

Silberliniensystem und Infraciliatur.

Eine kritische Gegenüberstellung.

Von

Bruno M. Klein.

(Hierzu 13 Textfiguren.)

Nachdem für die Ciliaten das Silberliniensystem (KLEIN, 1926—1932) festgestellt worden war, wurde bei denselben Tieren von CHATTON und seinen Mitarbeitern mit einer Silbermethode, die ursprünglich dieselbe war, mit der ich das eben genannte System gefunden hatte, die später aber wesentlich modifiziert wurde insofern, als sie nicht mehr auf Entquellung des Objekts (KLEIN, 1926—1932), sondern auf dessen Fixierung (CHATTON u. LWOFF, 1930) durch chemische Mittel hinzielte, der Begriff der Infraciliatur (CHATTON, M. A. LWOFF, L. TELLIER, 1929 b) aufgestellt. Da die beiden Begriffe Silberliniensystem und Infraciliatur dieselbe Formation, bzw. Teile derselben Formation betreffen, sich aber in ihren Einzelheiten durchaus nicht decken, sondern, wenigstens in gewissen Punkten formell bzw. wesentlich auseinanderweichen, ist eine kritische Gegenüberstellung dieser beiden Begriffe im Interesse ihrer gemeinsamen, in einer bestimmten Formation des Zellkörpers gegebenen Basis, gelegen.

Diese gemeinsame Basis sind in erster Linie die Basalkornapparate der Bewegungsorganellen, und in zweiter Linie die, diese Apparate miteinander verbindenden argentophilen Fibrillen, also mit einem Wort das Silberliniensystem in weiteren Sinne (KLEIN, 1927, p. 139).

Um die Gegensätze, die sich aus den beiden verschiedenen Begriffen ergeben, vergleichen zu können, ist es notwendig, diese letzteren, soweit es der hier angegebene Zweck fordert, zu definieren,

d. h. das Wesentliche, das über Silberliniensystem und Infraciliatur in den bisher vorliegenden Veröffentlichungen angegeben worden ist, zusammenzufassen.

Das Silberliniensystem (KLEIN, 1926—1932) stellt sich als ectoplasmatisches System argentophiler Fibrillen bzw. Fibrillenkomplexe dar, das in seiner einfachsten Form, auf der Basis des Waben- saumes, als engmaschiges Gitter (KLEIN, 1926 b, 1928) auftritt. Die Maschenweite wird, wie dies an Reihen verschiedener Formen festzustellen ist, nach und nach größer, die Fibrillen ziehen schließlich in langen Streifenbahnen über den Körper, es liegen nun sog. Streifensysteme (KLEIN, 1928) vor. Die Reduktion der Fibrillen, zu der es bei diesen Systemtypen gekommen ist, vollzieht sich nicht beziehungslos, sondern steht in Abhängigkeit von gewissen Elementen des Silberliniensystems, den Relationskörnern (KLEIN, 1928, p. 207), die in den Fibrillen dieses Systems liegen und Gebilde, die in ihrer Gesamtheit koordiniert in Aktion treten, wie Cilie, Trichocyste und Protrichocyste, morphologisch und physiologisch zu ihm in Relation setzen. Die Fibrillen, in denen die Relationskörner, das sind Basalkornapparat, Trichocysten- bzw. Protrichocysten- und rudimentäres Basalkorn (KLEIN, 1930), liegen, verschwinden nie und diese wichtige Beziehung zwischen Silberlinien- system und Relationskorn ergibt sich daraus, daß dieses letztere de novo und in situ in den Fibrillen des Silberliniensystems entsteht: das Silberliniensystem ist der Bildner der Relationskörner. Nur jene Fibrillen dieses Systems kommen für die oben erwähnte Reduktion in Betracht, in denen keine Relationskörner liegen. Wie weit also eine solche Reduktion auch gehen mag, immer bleiben die gesamten Relationskörner durch Fibrillen des Silberliniensystems miteinander zu einer kontinuierlichen Einheit verbunden.

Die Relationskörner an der Basis der Cilien, die sog. Basal- körner, entsprechen meist Gruppen von Körnern pro Cilie, so den Basalkornapparat formend, in dem je ein Korn die Cilie ur- sprünglich bildet und deshalb während deren ganzen Existenz mit ihr verbunden bleibt, das eigentliche Basalkorn, der Bildner der Cilie. Die übrigen, ein, zwei oder mehrere Körner dieses Apparates, die Nebenkörner (KLEIN, 1927, p. 132), sind durch eine meist kreis- förmige Fibrille, die Zirkularfibrille (KLEIN, 1930, p. 411) eng mit dem eigentlichen Basalkorn verbunden.

Alle weiteren Eigentümlichkeiten des Silberliniensystems werden, soweit sie für die späteren Ausführungen notwendig sein sollten, in

den betreffenden Zusammenhängen angeführt werden; außerdem sei ihretwegen auf die früheren diesbezüglichen Arbeiten (KLEIN, 1926 bis 1932) verwiesen.

Nun eine gleiche Charakteristik der Infraciliatur (CHATTON, 1929 a—1931 g), etwas ausführlicher deshalb, um die später, als Aufgabe dieser Arbeit, zu behandelnden Gegensätze und Übereinstimmungen zum, bzw. mit dem Silberliniensystem im Zusammenhang aufweisen zu können.

Der Name Infraciliatur wurde bei Ciliaten im Jahre 1929 von CHATTON und LWOFF (1929 b) der Gesamtheit jener Blepharoblasten gegeben, die in einem mehr oder minder verborgenem Zustand weiterbestehen, wenn Resorption der Cilien in der Ontogenese des Individuums eintritt, oder wenn die Cilien im Laufe der Phylogenese verschwunden sind (CHATTON, M. u. A. LWOFF, TELLIER, 1929 a); der Ausdruck Blepharoblast ist hier in seiner ursprünglichen Bedeutung als Basalkörper der Cilien gebraucht (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931 c). Die Infraciliatur ist mit den landläufigen cytologischen Methoden nicht nachzuweisen, sondern nur durch Silberimprägnierung (CHATTON, A. u. M. LWOFF, TELLIER, 1929 a) darzustellen. Mit dieser Methode kann man in allen Fällen eine Infraciliatur entdecken, ihren Metamorphosen folgen und ihre Kontinuität beweisen (CHATTON, A. u. M. LWOFF, TELLIER, 1929 a).

Wenn die Blepharoblasten keine Cilien tragen, sind sie einfache, eminent argentophile Körner, mit der Fähigkeit, sich autogenetisch zu teilen, sich durch Zweiteilung zu vermehren. In dem Augenblick, da wieder Cilien sprießen, bildet jedes dieser Körner ein voluminöseres, weniger argentophiles Satellitkorn, das mit der Cilie verbunden ist, die Cilie bildet, während der Existenz derselben bestehen bleibt und verschwindet, wenn die Cilie resorbiert ist. Das Basalkorn der Cilie wäre somit aus zwei, ihrer Natur nach sehr verschiedenen Elementen zusammengesetzt: einem hyperargentophilen Korn, das sich durch Zweiteilung vermehrt, infolgedessen genetische Kontinuität besitzt, es ist das infraciliare Korn, die Gesamtheit derselben die Infraciliatur; das zweite Element ist das minder argentophile Satellitkorn, das sich anlässlich des Hervorsprießens der Cilie aus dem infraciliaren Korn bildet und mit dem Verschwinden derselben ebenfalls verschwindet, es ist das Cilienkorn (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931 f.). Es zeigt sich so eine Dualität des Basalkorns, nicht nur gestaltlich, sondern auch substanziell, denn die Hyperargentophilie des Infraciliarkornes, seine Widerstandsfähigkeit gegen saure Fixier-

mittel, steht in Gegensatz zur geringeren Argentophilie des Cilienkornes und zu seiner großen Labilität, besonders Säuren gegenüber, ein Gegensatz, der in einer substanziellen Verschiedenheit der beiden Körner zu suchen ist.

