinander den basalen Teil der Cilien und wo Trichocysten vorhanden sind, werden auch diese mit den Cilien zu einer koordinierten Einheit verknüpft. . . . Auch zwischen Exkretionsporus und Cilien der Umgebung bildet sich eine reizleitende Verbindung aus . . . (p. 188)“. „Wo das reizleitende System mit anderen Organellen in Verbindung tritt, entwickelt dasselbe in Form von kornartigen Gebilden, Schalter oder Relatoren, die berufen sind den organotypischen Reiz zu empfangen oder den Reiz organotypisch umzuwandeln . . . (p. 189)“. „Die Cilie bildet mit dem dazugehörigen Basalkörperchen einen primitiven Reflexbogen, worin die Cilienachse der Receptor, das Basalkörperchen der Relator und der Plasmamantel der Effektor ist . . . (p. 189)“. „... Das subpelliculäre Nervensystem koordiniert reflektorisch, mechanisch, automatisch . . . (p. 189)“. „... Das subpelliculäre Nervensystem wirkt organisatorisch: entwickelt Relatoren, Cilien, bewirkt die Wanderung der Trichocysten und Protrichocysten . . . (p. 189)“.

In Absicht auf das indirekt verbindende System¹⁾ von *Paramecium* (1926, p. 267; 1927, p. 129f.; 1928, p. 244f.) und in Absicht auf die Silberlinien von *Euplotes* (1926, p. 271; 1928, p. 188f., p. 237f.; 1929, p. 248) kommt aber v. GELEI zu der Auffassung, daß diese Gebilde Stützfibrillen seien.

Auf Grund der aufgezählten Charakteristiken der Silberlinien mag nun untersucht werden, ob die fraglichen Fibrillen zum Silberliniensystem gehören oder nicht.

¹⁾ Statt im folgenden von direkt und indirekt verbindendem System zu sprechen, wird der Kürze halber einfach der Ausdruck direktes und indirektes System bzw. direkte und indirekte Fibrillen gebraucht.

Das indirekt verbindende System bei *Paramaecium*.

Die Fibrillen dieses Systems (1926, 1927, 1928) verlaufen in zwei zueinander normal stehenden Richtungen und zwar zieht ein Teil derselben zwischen den Cilienreihen und parallel zu ihnen, während der andere Teil normal auf diese Richtung verläuft. Diesen beiden, mit einem Richtungsunterschied von durchschnittlich 90° verlaufenden subpelliculären Fibrillenkomplexen entspricht in oder besser auf der Pellicula eine Skulptur insofern, als sich über den betreffenden Fibrillen leistenartige Verdickungen erheben, die in ihrer Gesamtheit das indirekt verbindende System überlagern und es in zentrifugaler Richtung im Material der Pellicula wiederholen. Die Pellicula erhält durch dieses Stegsystem jenes bekannte Gitterrelief, das durch die Opalblaumethode von BRESSLAU (1921—1922) so schön dargestellt wird, aber auch ohne jede Behandlung, am lebenden Tier zu sehen ist. In letzterem Fall kann dieses sichtbare Gitterrelief leicht für das unter ihm verlaufende, aus den Fibrillen des indirekt verbindenden Systems gebildete Gitter gehalten werden. Die Angabe, daß das subpelliculäre, indirekt verbindende Fibrillengitter sich gegen die direkt verbindenden Fibrillen durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnet und so sichtbar wird, ist wohl auf die Sichtbarkeit des in kongruenter Deckung zu den betreffenden Fibrillen verlaufenden pelliculären Gitterreliefs zurückzuführen.

Um festzustellen, ob und in welcher Weise das indirekte System zum direkt (1926, 1927, 1928) verbindenden Silberliniensystem in Beziehung steht, wird es notwendig sein, allen Besonderheiten des ersteren nachzugehen und zu prüfen, ob diese Besonderheiten es gestatten, die betreffenden Fibrillen in uneingeschränktem Maße nach den hierfür geltenden Merkmalen als vollwertige Silberlinien zu qualifizieren oder nicht.

Die betreffenden Besonderheiten mögen nun nacheinander, jede für sich in dem angegebenen Sinne besprochen werden. Begonnen sei mit der Besonderheit des Verlaufes.

Wie schon eingangs hervorgehoben, zieht ein Teil der Fibrillen des indirekten Systems zwischen den Cilienreihen und somit zwischen jenen Silberlinien des direkt verbindenden Systems, die ich seinerzeit Meridiane I. Ordnung (1927, p. 78) genannt habe. Im allgemeinen entsprechen Silberlinien, die bei Streifensystemen (1928, p. 253f.) zwischen den Meridianen I. Ordnung und parallel zu ihnen ziehen, den Meridianen II. Ordnung (1927, p. 78), die in

den Polgegenden des Tieres aus den ersteren entspringen bzw. in sie münden und im übrigen parallel zu ihnen verlaufen. Durch ihren Ursprung (1928, p. 205f.) aus den Meridianen I. Ordnung, durch die Produktion von Relationskörnern (meist Protrichocystenkörner, 1928, p. 210) und ihre in höchstem Maße vorhandene autoplastische Formveränderlichkeit (1928, p. 216f.), besonders während der Regenerationsperiode der ihnen zugeordneten Relationskörner, ferner durch die Tatsache, daß sie während der Conjugation mit entsprechenden Fibrillen des Partners verwachsen, zeigen die Meridiane II. Ordnung alle jene Züge, die für die zur Erregungsleitung und Formbildung in Beziehung stehenden „Silberlinien“ charakteristisch sind.

Es ist nun zu vermuten, daß jene Fibrillen des indirekten Systems von *Paramaecium*, die parallel zu den Meridianen I. Ordnung verlaufen, den Meridianen II. Ordnung bei anderen Streifensystemen entsprechen.

Um dieser Behauptung näherzukommen, mag das durch den Mangel an Formvariabilität ausgezeichnete indirekte System von *Paramaecium* verglichen werden mit dem durch größte Formvariabilität ausgezeichneten Fibrillenkomplex der Meridiane II. Ordnung bei *Colpidium colpoda* (1928, p. 216f.), weil durch die hier gegebene starke Veränderlichkeit vielleicht die Möglichkeit gegeben ist, Anschluß an das formkonstante indirekte System von *Paramaecium* zu erhalten.

