

Mikrokosmos

Sonderabdruck aus
Heft 12 Dezember 1968

Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart

Schäden am Silberlinien-System der Wimpertiere

Das „neuroformative“ System reagiert empfindlich

Im Jahre 1952 erhielt der Wiener Mikroskopiker Bruno M. Klein den Ehrendoktor der Universität Wien. Die seltene Auszeichnung für außergewöhnliche wissenschaftliche Leistungen war hoch verdient: Klein hatte im Jahre 1926 bei Wimpertieren ein System von Fasern und Körnern entdeckt, das bis dahin nur unvollständig bekannt war. Er konnte dieses System mit Hilfe einer von ihm entwickelten Silberimprägnation nachweisen. In den folgenden Jahren und Jahrzehnten erforschte Klein das „Silberliniensystem“ bis in die feinsten Einzelheiten; vor allem gelang es ihm, Beziehungen dieses Systems einerseits zur Erregungsleitung, andererseits zur Formbildung wahrscheinlich zu machen. Er nannte es daher neuroformatives System. Klein hat über seine Forschungen in zahlreichen Veröffentlichungen, vor allem auch im Mikrokosmos, berichtet.

Die modernen elektronenmikroskopischen Untersuchungsverfahren konnten einen großen Teil der KLEINSCHEN Beobachtungen bestätigen. Dennoch ist die lichtmikroskopische Methode der Versilberung nicht überholt: Das Silberliniensystem reagiert äußerst empfindlich auf Umwelteinflüsse der verschiedensten Art, und die Veränderungen lassen sich durch Versilberung nachweisen. Darüber hinaus aber zerfällt

das System sehr leicht bei der üblichen Fixierung und Nachbehandlung. Die von KLEIN empfohlene „trockene“ Methode, bei der die chemische Fixierung durch eine Entquellung ersetzt wird, erhält in günstigen Fällen das Silberliniensystem vollständig, eignet sich aber nicht zur elektronenmikroskopischen Präparation.

Nach KLEIN liegen die Fibrillen des Silberliniensystems unter der Pellicula, dem feinen, ektoplasmatischen Häutchen, das die Zellkörper der Wimpertiere umschließt. Wie haben wir uns die Struktur dieser Pellicula nach modernen Untersuchungen, z. B. beim Pantoffeltier, vorzustellen?

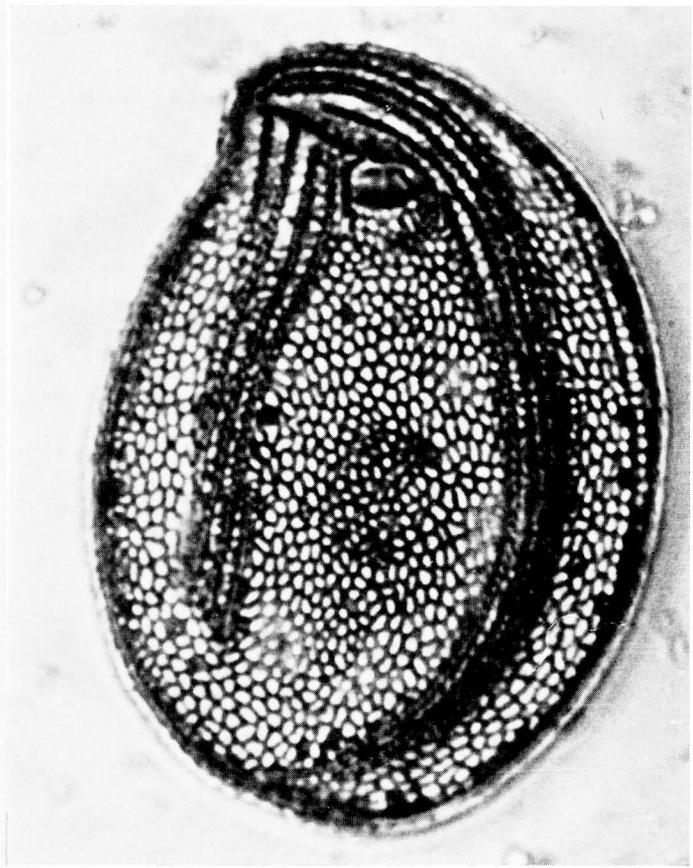
In regelmäßigen Längsreihen stehen die Wimpern, und jede Wimper sitzt in einem besonderen „Wimperfeld“: einem Grübchen, das von erhabenen Leisten in der Form eines Sechsecks begrenzt wird. An der Grenze zweier Wimperfelder ist eine Trichozyste¹ verankert. Jede Wimper entspringt unterhalb der Pellicula von einem sogenannten Basalkörper, und an diesem Basalkörper setzt außerdem eine nach vorne verlaufende Fibrille an, die Basalfibrille oder kinetodesmale Fibrille. Die Basal-