Aus den Eigenschaften des Infraciliarkornes und des Cilienkornes, aus der Widerstandsfähigkeit des ersteren gegen Reagentien und aus seiner genetischen Kontinuität im Gegensatz zur Labilität des letzteren, seiner wahrscheinlich lipoproteinen Natur, seiner Genese aus dem ersteren und seiner Bindung an die Cilie, wird das infraciliare Korn dem Kinetosom (Centrosom oder Mastigosom) einer flagellären Kinetide, das Cilienkorn hingegen dem Parabasalapparat derselben verglichen (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931f), wozu erläuternd zu bemerken ist, daß der Begriff der Kinetide ursprünglich sich auf Flagellaten bezog, später aber durch entsprechende Versuche der Homologisierung sinngemäß auch auf Ciliaten übertragen wurde und den zellulären lokomotorischen Apparat begreift, der aus Undulipodium, Centrosom oder dessen Derivaten, Konnektiven, Spuren von Teilungsfibrillen und dem Satelliten des Centrosoms, dem Parabasalapparat (bzw. dem Idiosom bei Spermatozoen) besteht. Alle diese Teile bilden zusammen eine Einheit, die als Kinetide bezeichnet wird, so wie seit SACHS die Einheit der cytologischen Struktur, der Komplex Cytoplasma-Kern, als Energide bekannt ist. — Unter Kinetosom ist bei Infusorien das infraciliare Korn zu verstehen (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931f), das, wie bereits hervorgehoben, dem Centrosom oder Mastigosom gleichgesetzt wird. Diese beiden Elemente, als undulipodiale Insertionskörperchen, bilden zwei Kategorien, da sie sich entweder als wahre Centrosome verhalten, indem sie im Augenblick der Teilung die Pole der mitotischen Spindel einnehmen oder aber an der Kernteilung nicht partizipieren, sondern sich unabhängig vom Kern teilen: Mastigosom. Dieses letztere Gebilde mag sich phylogenetisch und vielleicht auch ontogenetisch vom Centrosom ableiten, von ihm also nicht durch einen wesentlichen, sondern nur durch einen funktionellen Unterschied getrennt, ebenfalls ein centrosomaler Körper sein. Diese beiden Gebilde, Centrosom und Mastigosom, sollen zwei Stufen in der Entwicklung des lokomotorischen Apparates in der Richtung seiner bis zur Unabhängigkeit zunehmenden Autonomie gegenüber dem Kern, darstellen.

Die autonom gewordenen Kinetiden können sich unabhängig von den Energiden vermehren, entweder so, daß sie sich nach ihrer Teilung voneinander isolieren, so ein Kinetom (die Gesamtheit der

Kinetiden) aus gänzlich voneinander unabhängigen und äquivalenten Kinetiden bilden, oder ihre Vermehrung erfolgt in linearer Serie, ausgehend von einer initialen Kinetide mit primär überwiegendem Centrosom oder Mastigosom, so den Kopf einer Kette bildend, in der alle sekundären Mastigosome mit dem primären vereinigt und ihm untergeordnet sind, so eine zusammengesetzte Kinetide bildend (CHATTON, 1924).

Dadurch, daß die Kinetosome durch Teilung auseinander entstehen und sich somit alle von einem primären oder präexistierenden Kinetom, einem Centrosom bzw. centrosomalen Gebilde herleiten, ist auf die alte Lehre vom centrosomalen Ursprung der Basalkörper (vgl. KLEIN, 1932) wieder zurückgegriffen.

In Übertragung der eben allgemein entwickelten Verhältnisse auf den speziellen Fall der Infusorien, bzw. auf deren ciliaren Apparat, ergibt sich, daß ihr Kinetom, durchaus dezentralisiert, sich aus Kinetiden zusammensetzt, von denen die einen komplett sind (infraciliare Korn oder Kinetom + Cilienkorn oder Parabasalapparat + Cilie oder Flagelle), die anderen hingegen inkomplett, reduziert auf das eine, in allen Kinetiden permanente Element, das Kinetosom, hier infraciliare Korn, das in diesem Falle zweifellos die Spuren einer früheren Ciliatur repräsentiert (CHATTON, A. u. M. LWOFF (1931f).

Da das Studium des Silberliniensystems ganz bestimmte Beziehungen gewisser Elemente der Kinetide, besonders ihrer Blepharoplasten bzw. Basalapparate zu den Fibrillen des Silberliniensystems gezeigt hat, ist nun noch festzustellen, wie diese Beziehungen in den Arbeiten über die Infraciliatur auftreten. Über diese Beziehungen liegen zahlreiche, allerdings nicht übereinstimmende Angaben vor, die wegen ihrer Divergenz gegeneinander und gegen die entsprechenden, am Silberliniensystem erhaltenen Befunde, kurz angeführt werden müssen. Was das Silberliniensystem als solches betrifft, so wurde es von CHATTON und seinen Mitarbeitern bei *Podophrya* (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931f), *Sphenophrya* (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931f), *Chilodon* (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931f, CHATTON, A. u. M. LWOFF, MONOD, 1931b), *Glaucoma* (CHATTON, A. u. M. LWOFF, MONOD, 1931e) und den Tomiten der Foettingeriidae als „reseau de KLEIN“ beschrieben, das nur nach Imprägnierung mit Silber erscheint, im Leben aber nicht wahrnehmbar ist.

Über die Beziehungen der infraciliaren Körner zum Silberliniensystem wird für *Podophrya* angegeben, daß das im Ectoplasma immer anzutreffende argentophile Netz enger, ungeordneter Maschen, diese Körner trägt. Wenn es zur Anlage des em-

bryonalen Cilienfeldes kommt, beginnen sich die bisher ohne Regelmäßigkeit über das Netz zerstreut gewesenen Körner (die primären Blepharoblasten, die sich teilen können und, da noch keine Cilien sprossen, noch keine Satellitkörner zeigen) im Gebiet dieses Feldes linear auszurichten, zwischen ihnen organisiert sich das Netz zu einem rechtwinkligen Brückenwerk. Was diese Organisation betrifft, wird bemerkt, daß es unmöglich ist zu wissen, ob deren *primum movens* im Netz oder in den Körnern liegt. Zu einer neuerlichen Umgruppierung der infraciliaren Körner kommt es beim Festsetzen des Schwärmers, so daß sich die Möglichkeit zeigt, daß die Bewegungen der infraciliaren Körner nicht einzig auf die Perioden der Knospung beschränkt sind, sondern sich ständig vollziehen, so daß die betreffenden Elemente in kontinuierlicher Ortsveränderung auf dem Gitter begriffen wären. Dieses Gitter ist keineswegs eine rigide Formation, sondern im Gegenteil ein halbflüssiges Netz, das fähig ist, diese Elemente zu transportieren und das möglicherweise den Cilien ihre Substanz und ihren motorischen Impuls liefert. Wenn die Ciliatur von *Podophrya* auch nicht so ist, daß ihr bestimmter Plan, wie bei den meisten anderen Ciliaten, durch Generationen hindurch ohne jede periodische Abwandlung existiert, so ist hier wenigstens ein Netz vorhanden, daß zerstreute infraciliare Elemente trägt, die durch dieses Netz fortbewegt werden können, die dieses Netz vielleicht verlassen können, um in die Tiefe zu wandern, die aber auch für sich fähig sind, sich zu orientieren, sich zu gruppieren, sich zu vermehren und Cilien zu bilden, Fähigkeiten, durch die in den freien Stadien immer ein ciliares System entsteht, das sich selbst ähnlich ist und das im sessilen Stadium in dieser Form verschwindet (CHATTON, A. u. M. LWOFF, TELLIER, 1929 a). *Podophrya* bietet somit wahrscheinlich eine bewegte Infraciliatur, die sich teilweise und periodisch regruppiert. Zwischen diesen periodischen Regruppierungen, von denen es schwierig zu sagen wäre, ob sie auf Verschiebungen der Körner auf dem Netz eher als auf eigenen Bewegungen dieses letzteren zurückzuführen sind, und jenen Regruppierungen, die bei der Mitose in jeder Prophase die Chromosomen in ihrer konstanten Zahl und ihrer bestimmten Form wiedererstehen lassen und dabei von Chromomeren, die in einem Liniennetz verstreut sind, ausgehen, zeigen sich die größten Analogien (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1929 b). — Nicht bewegt obwohl plastisch sind die infraciliaren Systeme anderer Ciliaten (Vorticellen, *Foettingeriidae* usw., CHATTON, A. u. M. LWOFF, TELLIER, 1929 a).

Wie bei *Podophrya*, so trägt auch bei *Sphenophrya*, *Chilodon* und *Glaucoma* das argentophile Netz die infraciliaren Körner.

Nach solchen Feststellungen, die die Lage der infraciliaren Körner (Relationskörner) im argentophilen Netz (Silberliniensystem) zeigen, folgen unvermittelt andere, die die Unabhängigkeit des ciliaren Systems (Infraciliatur) vom argentophilen Netz dartun sollen. So wird für *Sphenophrya* angegeben, daß gewisse, sehr feine Bilder Körnchen zeigen, die sich wie bei *Podophrya* durch Zweiteilung vermehren und durch Desmosen, die unabhängig vom argentophilen Netz sind, in Verbindung bleiben. Dazu wird weiter angeführt, daß die vollständige Abwesenheit des Netzes bei den Trophonten der *Foettingeriidae* wohl klar die Unabhängigkeit des ciliaren Systems, der Infraciliatur, vom argentophilen Netz vor Augen führt.

Nachdem so durch eine kurze Gegenüberstellung die Hauptunterschiede hervorgetreten sind, die Silberliniensystem und Infraciliatur trennen, sind nun diese Unterschiede auf Grund entsprechender Befunde eingehender zu beleuchten und zwar nach folgender Aufstellung:

1. Das angebliche Fehlen des Silberliniensystems bei Ciliaten.
2. Infraciliares Korn und Relationskorn.
3. Zusammenfassung.