Und tatsächlich führt die an den Meridianen II. Ordnung, hauptsächlich in der Regenerationsphase der Protrichocystenkörner auftretende Formveränderlichkeit, die ich früher (1928, p. 216f.; 1929, p. 244f.) schon eingehend geschildert habe, in vielen Fällen dazu, daß sich bei *Colpidium colpoda* die Formation der Meridiane II. Ordnung zu einem Fibrillenkomplex gruppiert, der bis ins einzelne dem indirekt verbindenden System bei *Paramaecium* entspricht (Taf. 11 Fig. 10, 13, 14). Zwischenstadien (Taf. 11 Fig. 11, 12 und 7—9) machen es anschaulich, wie es zu diesem Resultat kommt: die Teilfibrillen (1928, p. 194 und 211), in die sich die als Meridiane II. Ordnung bezeichneten Fibrillen des Silberliniensystems während ihrer aktiven, formlabilen, verschiedene Stadien der Aufteilung produzierenden Phase auflösen, bilden manchmal Schlingen (1928, p. 215), die vorerst kurz sind, aber bald lang und schmal werden und auf die Meridiane I. Ordnung normal gerichtet sind in einer Art, daß je zwei solche aufeinanderfolgende Schlingen je einen im nächst-

verlaufenden Meridian I. Ordnung liegenden Basalkornapparat zwischen sich fassen. Ursprünglich, in frühen Stadien dieser Entwicklung sind diese Schlingen noch spärlich, so daß ihrer zwei aufeinanderfolgende noch mehr als einen Basalkornapparat zwischen sich fassen. Die Schlingen wachsen auf den nebenliegenden Meridian I. Ordnung zu, kreuzen ihn, verbinden sich mit ihm, wachsen sogar über ihn so weit hinaus, daß sie auf den nächsten Meridian II. Ordnung stoßen, um sich mit diesem schließlich zu verbinden. Durch diese, normal auf die Meridiane auswachsenden Fibrillenschlingen entstehen die queren Fibrillenbälkchen, die mit den betreffenden Abschnitten der Meridiane II. Ordnung etwa quadratische Fibrillenformationen bilden, die je einen Basalkornapparat umrahmen.

Durch die geschilderten Neubildungen an den Meridianen II. Ordnung entstehenden somit bei *Colpidium* indirekt verbindende Fibrillenformationen, die genau dem bei *Paramaecium* vorhandenen sog. indirekt verbindendem System entsprechen (1926, p. 267; 1927, p. 129 f.; 1928, p. 244 f.).

Anläßlich der Bildung des indirekten Systems bei *Colpidium* tritt deutlich die Tatsache hervor, daß die schließlich ausgebildeten Fibrillen nicht einfach sind, sondern aus einer Anzahl Teilfibrillen (1928, p. 211) bestehen, die sich erst später eng aneinanderlegen. Da die Querbälkchen als lange schmale Schlingen auswachsen, ist die Zahl der in ihnen später vereinigten Teilfibrillen mindestens zwei. Festzustellen ist noch, daß die Anlage für die Querbälkchen, also die auswachsenden Fibrillenschlingen von den Meridianen II. Ordnung nur nach einer Seite, in unserem Falle nach der rechten Seite entwickelt werden, bis sie nicht nur den zugehörigen Meridian I. Ordnung erreicht und überwachsen haben, sondern auch den nächsten, rechts liegenden Meridian II. Ordnung erreichen und sich mit ihm verlöten. An diesem anderen Meridian II. Ordnung hört das Wachstum der Schlinge auf.

Das Endergebnis dieses autoplastischen Vorganges an den Meridianen II. Ordnung (bei *Colpidium*) stellt ein indirekt verbindendes Fibrillensystem dar, das einmal dem bei *Paramaecium* vorhandenen in jeder Beziehung gleicht und außerdem durch seine Entstehung zeigt, daß die Basis der fertigen Fibrillen dieses Systems eine Anzahl von Teilfibrillen ist, eine Tatsache, die auch für das indirekte System von *Paramaecium* gilt, denn an entsprechenden Stellen, hauptsächlich dort, wo die Querbälkchen aus den Meridianen abzweigen, sieht man an guten Präparaten deutlich,

daß Teilfibrillen das Ganze bilden (Taf. 11 Fig. 3, rechts am Bilde durch Pfeile bezeichnet).

So hat sich gezeigt, daß das indirekte System von *Paramaecium* nicht nur in seinen gröberen, sondern auch in seinen feineren Verhältnissen aus den bei Streifensystemen auftretenden Meridianen II. Ordnung herzuleiten ist, aus einem Teil des Silberliniensystems also, der, wie früher schon betont, alle für die zur Erregungsleitung und Formbildung in Beziehung stehenden Silberlinien typischen Eigenschaften zeigt. Der in Rede stehende Teil des Silberliniensystems ist ein Komplex, der mit Stützfunktion aus klaren und einfachen Gründen in keiner Beziehung stehen kann, denn die, durch aktive Bildsamkeit bedingte proteusartige Formveränderlichkeit der betreffenden Meridianformationen II. Ordnung, also ihre exzessive Dynamik, widerspricht der unbedingten Statik, die stützende Gebilde zeigen müssen. Die Meridiane II. Ordnung, die sich, wie ich früher (1928, p. 211f.) zeigen konnte, nicht nur rasch in ihre Teilfibrillen aufspalten können, sondern diese auch aktiv in vielfältigster Form umbilden, sind ebensowenig fähig eine stützende Funktion zu leisten, wie etwa ein Baumstamm, der sich plötzlich in seine Gefäßbündel aufteilte, fähig wäre, seine schwere Krone weiter zu tragen.

Geht aus den beschriebenen Verhältnissen hervor, daß das indirekt verbindende System bei *Paramaecium* aus „echten“, d. h. vollwertigen, alle charakteristischen Merkmale (Beziehung zur Erregungsleitung und Formbildung) aufweisenden Silberlinien sich herleitet, so könnte doch eingewendet werden, daß dieses System bei *Paramaecium* schließlich einen Funktionswechsel eingegangen sei, daß es bei diesem Tier aus einem sonst erregungsleitenden und formbildenden System zu einem Stützsystem sich gewandelt hätte. Gegen eine solche Auffassung sind drei, mit ihr unvereinbare Tatsachen anzuführen.