¹ Trichozysten: Stab- oder fadenförmige Gebilde unter der Zelloberfläche bei Wimpertieren. Sie sind in der Zellhülle verankert und „explodieren“ bei mechanischer, chemischer oder elektrischer Reizung. Dabei werden die Trichozysten ausgeschleudert und quellen auf etwa das Zehnfache ihrer ursprünglichen Länge. Die Trichozystenexplosion wird von den meisten Autoren als Schutzmechanismus aufgefaßt.

Bild 1: Ein Engmaschengitter (Silberliniensystem von *Paraholosticha herbicola*). Die Entquellungsschädigungen des Silberliniensystems liegen hier im normalen Variationsbereich. Von oben nach unten erkennt man einen fortschreitenden Zerfall des Systems. Die Innenräume der Maschen werden zum unteren Bildrand immer kleiner und sind schließlich von der beim Zerfall freiwerdenden argyrophilen Substanz völlig ausgefüllt. Vergrößerung 4500.



Bild 2: Weitmaschengitter (Silberliniensystem von *Chilodonella uncinata*). Ansicht von der Bauchseite. Das Silberliniensystem liegt im normalen Variationsbereich. Die stark angefärbten Basalkörper erscheinen als Reihen, die vom vorderen zum hinteren Pol ziehen. Eine schräggestellte Basalkörperreihe führt zu der gut sichtbaren ovalen Mundöffnung. Vergrößerung 2100.



fibrille verläuft unterhalb der Wimperreihe nach vorne und endet, spitz zulaufend, etwa unter dem viert- oder fünftnächsten Wimperfeld dieser Reihe. Die Fibrillen überdecken sich dabei, so daß insgesamt der Eindruck einer durchgehenden Längsfibrille entsteht. Unser Bild 11 zeigt diese Verhältnisse schematisch.

Nicht alle dieser Strukturen — Leisten, Basalkörper, Fibrillen — sind mit dem KLEINSchen Silberliniensystem identisch. Ähnliche Versilberungen sind in der Histologie bei der Untersuchung des Nervensystems üblich, aber auch bei der Untersuchung von Bindegewebsfasern: Aus Gründen, die noch nicht völlig durchschaubar sind, schlägt sich das Silber bevorzugt an faserigen Strukturen nieder.

Wie schon erwähnt, reagiert das Silberliniensystem außerordentlich empfindlich, und zwar sowohl auf „normale“ Umwelteinflüsse als auch auf Präparationsschäden. Bei der Originalmethode von KLEIN z. B. läßt man die Wimpertiere ohne sonstige Vorbehandlung eintrocknen. Dabei können, wenn die Entquellung nicht gleichmäßig genug vor sich geht, Schäden auftreten, die,

da sie noch am lebenden Tier gesetzt werden, als pathologisch zu bezeichnen sind. Zur Beurteilung des Silberliniensystems und seines physiologischen Zustandes ist es sehr wichtig, eventuell Präparationsschäden sicher erkennen zu können. Dieser Beitrag und vor allem die Mikrofotografien sollen dazu Hinweise geben.