1. Das angebliche Fehlen des Silberliniensystems bei Ciliaten.

Angaben gegenüber, die das Fehlen des Silberliniensystems bei irgendeinem Infusor betonen, ist immer zu berücksichtigen, daß dieses System wegen seiner großen und wiederholt betonten Labilität (KLEIN, 1928) in allen Fällen mehr oder weniger schwierig darzustellen, oder, wenn durch verschiedene Umstände optimale Erhaltungszustände (KLEIN, 1928) nicht zustande kommen können, überhaupt nicht festzustellen ist. Negative Befunde zeigen nie, daß das Silberliniensystem in irgendeinem Falle endgültig fehlt, sondern nur, daß es in diesem Falle nicht dargestellt werden konnte. Eigene, langjährige Erfahrung hat für viele Ciliaten, besonders jene mit engmaschigen Gittern bzw. mit direkt und indirekt verbindendem System (KLEIN, 1928) ergeben, daß oft mehrere Jahre dauernde Versuche mit ein und derselben Species notwendig sind, um schließlich doch positive Befunde zu erhalten, d. h. „zufällig“ einmal die Tiere unter optimalen Verhältnissen zu entquellen.

Da Entquellung, wenn sie unter optimalen Verhältnissen sich vollzieht, das Objekt am meisten schont, und am wenigsten Gelegenheit gibt, daß es zu elektrischen Umladungen der Zellelemente kommt (vgl. KLEIN, 1928), so wird es nicht überraschen, daß Methoden, die mit den viel brutaler wirkenden chemischen Fixierungsmitteln arbeiten, zur Darstellung des durch besondere Labilität ausgezeichneten Silberliniensystems kaum besser geeignet sind als die Entquellung, d. h. bei Fixierung vor der Imprägnierung werden dauernd negative Befunde nicht allzu selten sein. Um einen solchen Fall geht es bei dem Beispiel, das CHATTON als Beweis und Hauptstütze jener Auffassung hinstellt, daß das Silberliniensystem bei Ciliaten überhaupt fehlen kann: bei den Trophonten der Foettingeriidae fehlt das Silberliniensystem vollständig (CHATTON, LWOFF, 1931 c)¹⁾. Merkwürdig dabei ist, daß, obwohl beim Trophontenstadium keinerlei Silberliniensystem darzustellen ist, doch beim Tomitenstadium dieser Tiere ein gleichmäßiges Netz enger, ungeordneter, vom Silber imprägnierter Maschen, also ein Silberliniensystem, nachzuweisen ist (CHATTON, M. u. A. LWOFF, TELLIER, 1929 a). Was geschieht mit dem Silberliniensystem des Tomiten bei seiner Entwicklung zum Trophonten? Es müßte spurlos verschwinden, ein Geschehen, das ohne ersichtlichen Grund einträte. Ohne ersichtlichen Grund, weil das Silberliniensystem bei jeder Teilung kontinuierlich vom Muttertier auf die Tochtertiere übergeht (KLEIN, 1927), das Tochtertier sein Silberliniensystem gar nicht wo anders als vom Muttertier herhaben kann; wenn also der Tomit als Teilprodukt, als Tochtertier, ein Silberliniensystem besitzt, muß ein solches der Trophont als Muttertier besessen haben. Daß bei den *Foettingeriidae* ein besonderer Teilungsmodus (Palintomie) statt hat, kann diese grundsätzliche Feststellung nicht beeinträchtigen, um so weniger, als für einen Teilungsmodus, bei dem ebenso wie bei den *Foettingeriidae* die Ciliatur einschneidende Metamorphosen durchzumachen hat, Befunde existieren, die die Kontinuität zeigen, mit der das Silberliniensystem vom Muttertier („Trophont“) auf die in der Teilungscyste entstehenden kleinen Tochtertiere („Tomiten“) auch bei diesen besonderen Teilungsmodus übergeht: Die Vermehrung von *Colpoda* in der Teilungscyste. In dem Moment da sich das Muttertier zu encystieren beginnt, unterliegt das Silberliniensystem und mit ihm die Ciliatur einer weit-

¹⁾ Bemerkt sei hierzu, daß die F. als marine Ciliaten mit der für Salzwasserformen angegebenen Modifizierung der CHATTON'schen Fixierungsmethode behandelt wurden.

gehenden Metamorphose (KLEIN, 1929 a), das Streifensystem des „Trophonten“ ändert sich zu einem Gitter; während der nun einsetzenden, aufeinanderfolgenden Teilungen des Cysteninhaltes, nehmen die betreffenden Veränderungen ständig zu und wenn schließlich jedes Teilstück durchgeschnürt ist, hat es ein vom Muttertier abweichendes Silberliniensystem, dem entsprechend eine andere Ciliatur und Mundbildung. Erst nach und nach bilden sich diese Verhältnisse des „Tomiten“ wieder zu denjenigen des „Trophonten“ um (wegen Einzelheiten dieser Metamorphose vgl. KLEIN, 1929 a p. 185). Alle diese weitgehenden Veränderungen des ciliaren Systems spielen sich an dem immer vorhandenen Silberliniensystem ab, das seinen Typus vom Streifensystem zum Gitter nach bekannten Beispielen kontinuierlich zu ändern vermag (KLEIN, 1928/1932), das immer die Basis ist für sämtliche Veränderungen, immer den Körper als Kontinuum umspannt und kontinuierlich auf die Tochtertiere übergeht. Das Silberliniensystem bildet eine primäre und genetische Kontinuität, in der die Relationskörner, die Blepharoplasten, liegen, die an dieser Kontinuität sekundär teilhaben.

Nur hier und da gelingt die Darstellung des Silberliniensystems überhaupt nicht, wie in dem erwähnten Fall der Trophonten der *Foettingeriidae*. Ziemlich häufig imprägniert sich nur ein Teil dieses Systems und täuscht dann ebenfalls Verhältnisse vor, die der Wirklichkeit nicht entsprechen. Bei Tieren mit jenem Systemtypus, der sich aus dem sog. direkt und indirekt verbindendem System (KLEIN, 1930 a p. 246) zusammensetzt, kommt es häufig vor, daß je nach den aktuell gewesenen Konservierungsverhältnissen, nur das eine oder andere System erhalten bleibt. Diese Tatsache hat dazu geführt, daß bei einem in diese Kategorie fallenden Tier, *Holophrya*, von JACOBSON (1931) angegeben wird, daß die Basalkornapparate nicht in den Fibrillen des Silberliniensystems liegen, sondern neben ihnen. Wie mir Kontrollimprägnierungen gezeigt haben, ist dies nicht der Fall, sondern das direkt verbindende System, in dem die Basalkornapparate tatsächlich liegen, imprägniert sich häufig nicht, so daß dann Bilder erhalten werden, auf welchen die Basalkornapparate neben den Fibrillen des indirekt verbindenden Systems liegen, was einer teilweisen, ungenügenden Imprägnierung entspricht. Angaben, die ebenfalls auf eine Teilimprägnierung zurückzuführen sind, macht CHATTON für *Sphenophrya* (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931 c) und die Tomiten der *Foettingeriidae* (CHATTON, A. u. M. LWOFF, 1931 d, 1931 g). Für die erstere Art wird angegeben, daß sich die infraciliaren Körner nicht im argentophilen Netz befinden und bei

ihrer Teilung durch Desmosen, die ebenfalls unabhängig vom Netz sind, in Verbindung bleiben. Bei den Tomiten der *Foettingeriidae* liegen die Blepharoblasten neben den argentophilen Fibrillen, also neben der Silberlinie und bleiben mit den durch Teilung aus ihnen entstehenden „Trichocystosomen“ wieder durch Desmosen in Verbindung. Analog den beiden früheren Fällen (Tomiten der *Foettingeriidae-Colpoda*; *Holophrya*) und der allgemeinen diesbezüglichen Erfahrung gemäß, ist es naheliegend, diese Bilder ebenfalls auf Teilimprägnierungen zurückzuführen, bei denen die Verbindungsfibrillen, vielleicht wegen ihrer Feinheit durch Schädigungen, die während der Konservierung aufgetreten sind, zerstört wurden.

Durch die vielen übereinstimmenden Befunde an vollimprägnierten Tieren, die alle zeigen, daß die Relationskörner in den Fibrillen des Silberliniensystems liegen (KLEIN, 1926—1932), sind Bilder, die das Gegenteil zeigen, vor allem als Teilimprägnierungen zu werten und ist nicht zu vergessen, daß eine vorläufige Unmöglichkeit der Darstellung in einzelnen Fällen noch nicht das Fehlen dieser labilen cellulären Systeme bedeutet, abgesehen davon, daß die Relationskörner in den Fibrillen des Silberliniensystems entstehen (KLEIN, 1927—1932) und deshalb in ihnen liegen müssen, was aber erst im nächsten Abschnitt anzuführen sein wird, denn meine Angabe über diese Entstehungsweise der Relationskörner wird von CHATTON und seiner Schule bestritten und es werden erst die betreffenden gegenteiligen Befunde kritisch zu vergleichen sein, um auf dieses Argument für das Vorhandensein des Silberliniensystems in allen Fällen wo Relationskörner vorhanden sind, zurückgreifen zu können.