Erstens bildet das indirekte System bei *Paramaecium* den übrigen Silberlinien gegenüber keine geschlossene Einheit, sondern verbindet sich mit ihnen, wo immer es auf sie stößt. In solchen, aus Fibrillen des direkt und indirekt verbindenden Systems gebildeten Stoßpunkten (1928, p. 194) werden sogar Relationskörner (Trichocystenkörner, vgl. 1929, p. 238f.) produziert, die, wie früher gezeigt wurde, immer in Stoßpunkten von Silberlinien entstehen (1928, p. 193f.). Wäre das indirekte System bei *Paramaecium* ein Stützsystem, so läge bei diesem Tier der einzigartige Fall vor, daß hier Relationskörner nicht in Stoßpunkten zweier

gleichwertiger Fibrillen, also zweier Silberlinien entstehen, sondern in Stoßpunkten zweier ungleichwertiger Fibrillen, nämlich einer Silberlinie und einer Stützfibrille sich bilden. Geht schon aus diesen Verhältnissen hervor, daß es sich bei direkten und indirekten Fibrillen nicht um ungleichwertige, sondern nur um gleichwertige Gebilde handeln kann, so tritt diese Gleichwertigkeit besonders schön an den Polen des Tieres hervor, wo die Fibrillen des indirekten Systems sich nicht nur, wie eben beschrieben mit den Fibrillen des direkten Systems verbinden, sondern unmittelbar in dieselben übergehen. Durch die an den Polen vieler Silberliniensysteme auftretenden Besonderheiten (1930, p. 254f. und Fig. 9, p. 250), die auch bei *Paramaecium* vorliegen (vgl. 1927, Fig. 51, p. 130 und 1928, Fig. 33, p. 245) kommt es bei diesem Tier immer dazu, daß an den Polen, besonders am hinteren Pol Fibrillen, die am übrigen Körper dem indirekt verbindenden System angehören, zu direkt verbindenden, Basalkornapparate führenden Fibrillen werden. Umgekehrt werden Fibrillen, die sonst dem direkten System angehören am Pol zu indirekten, keine Basalkornapparate führenden Fibrillen. So ein fließender Übergang von Fibrillen des einen, in Fibrillen des anderen Systems kann wohl nur zustande kommen, wenn diese Fibrillen gleichwertig sind, denn für den Fall, daß beide Systeme, besonders in ihrer Funktion ungleichwertig wären, müßten sie immer dort, wo Stützfibrillen zu Leitungsfibrillen — oder umgekehrt — werden, ihre Funktion wechseln; es müßte also für die einzelnen Fibrillen ein streckenweiser Funktionswechsel angenommen werden, der aber wohl sicher eine unmögliche Komplikation darstellt.

Zweitens ist die Tatsache anzuführen, daß die Fibrillen des indirekten Systems bei *Paramaecium* ebenso wie die direkt verbindenden Fibrillen während der Conjugation mit dem Silberliniensystem des Partners, verwachsen (1927, p. 97f., p. 107 u. Fig. 32, p. 108). Die Verwachsung von subpellikulären Fibrillen mit solchen des Partners während der Conjugation, charakterisiert diese Fibrillen als „echte“ Silberlinien, denn für diese ist eine solche Verwachsung ein typisches Charakteristikum.

Als dritte Tatsache ist anzuführen, daß im indirekten System von *Paramaecium* Relationskörner vorkommen, die aber nicht so wie im Falle der Trichocystenkörner in „gemischten“, also aus direkten und indirekten Fibrillen gebildeten Stoßpunkten liegen, sondern in solchen, die ausschließlich aus Fibrillen des indirekten Systems bestritten werden. Diese Relationskörner, die

übrigens nicht durch mich, sondern durch v. GELEI¹⁾ als Kitt- oder Gitterkörner erstmalig beschrieben wurden, liegen dort, wo die Querbalkchen des indirekten Systems dessen meridional verlaufende Fibrillen treffen. v. GELEI schreibt über diese Körner folgendes (zitiert nach den Manuskripten): „Ich sah schon früher mit der trockenen Methode von KLEIN, in das Skelettgerüst (= indirektes System)²⁾, wo die einzelnen Teilchen aneinander stoßen, also an den Enden der Querbalkchen, Körnchen eingeschaltet, in der Weise, daß am Bild Leitungsfasern und Körnchenreihen alternieren. Ich nenne diese Gebilde Kittkörnchen. . . . Wir können diese Körnchen eventuell zu den Relatoren von KLEIN rechnen und ihre Aufgabe in der Regeneration des Gerüstsystems erblicken.“ Diese Kitt- oder Gitterkörner, die ich nachträglich auch an meinen, nach der „trockenen“ Silbermethode erhaltenen Präparaten sah, kommen in den, nach der mit Fixierungsmitteln³⁾ arbeitenden Methode v. GELEI erhaltenen Präparaten deshalb so deutlich zum Vorschein, weil durch diese Methode das indirekte System (v. GELEI's Stützgitter), im Gegensatz zu dem direkten System, nicht dargestellt wird. Die Tatsache, daß bei der betreffenden Methode die beiden Systeme durch ihre verschiedene Darstellbarkeit getrennt werden, stellt einen der Gründe dar, weshalb v. GELEI diese beiden Systeme auch in Absicht auf ihre Funktion trennt. Zur Erregungsleitung und Formbildung stünden nur die mit der nassen Methode sich imprägnierenden Fibrillen, in unserem Falle also die des direkt verbindenden Systems in Beziehung, während die bei dieser Behandlung nicht imprägnierbaren Fasern, also die des indirekten Systems zur Stützfunktion in Beziehung gesetzt werden. Da jede Methode, die mit Fixierungsmitteln⁴⁾ arbeitet, die also auf chemischem Wege in dem betreffenden Lebewesen Fällungen hervorruft, in prinzipiellem Gegensatz zu der von mir verwendeten, sich nur der Entquellung bedienenden Methode steht, so werden auch die durch beide Methoden erhaltenen Resultate prinzipielle Unterschiede aufweisen müssen, wofür die Tatsache, daß das mit der Entquellungsmethode darzustellende indirekte System mit der nassen Methode nicht darzustellen ist, ein

¹⁾ In die betreffenden beiden Arbeiten, die zur Zeit der Niederschrift vorliegender Ausführungen als Manuskript vorlagen, gestattete mir Herr Prof. v. GELEI in freundlicher Weise Einsicht.