Bei der von mir beschriebenen Modifikation der Originalmethode KLEINS (FOISSNER 1967, 1968) treten Veränderungen auf, wie sie auch KLEIN bei seiner Originalmethode beschrieben hat. Der Prozentsatz der durch die Entquellung geschädigten Tiere ist aber geringer, weil während der Entquellung zusätzlich ein kolloidales Medium (Eiweiß) zugesetzt wird.

Zunächst sei noch einmal die von mir angewandte Präparationsmethode angegeben:

Beliebige Infusorienkulturen werden auf einen mit Hühnereiweiß bestrichenen Objektträger ausgestrichen. Das Hühnereiweiß muß 15 bis 20 Stunden vor Gebrauch einem frischen Hühnerei entnommen und bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden sein. Sind die Tiere eingetrocknet, werden sie mit einer 1%igen Silbernitratlösung überschichtet, die drei Minuten einwirken soll. An-

schließlich wird mit destilliertem Wasser gut gespült und abermals getrocknet. Das vollständig trockene Präparat wird 30 bis 60 Sekunden lang in einem Abstand von 1 bis 3 cm über eine Glühbirne von 40 Watt gehalten. Darauf wird mit dem folgenden Reduziergemisch überschichtet: Feinkornentwickler A (20 g Borsäure, 20 g Borax, 10 g Hydrochinon, 200 g Natriumsulfit, 5 g Metol in der angegebenen Reihenfolge in zwei Liter warmem Wasser gelöst), Feinkornentwickler B (käuflicher Para 10, der unverdünnt verwendet wird), Natronlauge 10%ig. Lösung A, B und die Natronlauge werden folgendermaßen angesetzt:

A 20 ccm

B 1 ccm

10%ige Natronlauge 1 ccm

Je nach dem Mischungsverhältnis der Komponenten bekommt man stärker oder schwächer imprägnierte Präparate. Das Entwicklergemisch soll 30–60 Sekunden lang einwirken, dann kommt der Objektträger für 5 Minuten in ein normales saures Fixierbad (Kodak), wird kurz mit destilliertem Wasser abgespült und mit 70%igem, reinem Äthylalkohol überschichtet. Während 15 Minuten wird der Alkohol zweimal gewechselt. Anschließend wird das Präparat in senkrechter Stellung getrocknet. Einschluß in neutralem Kanadabalsam.

Bei der Methode, die ich 1967 im *MIKROKOSMOS* angegeben habe, wurden die Präparate noch mit destilliertem Wasser gespült. Heute empfehle ich Alkohol, da dadurch die manchmal ungünstige Quellung der Objekte bei der Wässerung vermieden wird.

Die „trockenen“ Methoden suchen das Plasma und ganz besonders das Silberliniensystem möglichst naturgetreu zu erhalten. Die „nassen“ Methoden dagegen, die mit herkömmlichen Fixierungsmitteln arbeiten, erhalten die Gestalt der Tiere sehr viel besser, zerstören aber das Silberliniensystem mindestens teilweise. Erfolgt, wie bei meiner Methode, die Entquellung unter Eiweiß, wird das Silberliniensystem noch besser erhalten. Um eine optimale Entquellung zu erreichen, müssen aber bestimmte Bedingungen erfüllt sein. So müssen Alter und Auftragsdicke des Eiweißes in günstigem Verhältnis zueinander stehen. Eine große Rolle spielen auch der physiologische Zustand des Tieres und die Elektrolytkonzentration der Umgebung.

Feinbau, Funktion und Zerfallstypen des Silberliniensystems

Daß das Silberliniensystem sogenannte morphogenetische, das heißt der Formbildung dienende Aufgaben hat, steht heute fast außer Zweifel. Dagegen konnte die Vermutung, es diene auch der Erregungsleitung, nicht sicher bewiesen werden.

Nach der lichtmikroskopischen Untersuchung von Silberpräparaten bei hoher Auflösung kann man zwei Typen von Silberliniensystemen unterscheiden: Die Gittersysteme und das Streifensystem.