Gegen ein fallweises Fehlen des Silberliniensystems, das sich immer als plastischer, organisierender Komplex, (KLEIN, 1929 a, b, 1930—1932) erwiesen hat, spricht auch folgende einfache Überlegung, die sich auf die Verlagerung der Basalkornapparate bzw. Relationskörner anlässlich der Metamorphosen der Ciliatur, der Regeneration und der Teilung bezieht: wenn zwei oder mehrere Körper, in diesem Falle Relationskörner, ihre Lage zueinander verändern sollen, muß eine Kraft auf sie einwirken, die die gegebenen Abstände zwischen ihnen verändert, eine Kraft, die zwischen diesen Körpern in bestimmter Richtung wirkt. Eine solche, zwischen den betreffenden Körpern wirksame Kraftäußerung muß ihren Sitz in einem System haben, das zwischen diesen Körpern ist. Bei den, ihre Lage zueinander verändernden Relationskörnern wären somit die, die eintretenden Lageveränderungen verursachenden Kraftäuße-

rungen auf ein System zurückzuführen, daß den eben entwickelten Bedingungen entspricht und ein solches liegt im Silberliniensystem mit seinen, die einzelnen Relationskörner verbindenden Bahnen vor, das als Zwischensystem in allen wesentlichen Punkten (zwischen Waben bzw. Wabenzügen, zwischen Relationskörnern bzw. motorischen und sensorischen Organellen) nicht nur ein Einheit vermittelndes System ist, sondern auch, nach einem bestimmten Plan im System ablaufende Bewegungen bzw. Umstellungen, die in ihrer Gesamtheit seine aktive Bildsamkeit ausmachen, vermittelt. Mit dem Fehlen des Silberliniensystems fehlten die körperlichen Bahnen und der Körper, bzw. körperliches System gewordene Plan, auf denen sich bzw. in dem sich entsprechende Umgruppierungen von Körpern, von Relationskörnern, vollziehen können. Ohne Silberliniensystem werden diese Erscheinungen unverständlich und zum Rätsel insofern, als nicht einzusehen wäre, wie Körper, ohne Vermittlung körperlicher Bahnen planmäßig dirigiert werden können. Auch bei der Dirigierung der Chromosomen während der Mitose sind solche Bahnen im achromatischen Fadensystem vorhanden.

2. Infraciliarkorn und Relationskorn.

Infraciliarkorn, samt seinem Satelliten, dem Cilienkorn, sind Gebilde, die aus den früher geschilderten Verhältnissen den Relationskörnern (KLEIN, 1928, p. 207), im besonderen denjenigen, die den Basalkornapparat der Cilien bilden, entsprechen. Nach den Darstellungen CHATTON'S und seiner Schule zeigen die Basalkornapparate, die Blepharoblasten, in ihrer Konstitution eine auffallende Einheitlichkeit, die dahin geht, daß jeder dieser Apparate, wenn er ein Undulipodium trägt, aus einem hyperargentophilem Infraciliarkorn und einem minder argentophilem Cilienkorn besteht: gestaltliche und substanzielle Dualität der Blepharoblasten. Die Befunde, die ich an Basalkornapparaten erhielt und die für *Euplotes*, *Paramaecium* u. a. (KLEIN, 1928) bereits früher veröffentlicht wurden, zeigen nun auch eine auffallende Einheitlichkeit, die aber nach einer ganz anderen Richtung geht, wie die von CHATTON und seinen Mitarbeitern angegebene. Statt eines größeren, minder argentophilen, an das kleinere, hyperargentophile Infraciliarkorn angeschlossenen Satellit- oder Cilienkornes, sah ich in jedem Falle nur „dessen“ Umfang durch eine Fibrille des Silberliniensystems, die Zirkularfibrille (KLEIN, 1928, 1930 a, b) markiert, also statt eines vollen Körpers nur eine mehr oder weniger kreisförmige Fibrille, in

der, wie früher schon angegeben (KLEIN, 1928), die Relationskörner, Basalkorn und Nebenkorn (in Ein- oder Mehrzahl) liegen oder von ihr umschlossen werden; die von der Fibrille umzogene Lichtung kann bei schlecht- oder überimprägnierten Präparaten durch Silber oder durch vom Balsam gelöste „Silberfarbe“ gefüllt sein, wodurch der Eindruck eines minder argentophilen, mit der Zirkularfibrille gleichen Durchmesser haltenden Kornes entstehen kann. Dieselben Befunde, die ich seinerzeit an *Euplotes*, *Paramaecium* usw. erhalten habe, ergaben sich nun auch bei *Podophrya*, *Chilodon* und *Glaucoma*, ein Teil jener Arten, deren Basalkornapparate CHATTON und seine Mitarbeiter für die Infraciliatur in Anspruch nehmen. Da die erstgenannten Tiere Basalkornapparate aufweisen, die alle Bauverhältnisse relativ groß und deutlich zeigen und die fürs erste genügend Aufschluß über die betreffenden Verhältnisse geben konnten, ging ich seinerzeit auf die Behandlung von Einzelheiten bei den relativ kleinen und nur an ganz klaren Präparaten ohne Schwierigkeiten aufzulösenden diesbezüglichen Apparaten von *Podophrya*, *Chilodon*, *Glaucoma* usw. nicht näher ein, muß dies aber jetzt tun, da gerade diese Fälle zum Teil die Basis für die Angaben über die Infraciliatur sind.

Als Ausgangspunkt für die folgenden Ausführungen mögen die klaren und eindeutigen Verhältnisse dienen, die der Basalkornapparat der dorsalen Tastborsten von *Euplotes* bietet. Wie früher angegeben (KLEIN, 1928), bildet die Silberlinie an der Stelle, wo die Relationskörner dieser Apparate liegen, einen, diese Körner umschließenden und sie gleichzeitig an das Silberliniensystem anschließenden Ring die Zirkularfibrille (KLEIN, 1928) (Fig. 1 a). Weitere Präparate zeigten nun, daß diese Relationskörner nicht nur innerhalb (Fig. 1 a), also im Lumen der Zirkularfibrille liegen können, sondern auch, indem sie sich seitlich verschieben, direkt in die Fibrille zu liegen kommen können (Fig. 1 b). Einen ähnlichen Fall, daß bei ein und derselben Art die Relationskörner, hier die Basalkörner tätiger Cilien, einmal innerhalb und einmal direkt in der Zirkularfibrille liegen können, bietet *Colpoda* (Fig. 2) (KLEIN, 1929 a). Es liegen die beiden Basalkörner der hier zu zweit stehenden Cilien entweder in einer Silberlinie, die als Fortsetzung des Silberlinienmeridians die Zir-

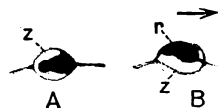


Fig. 1. Zwei Basalkornapparate der dorsalen Tastborsten von *Euplotes*. z = Zirkularfibrille; r = Relationskörner. Der Pfeil zeigt apikalwärts. Diese und sämtliche der folgenden Figuren nach Silberpräparaten (trockene Methode) mit Apoch. Öl-Imm. 2 m/m und Comp.-Oc. 30× gezeichnet.

kularfibrille durchzieht (Fig. 2a) oder aber direkt in dieser Fibrille (Fig. 2b). In diesem letzteren Fall sind außer den beiden Basalkörnern noch andere, verschieden große Relationskörner (Nebenkörner, Ersatzbasalkörner) festzustellen (Fig. 2b). Bei *Paramaecium* nun liegen die Relationskörner des Basalkornapparates immer in der

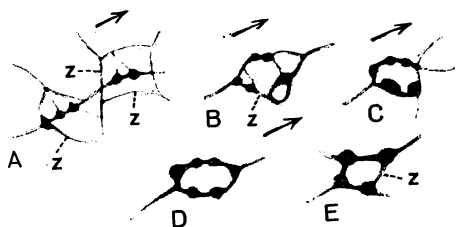


Fig. 2. Verschiedene Basalkornapparate von *Colpoda cucullus*. z = Zirkularfibrille.

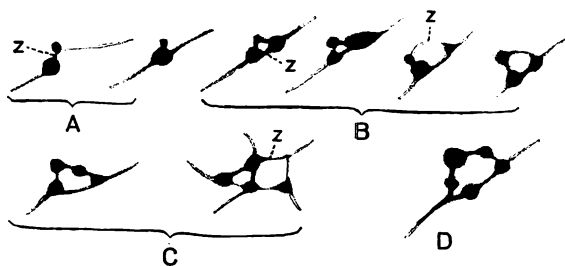


Fig. 3. Verschiedene Basalkornapparate von *Paramaecium*. z = Zirkularfibrille.