²⁾ Von mir eingefügt.

³⁾ Fixierungsmittel ist in diesem Falle Formolsublimat.

⁴⁾ Eine solche Methode wurde zur Darstellung der „infraciliaren“ Gebilde bei See- und Süßwasserciliaten auch 1930, von E. CHATTON u. A. LWOFF angegeben.

Beispiel gibt. Diese Tatsache wird um so weniger verwundern, wenn bedacht wird, daß Fällungen nicht nur einen radikaleren und im Wesen anderen Vorgang für das kolloidale Gefüge des Organismus bedeuten als Entquellung (1928, p. 178f.), sondern daß durch die Einwirkung der verschiedenen fixierenden Reagenzien — die bei der Entquellung ganz vermieden sind — die Gelegenheit rapid wächst, daß die elektrischen Ladungen, welche die verschiedenen Gebilde auf Grund ihrer natürlichen Spezifität tragen, verändert werden können. So muß bei der nassen Methode das indirekte System seine sonst vorhandene elektronegative Ladung (1928, p. 187) verlieren, womit die Fähigkeit Silbersatz zu speichern und damit die Möglichkeit, durch Silber dargestellt zu werden, verloren geht. Warum vor allem das indirekte System „umgeladen“ wird, dafür werden jene geringfügigen stofflichen oder anderen Differenzen (1927, p. 136) der verschiedenen Teile des Silberliniensystems verantwortlich sein, die es bei anderen Methoden (die alle mit Fixierung arbeiten) bedingen, daß z. B. die Relatoren sehr gut dargestellt werden, wie etwa durch Hämatoxylin, während gleichzeitig die Fibrillen nicht oder aber, in seltenen Fällen, nur andeutungsweise gefärbt werden (1927, p. 136).

Da es schon durch die bisher angeführten Gründe nicht zweifelhaft sein dürfte, daß das indirekte System bei *Paramaecium* dem direkten System dieses Tieres gleichwertig ist, von der GELEI'schen Methode jedoch nicht dargestellt wird, so geht daraus hervor, daß die GELEI'sche Methode nur Teile des Silberliniensystems darzustellen imstande ist und deshalb auch in ihren anderen Resultaten Ergebnisse liefert, die mit den durch die Entquellungsmethode erhaltenen Resultaten nicht direkt vergleichbar sind, was in Absicht auf gewisse Verschiedenheiten, welche die durch beide Methoden erzielten Ergebnisse aufweisen, immer in Betracht gezogen werden mag.

Erhält die Entquellung auch in manchen Fällen die gröbere Form des Lebewesens aus früher angeführten Gründen (1928, p. 188f.) nicht vollkommen, so erhält sie meist doch, aus ebenfalls früher auseinandergesetzten Gründen (1928, p. 178f.) das feinere kolloidale Gefüge des Lebewesens viel natürlicher als die durch chemische Mittel hervorgerufenen Fällungen.

Um nach dieser, auf die betreffenden Methoden sich beziehenden Abschweifung wieder auf die im indirekten System vorhandenen Relationskörner zurückzukommen, ist vor allem auf die Frage einzugehen, welche Gebilde durch sie zum Silberliniensystem in Be-

ziehung gesetzt werden. Da weder Cilien noch Trichocysten an denjenigen Körperstellen vorhanden sind, an denen die betreffenden Körner liegen, so kommen diese beiden Gebilde von vornherein nicht weiter in Frage. Da in anderen Fällen in jenen Formationen, aus denen sich nach den früheren Ausführungen das indirekte System von *Paramaecium* herleitet, also z. B. in den Meridianen II. Ordnung von *Colpidium*, sich Protrichocystenkörner finden, so entsprächen die betreffenden Körner bei *Paramaecium* analogerweise diesen Gebilden, wären somit als Protrichocystenkörner zu qualifizieren. Nun ist es aber durchaus nicht sichergestellt, ob bei *Paramaecium* neben den Trichocysten auch noch Protrichocysten vorhanden sind. Sind, was ja nach den negativen Literaturangaben usw. wahrscheinlich ist, Protrichocysten bei *Paramaecium* nicht mehr vorhanden, so ergibt sich, daß die betreffenden Körnchen gegenwärtig wohl Protrichocysten nicht mehr zum Silberliniensystem in Relation setzen können. Da aber bekannt ist, daß Relationskörner mit dem Verschwinden desjenigen Organoids, das sie ursprünglich zum Silberliniensystem in Beziehung gesetzt haben, nicht auch verschwinden, sondern sich als Spur früherer Entwicklungsstufen, als Relationskorn-Rudimente im Silberliniensystem erhalten und so, wie z. B. die Basalkornrudimente bei den *Ctenostomidae* und vielen anderen Ciliaten (1930, p. 305 f.; 1926, p. 275), Aufschluß geben können über frühere Organisationsverhältnisse, so brauchen auch die Körnchengebilde im indirekten System von *Paramaecium* de facto keine realen Gebilde mehr zum Silberliniensystem in Beziehung zu setzen, sondern können als Relationskorn-Rudimente vorhanden sein. Da die Herleitung des indirekten Systems aus den Meridianen II. Ordnung gezeigt wurde und die Meridiane II. Ordnung ursprünglich aktive Protrichocystenkörner führen, so ist es nicht weit hergeholt, die fraglichen Körnchen als rudimentäre Protrichocystenkörner anzusehen, um so mehr als bei *Paramaecium* die Ausbildung typischer Trichocysten das Vorhandensein von Protrichocysten wohl überflüssig gemacht hat. Nichtsdestoweniger erhielten sich nach den für solche Fälle geltenden Regeln (1930, p. 305 f.) die betreffenden Relationskörner als Rudimente und zeigen so, daß das indirekte System von *Paramaecium* den Meridianen II. Ordnung, aus denen es durch entsprechende aktive Umbildung entstanden ist, auch noch darin gleicht, daß es die einstmals aktiven Relationskörner dieser Formationen noch als Rudimente bewahrt hat. Wie alle Relationskörner, ob aktiv oder rudimentär, aus den Silberlinien entstehen, durch sie gebildet werden, was anläßlich von Teilung und Regeneration leicht festzustellen ist (1927,

p. 58 f.; 1929, p. 244 f.), so entstehen auch die im indirekten System von *Paramaecium* vorhandenen rudimentären Protrichocystenkörner aus den betreffenden Fibrillen des indirekten Systems und nicht umgekehrt das indirekte System aus diesen Körnchen, wie v. GELEI angibt, wenn er sagt, daß „ihre Aufgabe in der Regeneration des Gerüstsystems (= indirektes System)“ erblickt werden kann. Es wäre dies ein einzigartiger Fall ohne Parallelen. Wie die bisherige Erfahrung gezeigt hat, entstehen alle Relationskörner aus den Silberlinien und alle Körnchengebilde die in Silberlinien vorkommen, konnten bisher als Relationskörner — aktiv oder rudimentär — erkannt werden (1928, p. 207).