Gittersysteme

Es gibt Eng- und Weitmaschengitter. Das Engmaschengitter ist die einfachste und wahrscheinlich auch ursprünglichste Form eines fibrillären Silberliniensystems. Das Weitmaschengitter leitet über zum Streifensystem, das nach KLEIN als am höchsten differenziert anzusehen ist.

Streifensystem

Viele Zwischenformen verbinden das Engmaschengitter und das Streifensystem. Die Zerfallsformen der beiden Typen sind etwas verschieden — ebenso wohl der Feinbau der Fibrillen.

Feinbau der Silberlinien

Schon KLEIN erkannte, daß sich die im Lichtmikroskop einfach erscheinende Silberlinie aus mehreren einzelnen Fibrillen zusammensetzt. Bei der Streifensystemfibrille kann man außerdem noch eine fibrilläre und eine plasmatische Komponente unterscheiden (KLEIN 1932, METZ

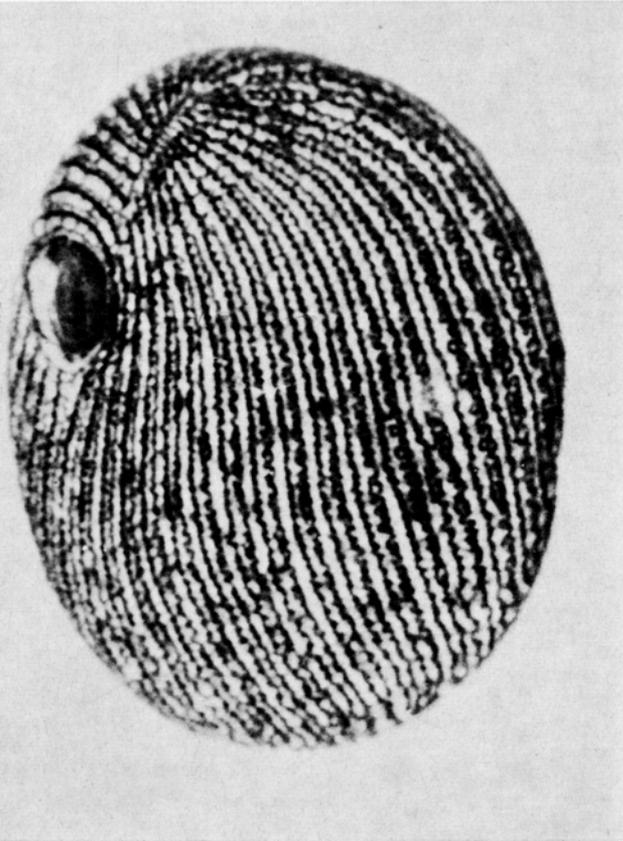


Bild 3: Streifensystem (Silberliniensystem von *Glaucoma scintillans*). Ansicht von der Bauchseite. Das Silberliniensystem befindet sich im normalen Variationsbereich der Form und Strukturhaltung. Zellmund im oberen Drittel des Bildes links. Vergrößerung 1800.

Bild 4: Streifensystem (Silberliniensystem von *Glaucoma scintillans*). Rückenansicht eines sich teilenden Tieres. Auch hier liegt das Silberliniensystem im normalen Variationsbereich. Gerade bei der Teilung zeigt sich der Zusammenhang zwischen Silberliniensystem und Formbildung. Das Silberliniensystem leitet die Teilung mit der Bildung eines neuen Zellmundes ein und verdoppelt sich dabei selbst. Vergrößerung 1800.