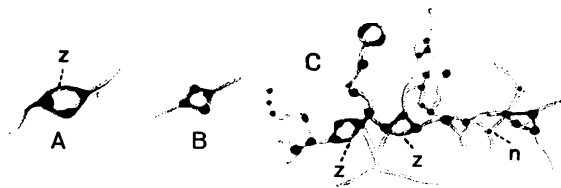


Fig. 4. Verschiedene Basalkornapparate vom *Glaucoma pyriformis*, einzeln (A, B) und im Silberlinienmeridian (C). z = Zirkularfibrille; n = Neuanlage eines Relationskornes.

von gewöhnlich drei, seltener vier (Fig. 4b). *Colpidium colpoda* zeigt ebensolche Verhältnisse (Fig. 5) und *Podophrya* (Fig. 6) auch. Bei *Chilodon cucullus* treten wieder Dreiergruppen pro Basalkornapparat auf (Fig. 7); bei dem nächstverwandten *Chilodon uncinatus* sind die fertigen Basalkornapparate zu klein, als daß eine solche Konstitution mit Sicherheit hätte festgestellt werden können, obwohl sie bei der engen Verwandtschaft der beiden Tiere wahrscheinlich ist.

Zirkularfibrille (Fig. 3) (vgl. KLEIN, 1928) und zwar in verschiedener Anzahl. Selten sind es ihrer zwei (Fig. 3a). in den weitaus überwiegendsten Fällen drei (Dreiergruppen, Fig. 3b), seltener wieder vier (Fig. 3c) oder fünf (Fig. 3d). Diese Zahlen

beziehen sich auf jene Körperstellen des Tieres, die einzelstehende Cilien tragen. Wo Doppelcilien vorhanden sind, beträgt die Zahl der Relationskörner durchschnittlich fünf (KLEIN, 1927).

Ähnliche Verhältnisse bietet *Glaucoma pyriformis*. Auch hier die Zirkularfibrille mit den in ihr liegenden Relationskörnern in der Zahl

Sieht man nun genauer zu, an welchen Stellen im Ring die Relationskörner in der am häufigsten angetroffenen Dreizahl liegen, so ergibt sich, daß je ein Korn an der Stelle sich findet, wo der Ring an den Meridian stößt, aus ihm hervorgeht, und ein Korn in der Mitte einer Bogenhälfte liegt. Bei vier oder mehr Körnern zeigen drei von ihnen die gleiche Anordnung, während die mehr vorhandenen auf den übrigen Ring sich verteilen. Die Relationskörner in der Zirkularfibrille zeigen oft oder meist ungleiche Größe, bis zu beträchtlichen Unterschieden. Alle im Ring liegenden

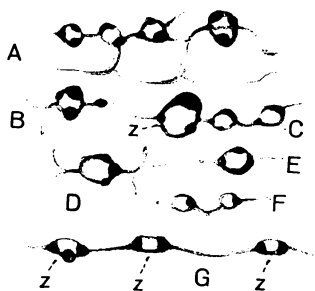


Fig. 5. Verschiedene Basalkornapparate von *Colpidium colpoda*. z = Zirkularfibrille. Bei G fehlt in den beiden rechts gelegenen Apparaten das dritte Korn, das im linken Apparat noch vorhanden ist. Es wurde als Basalkorn mit der Cilie abgeworfen.

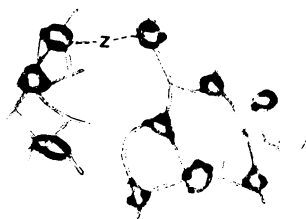


Fig. 6. Verschiedene Basalkornapparate des Cilienfeldes von *Podophrya*. z = Zirkularfibrille.



Fig. 7. Drei Basalkornapparate von *Chilodon cucullus*. z = Zirkularfibrille.

Relationskörner weisen in gleichem Maße und sehr starke Argentophilie auf; die Fibrillen sind etwas heller imprägniert, weil die argenthophile Substanz in ihnen nicht jene Dichte erreicht, die sie in den Relationskörnern besitzt.

Die vorgebrachten, den fertigen Basalkornapparat betreffenden Befunde zeigen also nicht die von CHATTON angegebene, auf infraciliarem Korn und Cilienkorn beruhende Dualität der „Blepharoplasten“, sondern in der überwiegenden Mehrheit eine Pluralität von Relationskörnern, die in oder innerhalb eines Ringes, der Zirkularfibrille, liegen. Wenn in relativ seltenen Fällen nach den gegebenen Beispielen nur ein Basalkorn mit nur einem Nebenkorn pro Ring auftritt, so liegt eine, allerdings in ganz anderem als CHATTON'schem Sinne gegebene Dualität vor. Was die erratischen Körner CHATTON'S (1931 b), also meine Basalkornrudimente (KLEIN, 1930 a) betrifft, so ist bei ihnen der geschilderte Grad der Differenzierung

mit Ringbildung und einer Mehrheit von Körnchen nicht festzustellen, sie machen vielmehr den Eindruck eines kleinen einheitlichen Kornes, die scheinen auf „Unität“ eingestellt zu sein.

Betrachtet man die von CHATTON (1931 e) auf S. 541 gegebene Fig. 7, *Glaucoma scintillans* betreffend, so hat man wohl den Eindruck, daß das dort als Cilienkorn bezeichnete Gebilde eher ein Ring als ein Korn ist. Erwähnenswert sind auch die Befunde v. GELET'S (1931 b, 1932), der bei *Paramaecium*, bei *Colpidium* und *Glaucoma* Ringbildungen im Basalkornapparat festgestellt hat.

Nun zum zweiten Punkt, der Entstehung der Relationskörner bzw. Blepharoblasten, von denen CHATTON angibt, daß sie nur durch Teilung auseinander hervorgehen können, wogegen meine Befunde für deren Neubildung aus den Fibrillen des Silberliniensystems sprechen.

Wenn die betreffenden Körner ausschließlich durch Teilung auseinander entstehen, müßten einwandfreie Teilungsstadien häufig anzutreffen sein, d. h. es müßten sich Bilder ergeben, die an dem Korngebilde fortschreitende Einschnürung bis zur Trennung in zwei gleiche Teile aufweisen. Nun habe ich solche Bilder, mit einer einzigen Ausnahme, nie gesehen. Diese Ausnahme wurde früher bereits geschildert (KLEIN, 1929 a, p. 199 f.) und betrifft die Protrichocystenkörner von *Colpoda*. Hier kann man den Eindruck gewinnen, daß Relationskörner, die allerdings nicht einem Basalkornapparat angehören, also keine „Blepharoblasten“ sind, sich teilen können, was bei der Plastizität und den organisierenden Potenzen des Silberliniensystems und seiner Teile nicht weiter verwunderlich wäre. Diese Potenzen gehen aber viel weiter als die Teilungen von Relationskörnern erforderten, sie reichen bis zur Neubildung, was früher schon durch entsprechende Befunde gezeigt worden ist (KLEIN, 1927—1932).

Da keine Teilungsbilder zu sehen sind, ist in der Beurteilung eng nebeneinanderliegender Relationskörner insofern Vorsicht geboten, als dieselben nicht als Teilprodukte anzusehen sind, sondern das eine dicht neben dem anderen entstanden ist, wofür auch ihre meist ungleiche Größe spricht.

Statt Bildern, die einen Körper, das Relationskorn, in diesem Falle den Blepharoblasten oder das Basalkorn, durch eine immer tiefergehende Zerschnürungsfurche als einwandfrei in Teilung begriffen darstellen und die mir, wie betont, nie untergekommen sind, sind andere Bilder, die eindeutig die Neubildung von Relationskörnern zeigen, auch von jenen, die den Blepharoblasten entsprechen,

sehr häufig. Bilder, die für Neubildung von Relationskörnern in Anspruch genommen werden können, müssen das betreffende Gebilde in allen Stadien seiner Entwicklung zeigen, das Relationskorn also, wie es aus seiner ersten, an die Silberlinie gebundenen, kaum wahrnehmbaren Anlage, die in ihrer Größe stetig zunimmt, schließlich zum fertigen Relationskorn wird.

Eine Reihe von Bildern mag nun die Neubildung dieser Gebilde zeigen und so die früher gegebenen diesbezüglichen Beispiele (KLEIN, 1927 bis 1932) entsprechend vermehren.

Für *Podophrya* gibt CHATTON (1929 a) an, daß sich das embryonale Cilienfeld des werdenden Schwärmers dadurch bildet, daß die erratischen infraciliaren Körner sich zu teilen beginnen, auf den Maschen des Silberliniengitters wandernd in die charakteristische Anordnung dieses Feldes treten und schließlich durch Bildung des Cilienkornes den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen, in dem eine tätige Cilie ausgebildet ist. Meine Befunde zeigen nun etwas anderes. Zwischen den bereits fertigen Basalkornapparaten, die vorhin des näheren geschildert wurden, bzw. zwischen zwei aufeinanderfolgenden Reihen derselben, sieht man kleine, einfache Körnchen in den Stoßpunkten der Maschenfibrillen auftreten, die vom Rand des Cilienfeldes gegen dessen Mitte zu stetig größer werden (Fig. 8).