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß die Fibrillen des indirekten Systems von *Paramaecium* morphologisch nicht Einheiten, sondern die Summe vieler Teilfibrillen (1928, p. 194) darstellen, was früher (1928, p. 195 und Fig. 6, p. 196) schon ausführlich beschrieben worden ist. An den Stellen, wo die Querbälkchen aus den indirekten Meridianen entspringen, sind die Teilfibrillen, aus denen die Querbälkchen zusammenfließen, deutlich zu sehen (Taf. 11, Fig. 3, rechts). Da die Meridiane II. Ordnung bei *Colpidium*, besonders deutlich in der Phase der Aufteilung ihren Aufbau aus Teilfibrillen zeigen (Taf. 11, Fig. 8 u. 9), so ist auch in dieser Beziehung eine Übereinstimmung des indirekten Systems mit den Meridianen II. Ordnung vorhanden. Hervorzuheben wäre noch, daß von den Längszügen des indirekten Systems hier und da, an gewissen Stellen, die nicht so wie die Abzweigungen der Querbälkchen durch den Bauplan des Systems vorher bestimmt sind, ebenfalls Teilfibrillen abgehen, die als solche, wegen ihrer im Verhältnis zu den sie abgebenden Fibrillenzügen geringen Dicke leicht kenntlich sind. In ihrem, nie sehr langen, oft schleifenförmigen Verlauf verbinden sie sich gegebenenfalls mit dem in einer direkt verbindenden Fibrille liegenden Basalkornapparat (Taf. 11, Fig. 1, 2), gehen also an ein Gebilde, das gewöhnlich nur von direkten Fibrillen getroffen wird. Diese Verhältnisse zeigen wieder, daß die direkten Fibrillen gegenüber den indirekten Fibrillen keine Besonderheit aufweisen, die nicht vikariierend durch die letzteren ersetzt werden kann.

Aus all den eben angeführten Gründen ergibt sich nun, daß sich das indirekte System von *Paramaecium* nicht nur von vollwertigen Silberlinien herleitet, sondern auch, aus in jeder Beziehung vollwertigen Silberlinien besteht, wodurch sich seine Zugehörigkeit zum Silberliniensystem erweist.

Wichtig ist diese Feststellung auch deshalb, weil sich im Silberliniensystem gewisser kolonienbildender Flagellaten (z. B. *Gonium*, *Eudorina*, *Volvox* vgl. 1930, p. 415) gezeigt hat, daß auch hier ein Teil der Fibrillen die Basalkornapparate direkt, der andere Teil der Fibrillen dieselben indirekt verbindet. So wie bei *Paramecium* auf der Basis der Einzelligkeit, der jedem Basalkorn zugeordnete Raum durch die Fibrillen des indirekten Systems umrahmt ist, ebenso ist bei den betreffenden kolonienbildenden Flagellaten der jedem Basalkornapparat zugeordneten Raum, der hier die ganze Zelle ist, umzogen von den indirekt verbindenden Fibrillen, die mit den gleichen Fibrillen der angrenzenden Zellen verwachsen, wodurch diese zu einer Einheit zusammengeschlossen werden, ebenso wie die einzelnen Fibrillenrähmchen bei *Paramecium* im indirekten System zu einer Einheit zusammengeschlossen sind.

Die, eben für das indirekte System von *Paramecium* abgeleitete Qualität ist in Analogie auch diejenige des indirekten Systems der betreffenden Flagellaten (1930).

Noch eine andere Betrachtungsweise kommt für die Beurteilung des indirekten System von *Paramecium* in Frage: diejenige, die den Einzelfall als Glied in einer Entwicklungsreihe sieht. So eine Entwicklungsreihe, an deren beiden Enden Extreme stehen, die jedoch durch zahlreiche Zwischenformen stetig ineinander übergehen, läßt sich aus den verschiedenen Silberliniensystemen aufstellen (1930, p. 254). Die beiden Extreme dieser Reihe bilden einerseits die engmaschigen Gitter, andererseits die Streifensysteme. Beide Systemtypen sind durch zahlreiche Übergangsformen miteinander verbunden (1926, p. 250; 1928, p. 254). Die Tendenz, die in dieser Reihe zum Ausdruck kommt, geht dahin, die Verbindungen, die das Silberliniensystem zwischen den zu koordinierenden Organellen bildet, in Absicht auf Materialverbrauch möglichst ökonomisch zu gestalten. So wird aus dem engmaschigen das weitmasche Gitter und aus diesem schließlich das Streifensystem. Die ursprüngliche Form des Silberliniensystems ist das Gitter, dessen Maschen immer weiter werden. In dieser Entwicklung entstehen nun unter anderen auch solche weitmaschige Gitter, die teilweise schon zueinander normal verlaufende Fibrillen zeigen (z. B. auf der Dorsalseite von *Euplotes*; 1926, p. 251 u. 270) und in jeder zweiten meridional gerichteten Fibrille Relationskörner führen. Die Basalkörner führenden Fibrillen entsprechen auf dieser Stufe den direkten, die von Basalkörnern freien, den indirekten Fibrillen. Beide sind Teile eines gleichmäßigen den Zellkörper umgreifenden Gitters, in dem man schon eine primitive

Vorstufe des bei *Paramaecium* vorhandenen Silberliniensystems sieht. Dadurch, daß in weitmaschigen Gittern die Fibrillen sich in bestimmten Richtungen einzustellen beginnen und zwar meridional und äquatorial, ist der erste Schritt zum Streifensystem getan, denn dieses ist nichts anderes als ein Gitter, in dem die äquatorial verlaufenden Fibrillen, von etlichen Ausnahmen an den Polen des Tieres abgesehen, nicht mehr gebildet werden. Auf dem Weg zum extremen Streifensystem ist z. B. auch das Silberliniensystem von *Paramaecium* eine Station. Eine andere, ähnliche Station bedeutet das auf Taf. 11, Fig. 6 abgebildete Silberliniensystem eines nicht näher bestimmten Holotrichen (1930, p. 289, Fig. 27). Hier durchläuft nicht so wie bei *Paramaecium* jede Rähmchenreihe eine Basalkörner führende Fibrille, sondern nur jede zweite Reihe.

Daß die extremen Streifensysteme sich tatsächlich von weitmaschigen- bzw. Gittern überhaupt herleiten, zeigt die Tatsache, daß Streifensysteme unter Umständen auf die Stufe des Gitters regressieren, wie das für *Colpidium colpoda* im vorhergehenden gezeigt wurde. Daß Regressionen auf eine primitivere Stufe beim Silberliniensystem nicht ungewöhnlich sind, bezeugen diejenigen Fälle, wo anlässlich von Teilung bzw. Regeneration (1929, p. 254) Streifensysteme nicht nur zu weitmaschigen, sondern sogar zu engmaschigen Gittern regressieren.

So gibt auch die Betrachtung des Silberliniensystems von *Paramaecium*, als Stufe in einer Entwicklungsreihe keinen Anlaß, das sog. indirekte vom direktem System in funktioneller Hinsicht zu trennen.

Das hier in Absicht auf das indirekte System von *Paramaecium* Vorgebrachte, gilt auch für die indirekten Systeme von *Pleuronema* (1927, p. 131) *Disematostoma* (1930, p. 293), *Frontonia* (1930, p. 285), *Clathrostoma* (1930, p. 282), *Nassula* (1930, p. 246) usw.

Das Silberliniensystem von *Euplotes*.

In (1929, Fig. 1 u. 2) bezeichnete v. GELER die Silberlinien von *Euplotes*, ebenso wie er dies für das indirekte System von *Paramaecium* getan hat, als Stützfibrillen.

Das Silberliniensystem von *Euplotes* bildet nach früher Gesagtem (p. 412 u. 1926, p. 251 u. 296; 1928, p. 188f.) eine Station in jener Entwicklungsreihe, die vom engmaschigen Gitter zum Streifensystem führt. Es repräsentiert eine jener vielen und verschiedenen Stufen, die zwischen engmaschigem Gitter und Streifensystem liegen. Diese

Beziehungen liefern also keinen Grund, die Fibrillen dieses Systems als Stützfibrillen und nicht als Silberlinien zu qualifizieren. Aber auch, wenn man das Silberliniensystem von *Euplotes* als einzelne Erscheinungsform betrachtet, also nicht als Glied, bzw. Stufe in einer Entwicklungsreihe, so weisen die Fibrillen dieses Systems an und für sich alle charakteristischen Eigenschaften der Silberlinien auf: sie produzieren und verbinden die Relationskörner (1928, p. 188f.), beherrschen die ectoplasmatische Formbildung (1929, p. 248) und verwachsen mit den gleichen Fibrillen des Partners während der Conjugation (Taf. 11, Fig. 15 u. 16; vgl. 1929, p. 209f., Fig. 23), sind also nach jeder in Betracht kommenden Richtung vollwertige Silberlinien.

So hat sich im Verlaufe dieser Ausführungen wohl ergeben, daß sowohl bei *Paramaecium* als auch bei *Euplotes* alle jene Fibrillen, deren Qualität als Silberlinien angezweifelt wurde, sämtliche derjenigen Eigenschaften aufweisen, die für Silberlinien charakteristisch sind. Alle diese Fibrillen zeigten, daß sie sowohl die Bedingungen erfüllen die an ein erregungsleitendes bzw. nervöses System zu stellen sind, als auch diejenigen, die an ein organisierendes bzw. formbildendes System gestellt werden können.

Wördern, im Februar 1931.

Literaturverzeichnis.

- BRESSLAU, E. (1921—1922): Ein Verfahren zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von Infusorien und anderen Protozoen. Mikroskosmos H. 7.
- CHATTON, E. u. LWOFF, A. (1930): Imprégnation, par diffusion argentique, de l'infusorielle des Ciliés marins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. Comptes rendus des séances de la Société de biologie T. 104 p. 834.
- v. GELEI, J. (1929): Über das Nervensystem der Protozoen. Allattani Közlemenyek Bd. 26.
- (1929): Sensorischer Basalapparat der Tastborsten und der Syncilien bei Hypotrichen. Zool. Anz. Bd. 83 H. 11—12.
- v. GELEI, J. u. P. HORVÁTH: Eine neue Silber- bzw. Goldmethode für die Herstellung der reizleitenden Elemente bei den Ciliaten. Gegenwärtig in Druck: Zeitschr. f. wiss. Micr.
- : Die reizleitenden Elemente der Ziliaten in naß hergestellten Silber- bzw. Goldpräparaten. Gegenwärtig in Druck: Arch. f. Protistenk.

- KLEIN, B. M. (1926): Über eine Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus* EHRLG. Zool. Anz. Bd. 67 H. 5—6.
- (1926): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 56.
- (1926—1927): Über die Darstellung der Silberliniensysteme des Ciliatenkörpers. Mikrokosmos H. 12.
- (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ihr Verhalten während der Teilung und Conjugation, neue Silberbilder, Nachträge. Arch. f. Protistenk. Bd. 58.
- (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. Arch. f. Protistenk. Bd. 62.
- (1928—1929): Infusorienstudien. III. Die Formbildung bei den Infusorien. Der Naturforscher H. 11.
- (1929): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems der Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 65.
- (1930): Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. IV. Arch. f. Protistenk. Bd. 69.
- (1930): Über das Silberliniensystem einiger Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 72.

Tafelerklärung.

Tafel 11.

Sämtliche Präparate nach der auch früher von mir verwendeten „trockenen“ Silbermethode (vgl. 1926, p. 243, 244) hergestellt.