Schließlich tritt neben diesen, schon ziemlich groß gewordenen Körnern die kleine Anlage eines zweiten Kornes auf, das nicht durch Teilung des ersten entsteht, denn es zeigt von Anfang an deutlich Distanz von ihm und könnte auch wegen seiner noch viel geringeren Größe nicht durch gleichhälftige Zerschnürung aus dem ersten Korn entstanden sein. Dieses zweit entstandene Korn wächst nun auch und bleibt mit dem ersten so in Verbindung, daß die Ränder beider Körner mit je einer Fibrille zusammenhängen, wodurch ein Fibrillen-

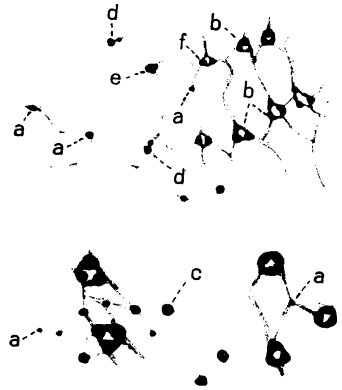


Fig. 8. Die Neubildung von Basalkornapparaten im Cilienfeld von *Podophrya*. b = fertige Basalkornapparate; a = erste Anlage des ersten Relationskornes eines werdenden Basalapparates; c = die Anlage, über alle Zwischenstufen der Größe, ziemlich gewachsen; d = neben dem ersten Korn ist ein zweites, noch sehr kleines entstanden; e = das zweite Korn ist bereits ziemlich gewachsen; f = die beiden Körner bereits gleich groß und die Zirkularfibrille deutlich; die Reihe geht dann weiter bis zum fertigen Basalkornapparat = b.

Ring entsteht, an dessen Polen die beiden Körner liegen (Fig. 8). An einer jener Stellen des Ringes, wo er mit anderen Silberlinien zusammenstößt, an einem Stoßpunkt also, bildet sich nun in der größten Mehrzahl der Fälle, wieder aus einer vorerst kaum wahrnehmbaren Anlage ein drittes Korn — nicht durch Teilung aus den beiden bereits vorhandenen, das ebenfalls stetig größer wird, so daß schließlich ein Basalkornapparat aus drei annähernd gleichgroßen Relationskörnern gebildet ist. In etlichen selteneren Fällen tritt außer dem dritten Korn noch ein viertes solches auf, das ebenfalls

zuerst in einer winzigen, von den bereits vorhandenen Körnern völlig unabhängigen Anlage in der Zirkularfibrille entsteht und solange wächst, bis es annähernd die Größe der übrigen, im Ring liegenden Relationskörner erreicht hat.

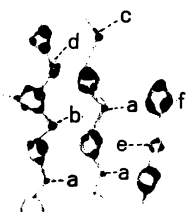


Fig. 9. Die Neubildung von Basalkornapparaten bei *Colpidium colpoda*, a = die erste Anlage des ersten Relationskornes des werdenden Basalkornapparates; b = größer geworden; c = ein zweites, noch kleines Körnchen entwickelt sich neben dem ersten; d = neben den beiden ersten, schon größer gewordenen Relationskörnern, die erste, noch winzige Anlage des dritten; e = der neu entstandene Basalkornapparat ist komplett, mit deutlicher Zirkularfibrille und steht nur noch in der Größe gegen die alten Basalkornapparate = f, zurück.

Colpidium colpoda zeigt ebenfalls sehr schön die Bildung von Basalkornapparaten de novo und in toto aus der Silberlinie (Fig. 9). Zwischen den wohlentwickelten Basalkornapparaten in den Meridianen erster Ordnung sieht man, daß die sie verbindende Silberlinie einen ausspringenden Winkel, einen „Sägezahn“ bildet, an dessen Scheitel ein winziges Körnchen entsteht (Fig. 9 a). Dieses wird größer (9 b) und schließlich entstehen neben ihm noch zwei weitere Körnchen (9 c), so in einer Dreiergruppe die Basis eines neu entstandenen Basalkornapparates darstellend (9 d). Diese drei Körnchen sind bereits durch eine Zirkularfibrille verbunden, die allerdings noch sehr eng ist, deren Lichtung sich aber mit dem weiteren Wachstum des von ihr umschlossenen Apparates bis zur vollen Ausbildung weitert. Diesem Entwicklungsvorgang entspricht es, daß bei

Colpidium colpoda verschieden große bzw. gleichgroße Basalkornapparate mit untereinander verschieden großen Relationskörnern angetroffen werden, die verschiedenen Entwicklungsstufen in ihrer Neubildung aus der Silberlinie entsprechen. Auch bei *Colpidium* finden sich außer den bei weiten häufigsten Dreiergruppen mehr oder weniger Körner pro Ring. Mehr Körner mögen einer

erhöhten Anzahl von Nebenkörnern bzw. Ersatzkörnern entsprechen, gehen aber nicht auf einen Teilungsvorgang zurück, da nie entsprechende Bilder vorliegen, sondern entstehen wie immer *de novo*. Eine Zweizahl von Relationskörnern pro Ring entspricht entweder dem vorhin erwähnten Fall, in dem ein Basalkorn mit nur einem Nebenkorn vorhanden ist, oder aber sie ist darauf zurückzuführen, daß ein Relationskorn, und zwar das Basalkorn, fehlt, was dann der Fall ist, wenn die Cilie mit dem Basalkorn abgeworfen worden ist (vgl. KLEIN, 1929 a Fig. 31 ebenda); die dort geschilderten Verhältnisse zeigen auch, daß eines der Körner im Ring mit der Cilie verbunden ist, daß über dieses Korn der Achsenfaden der Cilie entspringt. Daß die Basis der motorischen Komponente der Cilie vom Ring, von der Zirkularfibrille ihren Ursprung nimmt, wie dies von GELEI (1931 b, 1932) angibt, ist sehr wahrscheinlich.

Bei *Colpidium* läßt sich auch sehr gut die Genese der übrigen Relationskörner, der Protrichocystenkörner, aus der Silberlinie verfolgen. Auch sie entstehen aus einer winzigen ersten Anlage, einer Kumulierung von Substanz, die an Größe solange zunimmt, bis die für den betreffenden Fall gesetzte Norm erreicht ist. Teilungen sind nirgends zu sehen. In diesem Zusammenhang seien die Angaben CHATTON'S (1931 g) über die Trichocystogenese bei den *Foettingeriidae* erwähnt, denen zufolge die Trichocystenkörner durch Teilung aus den Blepharoblasten entstünden und zwar miteinander, aber nicht mit dem Silberliniensystem in Verbindung blieben, Bilder, die in keinem anderen Fall gelungener Präparate anzutreffen sind und wohl nur durch Teilimprägnierung und Veränderungen, die die betreffende Fixierungsmethode hervorruft, zurückzuführen sind.

Interessant ist nun bei *Colpidium*, daß auch in den Meridianen II. Ordnung, in denen keine Cilien sondern nur Protrichocysten sich finden, anläßlich der Neubildung von Protrichocystenkörnern, diese sich teilweise in jenen Ringgruppen vollzieht, die für Basalkornapparate charakteristisch sind (Fig. 10). Diese Ringgruppen funktionieren nie als Basalkornapparate von Cilien, außer in jener Zone nahe dem hinteren Pol, wo M II bevor sie mit M I zusammenfließen, vikariierend für diese letzteren eintreten, sondern gehen im Laufe ihrer weiteren Entwicklung als Protrichocystenkörner die verschie-

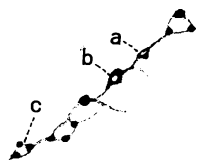


Fig. 10. Relationskorn-ringe in M II von *Colpidium colpoda*. a = jüngstes Stadium; b = älteres Stadium; c = noch weiter entwickelt. Zirkularfibrille überall deutlich.

densten Umgruppierungen ein (KLEIN, 1928). Dadurch, daß auch in M II Relationskörner in den für M I charakteristischen Ringgruppen entstehen können, kann vielleicht ein Hinweis darauf erblickt werden, daß die Protrichocystenkörner durch Funktionswechsel oder besser Relationswechsel ehemals aus Basalkörnern hervorgegangen sind, da sie ja bei ihrer Entstehung teilweise noch jene Formationen, die Ringgruppen, bilden, die für den Basalkornapparat tätiger Cilien charakteristisch ist. Protrichocysten in den erwähnten Ringgruppen treten auch bei *Glaucoma pyriformis* auf (Fig. 4 C, oben).