Fig. 1. Silberliniensystem von *Paramaecium*. Ansicht des hinteren Pols, Dorsalseite. Die Fibrillen des direkten Systems sind leicht an den in ihnen liegenden, in gleichen Abständen aufeinanderfolgenden Basalkornapparaten kenntlich. Die Fibrillen des indirekten Systems bilden ein Gitter und jede Masche desselben umrahmt einen Basalkornapparat. Am Pol vermischen sich diese beiden Fibrillenkategorien indem sie von den sonst eingehaltenen Verlaufsregeln abweichen (vgl. 1927, Textfig. 51, p. 130). Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 17×. Vergr. 1066:1. Silbereosinplatte.

Fig. 2. Dasselbe Präparat, stärker vergrößert. Die Pfeile weisen die Polregion, wo direkte Fibrillen zu indirekten Fibrillen werden und umgekehrt. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30×. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

Fig. 3. Ein Teil des Silberliniensystems von *Paramaecium*. Es sind hier auch jene Fibrillen (mit Pfeilen bezeichnet) zu sehen, die verschiedene Teile des Silberliniensystems verbinden (vgl. 1928, Textfig. 6, p. 196 „e“). Rechts am Bild — durch Pfeile bezeichnet — die mit zwei Wurzeln vom indirekten System sich abzweigenden queren Fibrillenbündel. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30×. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

Fig. 4. Dasselbe wie 3.

Fig. 5. Silberliniensystem von *Paramaecium*. Die Pfeile weisen auf Gitterkörner. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30×. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

Fig. 6. Teil des Silberliniensystems eines nicht näher bestimmten Holotrichen (vgl. 1930, Textfig. 27, p. 289). Nur jede zweite aus den Maschen des indirekten Systems gebildete Reihe führt eine direkte Fibrille. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 17 $\times$. Vergr. 1066:1. Silbereosinplatte.

Fig. 7. Ein Teil des Silberliniensystems von *Colpidium colpoda*. Die Meridiane I. Ordnung durch die in gleichen Abständen in ihnen liegenden Basalkornapparate kenntlich. Die Meridiane II. Ordnung bilden teilweise Querverbindungen (Pfeil!) zu den Meridianen I. Ordnung. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 17 $\times$. Vergr. 1066:1. Silbereosinplatte.

Fig. 8. Teil des Silberliniensystems von *Colpidium colpoda*. Die Meridiane II. Ordnung (rechts neben den die Basalkornapparate führenden Meridianen I. Ordnung) im Zustand starker fibrillärer Aufteilung (vgl. 1928, Taf. 8—9). Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30 $\times$. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

Fig. 9. Teil des Silberliniensystems von *Colpidium colpoda*. Die stark aufgeteilten Meridiane II. Ordnung bilden zahlreiche Querverbindungen zu den Meridianen I. Ordnung hinüber. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30 $\times$. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

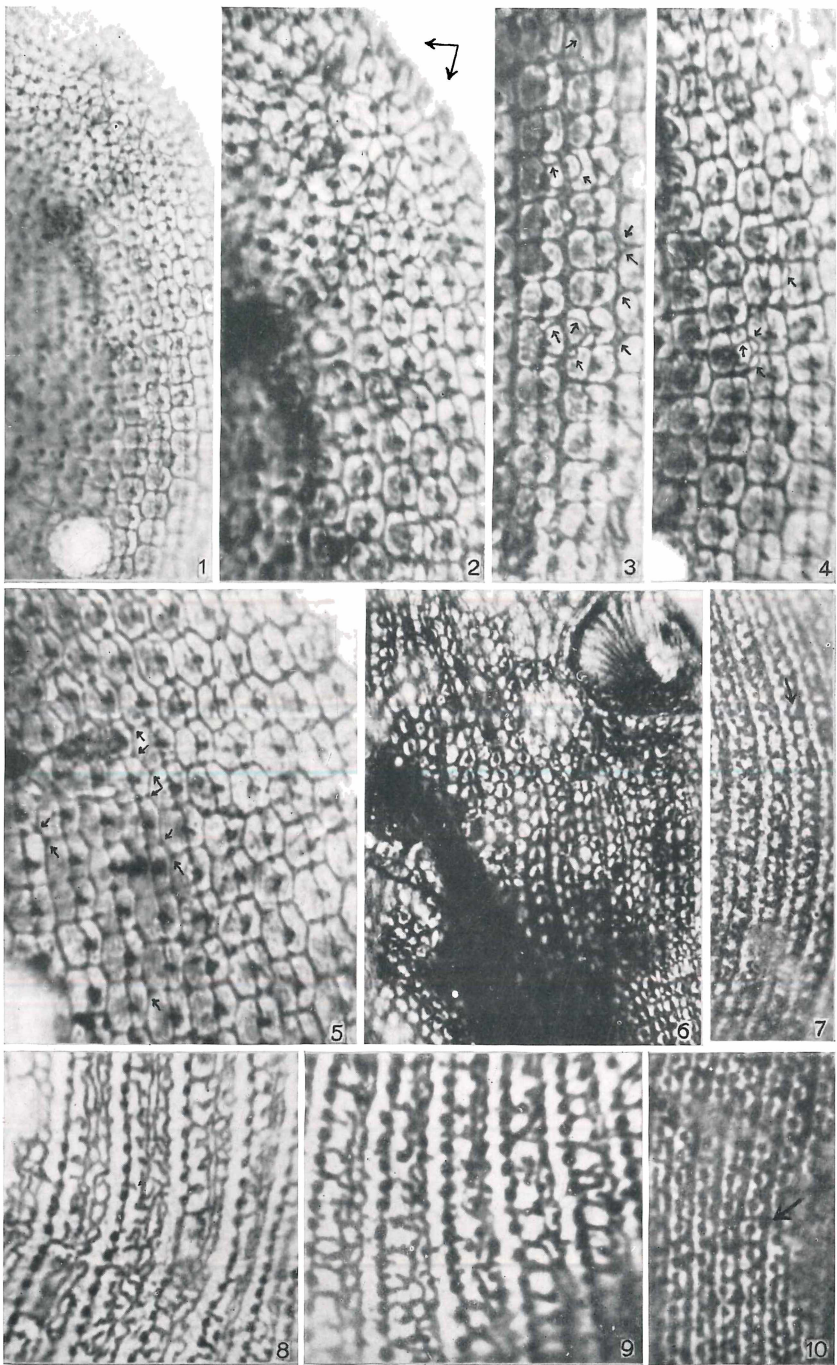
Fig. 10. Teil des Silberliniensystems von *Colpidium colpoda*. Das Silberliniensystem ähnelt schon sehr demjenigen von *Paramaecium*. Der Pfeil zeigt eine Stelle, an der die Querbälkchen schon ganz durchgewachsen sind: über die direkt verbindende Fibrille bis zum nächsten Meridian II. Ordnung reichen sie. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30 $\times$. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