Bei *Colpidium colpoda* läßt sich, der bei dieser Art sich findenden besonderen Verhältnisse wegen, die Entstehungsgeschichte der Relationskörner fast an jedem Exemplar verfolgen. Im vorderen Viertel des Tieres, das sich vom apikalen Pol bis in jene Region erstreckt, wo die Meridiane II. Ordnung in diejenigen I. Ordnung einmünden, kann man sehen, daß diese Fusion nur in einer schmalen, etwas über dem Cytostom beginnenden, um den Körper laufenden Zone perfekt ist, über derselben aber die Trennung der beiden Meridianarten wieder angebahnt wird und zwar von ersten Andeutungen in der Gegend über dem Cytostom, bis zur völligen Durchführung auf der Dorsalen. Diese Trennungsphasen entsprechen in der Richtung vom Cytostom gegen die Dorsale den aufeinanderfolgenden Bildungsphasen der Meridiane II. Ordnung mit der Besonderheit, daß deren völlige Ausbildung nur auf der Dorsalen erfolgt, ventral und seitlich wegen der in dieser Zone vorhandenen Verjüngung des Tieres und der damit verbundenen Raumnot aber nicht zum Abschluß gelangen, sondern in ihrer Entwicklung stehen bleiben und zwar um so früher, je mehr sie gegen das Cytostom zu liegen. So entsteht eine stetige Reihe von Entwicklungsstadien der Meridiane II. Ordnung, die sehr deutlich die Entstehung der Relationskörner zeigt. Geht man nun diese Reihe aufeinanderfolgender Entwicklungsphasen in ansteigender Richtung durch, so ergeben sich, wenn die Verhältnisse der rechtslateralen Seite zugrunde gelegt werden, die folgenden Befunde (Fig. 11). Im ersten Meridan, der um das Cytostom läuft, zeigen sich über der vorerwähnten Fusionsstrecke, bis zur Brücke (KLEIN, 1928), entweder nur eine einfache Reihe gleichgroßer, in gleichen Abständen aufeinanderfolgender Relationskörner, oder aber es fällt schon hier auf, daß viel kleinere Körner auftreten, die in kurzen, von oder zwischen den anderen, großen Basalkornapparaten, abzweigenden Silberlinien liegen (Fig. 11 A). Im nächstfolgenden, zweiten Meridan finden sich schon regelmäßig neben den großen, diese kleinen Körner

und zwar treten sie vor allem zwischen den ersteren auf in den die großen Basalkornapparate verbindenden Silberlinien, die die bereits früher erwähnten ausspringenden Winkel, die „Sägezähne“, bilden (Fig. 11 B). In den darauf folgenden Meridianen nehmen diese kleinen Körner ständig an Größe zu und gleichzeitig wächst der „Sägezahn“ weiter (in der Richtung gegen die Ventrals [Fig. 11 C, D]), so daß schließlich zwei parallel zueinander verlaufende Reihen gleichgroßer Relationskörner bzw. Basalkornapparate vorhanden sind; der Meridian II. Ordnung hat sich aus dem Meridian I. Ordnung wieder differenziert und zwar nicht durch Teilung der „Blepharoblasten“, der Relationskörner, sondern dadurch, daß eine entsprechende Zahl derselben am geeigneten Ort aus den Silberlinien neu entstanden sind. Daß sie neu entstehen, zeigt ihre, ursprünglich gegen die bereits vorhandenen Relationskörner äußerst geringe Größe, die von Null ansteigend, stetig zunimmt, bis das normale Maß erreicht ist. Entstünden sie durch Teilung bereits vorhandener Relationskörner, so müßten die Verhältnisse ganz andere sein. Es müßten gleichgroße Teilprodukte, nicht aber ganz verschieden große Elemente auftreten. Es müßten sich von vornherein Bilder ergeben die der Fig. 11 D ähnlich sind, die sich aber nicht, wie dieses Bild, sekundär aus Neubildungsprodukten herleiten dürften. An jenen Stellen, wo in der betreffenden Zone die Ausbildung der Meridiane II. Ordnung weit fortgeschritten ist, zeigen diese Formationen die ganze, früher (KLEIN, 1928) geschilderte Bildsamkeit, wodurch das hier gegebene einfache Schema sich etwas kompliziert, nie aber aufgehoben wird.

Diese Verhältnisse zeigen, daß M II ursprünglich so entstanden ist, daß Relationskörner, die in den „Sägezähnen“ eines Meridians entstehen, schließlich nicht in die einfache Reihe dieses Meridians

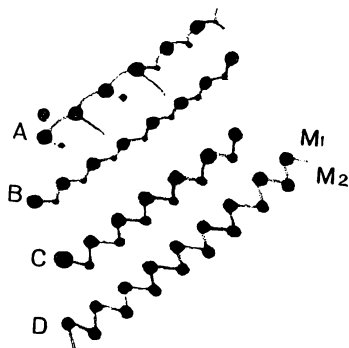


Fig. 11. Neubildung von Relationskörnern bzw. von M II aus M I bei *Colpidium colpoda*. A = An den vorhandenen Basalkornapparaten, die hier voll schwarz gezeichnet sind, bzw. in den Silberlinien zwischen ihnen, bilden sich kleine Relationskörner neu. B = die Neuanlagen regelmäßig in den „Sägezähnen“ der Silberlinie; C = Neuanlagen schon größer, „Sägezähne“ stärker ausspringend; D = Neuanlagen bereits von gleicher Größe wie der alte Bestand in M I und eine Reihe bildend außerhalb und parallel zu M I, die zu M II wird.

eintreten, sondern aus ihr immer weiter heraustreten, bis eine neue, parallel zu M I verlaufende neue Reihe von Relationskörnern, eben M II, gebildet ist. Mit dem Austreten aus M I ist ein Funktionswechsel verbunden, der mit dem Wiedereintritt in M I bei der Vereinigung beider Meridiantypen verschwindet, was nicht merkwürdig ist, da, wie früher gezeigt, die Relationskörner in M II noch so in Ringgruppen entstehen können (Fig. 10), als sollten Basalkornapparate tätiger Cilien aus ihnen hervorgehen.

In M II hat sich sozusagen aus M I eine vorwiegend regenerierende Komponente getrennt: die Protrichocysten sind viel häufiger zu regenerieren als die Cilien.

Aus diesen ganzen Verhältnissen wird es verständlich, daß M I für M II vikariierend eintreten kann, wie es tatsächlich an den Polen des Tieres und bei Teilungen vorkommt, wo aus den Meridianen des einen Typus ein solcher des anderen werden kann.

Der „Sägekontur“, den eine Fibrille zeigt, in der sich Relationskörner neu bilden, ist nicht auf *Colpidium* allein beschränkt, sondern tritt auch anderwärtig, z. B. bei *Chilodon uncinatus* auf, ein Beispiel, das, wie *Colpidium* zeigt, daß die in den „Sägezähnen“ neu entstandenen Relationskörner entweder in die Reihe der bereits vorhandenen eintreten oder sich von ihr abspalten können. Darüber gibt Fig. 12 mit ihrer ausführlichen Erläuterung Auskunft. Jener Fall, in dem sich eine Reihe neu entstandener Relationskörner aus der vorhandenen Reihe abspaltet, wird Veranlassung gegeben haben zu der CHATTON'schen Auffassung der auf Teilung zurückgeführten Bildung einer neuen Basalkornreihe durch sog. Delineation. Wenn die Relationskörner beider Reihen in einer gewissen Zone bereits gleiche Größe haben, kann leicht der Eindruck entstehen, als wären die beiden gleichgroßen Körner aus einem einzigen, durch gleichhälftige Teilung entstanden, was aber nicht der Fall ist, da bei *Chilodon uncinatus* echte Teilungsbilder, ebenso wie bei anderen Ciliaten, fehlen. Was bei dieser Art zur Annahme eines Cilienkornes geführt haben mag, sind bogenförmige Fibrillen, die oft die Relationskörner miteinander verbinden (Fig. 12 M). Mit Bezug auf eine frühere Äußerung ist noch zu erwähnen, daß sich auch bei *Chilodon uncinatus* die Basalkornapparate manchmal in Dreiergruppen auflösen lassen (Fig. 12 K, H).

Nun etwas über die Entstehung von Relationskörnern anlässlich der Neubildung des Cytostoms während der Teilung der Tiere. CHATTON (1931 e) gibt auch für diesen Fall an, daß die Initiative durch die sich teilenden Blepharoblasten ausgeht. Meine Befunde

Fig. 12. Basalkornapparate und deren Neubildung bei *Chilodon uncinatus*. Basalkornapparate, mit Ausnahme bei K und L, nicht weiter aufgelöst und voll schwarz gehalten. A = neben den vorhandenen, bilden sich die Anlagen neuer Relationskörner, die noch sehr klein sind; B = Anlagen größer geworden; C = Anlagen noch größer; D = Neuanlage von Relationskörnern in typischen „Sägezähnen“ der Silberlinie. Wenn diese Anlagen nach Erreichung ihrer normalen Größe in die Reihe der vorhanden gewesenen, alten Relationskörner, einrücken, so bleibt die Reihe einfach = E. Rücken die neuentstandenen Körner nicht in die ursprüngliche Reihe ein, sondern bilden sie unter Verlängerung der „Sägezähne“ eine zweite Reihe, so kommt es zur Spaltung der ersten einfachen Reihe in deren zwei = F und G; aus D kann sich auch die bei H wiedergegebene Gruppierung ergeben, wenn zwei, bzw. drei Körner näher zusammenrücken und Zweier- oder Dreiergruppen bilden; ausgesprochene Dreiergruppen, teilweise schon mit Zirkularfibrille gibt Figur K; in der dorsalen Basalkornreihe stellen sich die Basalkornapparate als durch eine Zirkularfibrille verbundene Zweiergruppe dar = L; oft sind die Basalkörner von einer ringförmigen Fibrille umzogen = M.

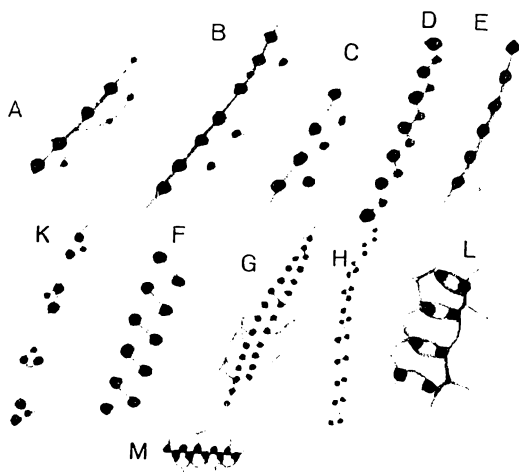
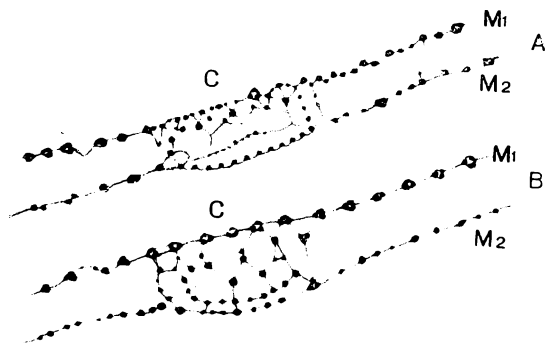


Fig. 13. Zwei frühe Stadien der Neuanlage des Cytostoms, anlässlich der Teilung des Tieres, bei *Colpidium campylum*. A = früheres; B = späteres Stadium. C = die Neubildungen im Gebiet des neu entstehenden Cytostoms. Zu beachten sind die vielen, verschieden großen Relationskornanlagen, die überall in den neu entstandenen Silberlinien zu finden sind. M₁ = Meridian I. Ordnung, von dem die Bildung ausgeht; M₂ = der zugehörige Meridian II. Ordnung.



hingegen zeigen, jetzt wie ehemals (KLEIN, 1927—1932), daß die Initiative vom Silberliniensystem ausgeht, das durch auswachsende Fibrillen die erste Anlage des neuen Cytostoms bildet. Sekundär erst entstehen in diesen Fibrillen Relationskörner und zwar de novo.

Von der ersten winzigen Anlage bis zum fertigen Basalkornapparat sind alle Übergänge zu sehen, von Teilungsbildern hingegen keine Spur. Fig. 13 gibt zwei der ersten Stadien der Bildung des Cytostoms von *Colpidium campylum*.

Zusammenfassung.

Die nicht zurückgebildeten Basalkornapparate der Ciliaten bestehen aus einem, an ihrem Platz ringförmig geöffneten Abschnitt der betreffenden Silberlinie, der Zirkularfibrille und aus etlichen, innerhalb oder direkt in dieser Fibrille liegenden Relationskörnern, deren Zahl in der überwiegenden Mehrheit der Fälle drei beträgt, die aber auch eins, zwei, vier oder fünf pro Cilie betragen kann. Pro Doppelpilie finden sich in der Regel fünf Körner. Die Zirkularfibrille ist mit der Silberlinie, aus der sie durch entsprechende Aufspaltung entsteht, in völliger Kontinuität.

Basalkornapparate, die keine Cilie mehr tragen, die in dieser Beziehung rudimentär geworden sind, differenzieren keine Zirkularfibrille und stellen sich nur als einfaches kleines Korn dar, entwickeln sich nicht über das Stadium der ersten Anlage hinaus.

Wie früher schon betont, entstehen die Basalkornapparate und alle anderen Relationskörner in der angegebenen Weise durch Neubildung in der Silberlinie. Auf Grund dieses genetischen Verhältnisses ist das Vorhandensein des Silberliniensystems für das Vorhandensein der Relationskörner bzw. Basalkornapparate eine unbedingte Notwendigkeit und deshalb sind Angaben, die das Silberliniensystem fehlen lassen oder die Relationskörner bzw. Basalkornapparate nicht in, sondern neben den Silberlinien finden, auf Fehl- oder Teilimprägnerungen zurückzuführen, die unter Umständen durch ungeeignete Methoden bedingt sind.

Wördern, im Mai 1932.

Literaturverzeichnis.

- CHATTON, E. (1924): Sur les Connexions flagellaires des éléments flagellés. Centrosomes et Mastigosomes. La cinétide, unité cinétoflagellaire. Cinétides simples et cinétides composées. Compt. rend. des séances de la Soc. de biol. T. 91 p. 577.
- CHATTON, E., LWOFF, A. u. M. u. TELLIER, L. (1929a): L'infra-ciliature et la continuité génétique des blepharoplastes chez l'acinétien *Podophrya fixa* (O. F. MÜLLER). Compt. rend. des séances de la Soc. de biol. T. 100 p. 1191.

- (CHATTON, E. u. LWOFF, A. u. M. (1929 b): Les infraciliatures et la continuité génétique des systèmes ciliaires récessifs. *Compt. rend. des séances de l'Acad. des Sc.* T. 188, p. 1190.
- CHATTON, E. u. LWOFF, A. (1930): Impregnation, par diffusion argentique, de l'Infraciliature des Ciliés marins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dissication. *Compt. rend. des séances de la Soc. de biol.* T. 104 p. 834.
- (CHATTON, E. (1931 a): Essai d'un schéma de l'énergide d'après une image objective et synthétique: le Dinoflagellé „Polykrikos Schwartzi“ BÜTSCHLI. *Arch. Zool. Ital., Padua* T. 16.
- CHATTON, E., LWOFF, A. u. M. u. MONOD, J. L. (1931 b): Sur la topographie, la structure et la continuité génétique du système ciliaire de l'Infusoire *Chilodon uncinatus*. *Bull. de la Soc. zool. de France* T. 56 p. 367.
- (CHATTON, E. u. LWOFF, A. u. M. (1931 c): L'infraciliature de l'Infusoire thigmotrische *Sphenophrya dosinia* CH. und Lw. Topographie, structure et développement. *Compt. rend. des séances de la Soc. de biol.* T. 107 p. 532.
- (1931 d): Sur la continuité génétique des systèmes ciliaires chez les Cilies Foettingeriids. *Ibid.* T. 107 p. 536.
- CHATTON, E., LWOFF, A. u. M. u. MONOD, J. L. (1931 e): La formation de l'ébranche buccale postérieure chez les Cilies en division et ses relations de continuité topographique et génétique avec la bouche antérieure. *Compt. rend. des séances de la Soc. de biol.* T. 108 p. 540.
- CHATTON, E. u. LWOFF, A. u. M. (1931 f): La dualité figurée et génétique des corps basaux des cils chez les Infusoires; granule infraciliaire et corpuscule ciliaire. *Compt. rend. des séances de la Soc. de biol.* T. 107 p. 560.
- (1931 g): L'origine infraciliaire et la genèse des trichocystes et des trichites chez les Cilies Foettingeriidae. *Compt. rend. des séances de l'Acad. des Sc.* T. 193 p. 670.
- V. GELEI, J. u. HORVATH, P. (1931 a): Eine nasse Silber- bzw. Goldmethode für die Herstellung der reizleitenden Elemente bei den Ciliaten. *Zeitschr. f. wiss. Mikr. u. f. mikr. Tech.* Bd. 48 p. 9—29.
- (1931 b): Die Bewegungs- und reizleitenden Elemente bei *Glaucoma* und *Colpidium*, bearbeitet mit der Sublimat-Silbermethode, *Arb. d. I. Abt. d. Ungar. Biol. Forsch.-Inst.* Bd. 4.
- V. GELEI, J. (1932): Die reizleitenden Elemente der Ciliaten in naß hergestellten Silber- bzw. Goldpräparaten. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 77 H. 1 p. 152—174.
- JACOBSON, J. (1931): Fibrilläre Differenzierungen bei Ciliaten. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 75 H. 1 p. 31—100.
- KLEIN, B. M. (1926 a): Über eine neue Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus*. *Zool. Anz.* Bd. 67 H. 5/6 p. 1—2.
- (1926 b): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 56 p. 243—279.
- (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. *Ibid.* Bd. 58 p. 55—142.
- (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. *Ibid.* Bd. 62 p. 177—260.
- (1929 a): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems der Ciliaten. *Ibid.* Bd. 65 p. 183—257.
- (1929 b): Infusorien Studien. 3. Die Formbildung bei den Infusorien. „Der Naturforscher“ Berlin 1928—1929 H. 11 p. 460—468.
- (1930 a): Das Silberliniensystem der Ciliaten Weitere Ergebnisse 4. *Arch. f. Protistenk.* Bd. 69 p. 235—326.
- (1930 b): Über das Silberliniensystem einiger Flagellaten. *Ibid.* Bd. 72 p. 404—419.
- (1931): Über die Zugehörigkeit gewisser Fibrillen bzw. Fibrillenkomplexe zum Silberliniensystem. *Ibid.* Bd. 74 p. 401—416.
- (1932): Das Ciliensystem in seiner Bedeutung für Lokomotion, Koordination und Formbildung, mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. *Ergeb. d. Biol.* Bd. 8 p. 75—179.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [79_1933](#)

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

Artikel/Article: [Silberliniensystem und Infraciliatur. 146-169](#)