Fig. 11. Teil des Silberliniensystems von *Colpidium colpoda*. Die Meridiane II. Ordnung bilden zahlreiche, schon ziemlich regelmäßig distanzierte Schleifen (Querbälkchen) gegen die Meridiane I. Ordnung. Das Silberliniensystem nähert sich dadurch schon sehr dem Silberliniensystem von *Paramaecium*. Der Pfeil zeigt ein bereits ganz durchgewachsenes Querbälkchen an. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30 $\times$. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

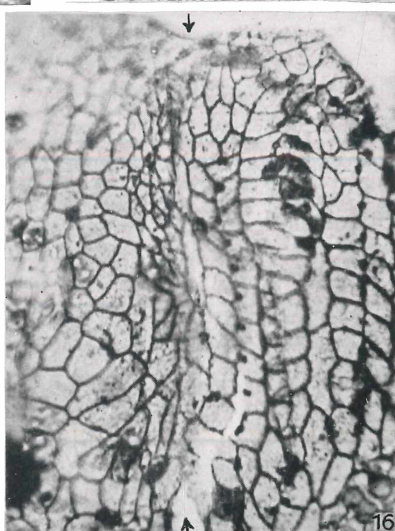
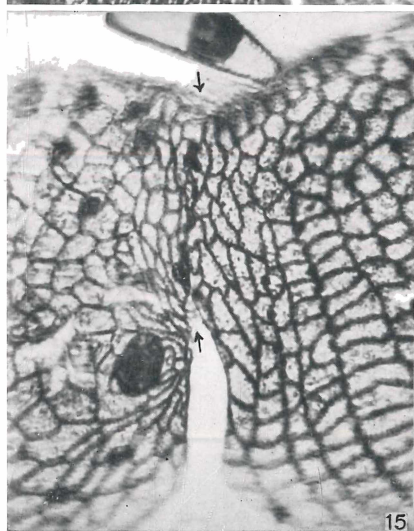
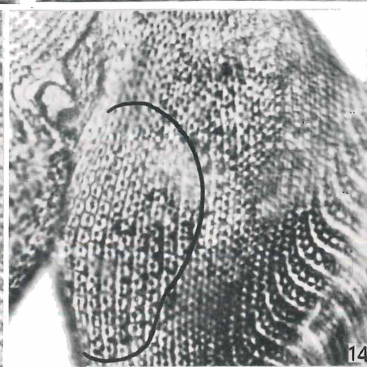
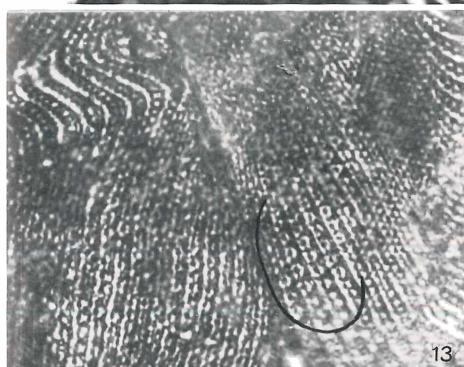
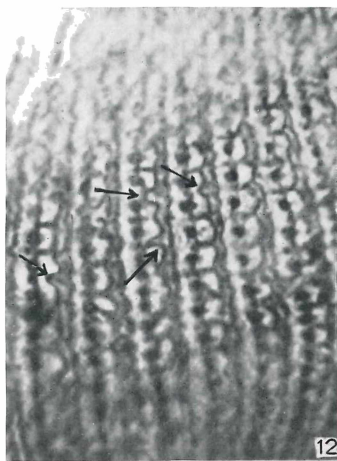
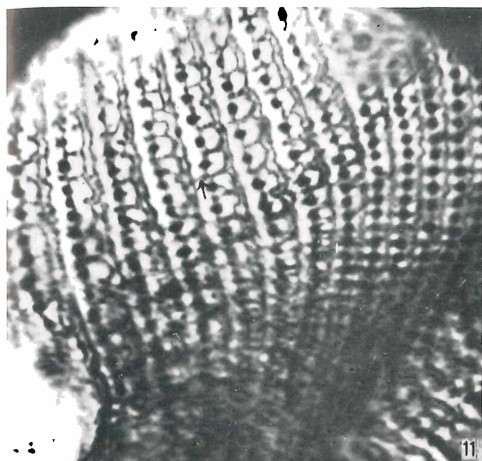
Fig. 12. Silberliniensystem von *Colpidium colpoda*. Die von den Meridianen II. Ordnung gegen die Meridiane I. Ordnung auswachsenden Fibrillenschleifen sind durch Pfeile bezeichnet. Außer diesen Anfangsstadien von Schleifenbildungen, zahlreiche schon weiter fortgeschrittene bzw. fertige Querbälkchen. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 30 $\times$. Vergr. 2121:1. Silbereosinplatte.

Fig. 13 u. 14. Silberliniensystem von *Colpidium colpoda* (Conjugationspaare). Das Silberliniensystem der schwarz umfahrenen Gebiete trägt in jeder Beziehung das Gepräge des Silberliniensystems von *Paramaecium*. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 17 $\times$. Vergr. 800:1. Silbereosinplatte.

Fig. 14 u. 15. Zwei Conjugationspaare von *Euplotes*. Fig. 14 früheres. Fig. 15 späteres Stadium. Die Verwachsung der Silberliniensysteme der beiden Partner ist sichtbar. Aufgenommen mit Apochr. Öl-Imm. 2 m/m und Comp. Oc. 17 $\times$. Vergr. 800:1. Silbereosinplatte.



phot. B. M. Klein.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: [74_1931](#)

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

Artikel/Article: [Über die Zugehörigkeit gewisser Fibrillen bzw. Fibrillenkomplexe zum Silberliniensystem. 401-416](#)