1963). Vielleicht dient die fibrilläre Komponente der plasmatischen als Stütze. Bei Engmaschengittern, bei denen die Fibrillen nur kurze Strecken (etwa bis 1 μm) zu überbrücken haben, konnte weder der subfibrilläre Feinbau noch die fibrilläre Komponente der Einzelfibrillen nachgewiesen werden. Hier scheinen also die Silberlinien nur aus der plasmatischen Komponente zu bestehen. Bei der Streifensystemfibrille dagegen konnte das Elektronenmikroskop den subfibrillären Feinbau und die fibrilläre Komponente wahrscheinlich machen. Hier erscheint die fibrilläre Komponente als ein spiralförmiger Faden, der sich durch die plasmatische Komponente zieht und so die Silberlinie formt. Wie oben schon angedeutet, zieht sich die verjüngende Fibrille vom Basalkörper aus nach vorne in Richtung der Cilienreihe und legt sich an Nachbarfibrillen gleicher Art an. Im Ganzen ist der Feinbau der Silberlinie elektronenmikroskopisch ungeklärt. Da bei Engmaschengittern wahrscheinlich die fibrilläre Komponente fehlt, sind sie gegen äußere Einwirkungen sehr labil und daher auch schlecht zu präparieren.

Die Präparationsschäden können die Form der Fibrille verändern, es gibt aber auch Präparationsschäden, die ohne Formveränderungen erfolgen.

Wir unterscheiden im wesentlichen den Zerfall nach dem Dispersionstyp und nach dem Frakturtyp. Engmaschengitter zerfallen nur nach dem Dispersionstyp, Weitmaschengitter und Streifensysteme nach dem Dispersionstyp und dem Frakturtyp.

Zerfall nach dem Dispersionstyp

Engmaschengitter: Bei ungeschädigten Präparaten zeigen sich die Fibrillen als scharf konturierte Linien, die ohne Unterbrechung bis zur Verbindung mit den Nachbarfibrillen weiterlaufen. Das Silberliniensystem umschließt das Tier als vollständiges Netz. Bei geringen Zerfallsgraden verbreitert sich der Umfang der Fibrillen etwas, der Innenraum der Maschen wird kleiner. Manchmal erkennt man eine ganz feine Körnung, die vielleicht vom Zerfall der Fibrillen herrührt. Bei starkem Zerfall wird der Innenraum der Maschen kleiner und schließlich ganz ausgefüllt.

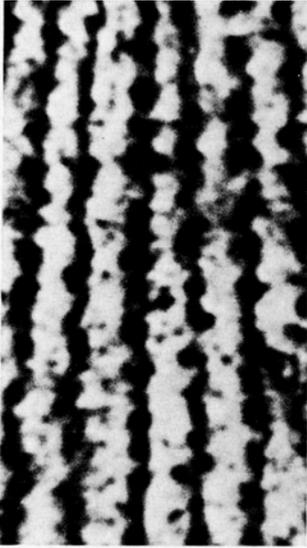
Der Zerfall ist nicht überall gleichmäßig. Er kann in eng benachbarten Arealen der



Zelle ganz verschieden sein. Die Ursache: Die Entquellung erfolgt nicht überall im gleichen Augenblick. Unterschiede von Sekundenbruchteilen genügen bei einem so reaktionsfreudigen Gebilde, um solche Verschiedenheiten hervorzurufen.

Der Zerfall eines Engmaschengitters nach dem Dispersionstyp erscheint als ein kontinuierlich fortschreitender Prozeß, der mit der Auflösung der Fibrillen verbunden ist. Die Fibrillensubstanz verteilt sich gleichförmig im Ektoplasma. Ein Zerfall eines Engmaschengitters nach dem Frakturtyp wurde bis jetzt noch nie beobachtet.

Weitmaschengitter und Streifensystem: Hier erscheint der Zerfall wesentlich komplizierter als beim Engmaschengitter. Diese Systeme zerfallen nicht direkt nach dem Dispersionstyp, sondern bilden eine Zwischenstufe aus, die dann erst nach dem Dispersionstyp zerfällt. Diese Zwischenstufe ist ein Engmaschengitter. Bei der „Aktivierung“ eines Weitmaschengitters oder Streifensystems sprießen aus den ursprünglichen Fibrillen viele kleine, zarte, oft nur schwach anfärbbare, meist schon wieder im Zerfall begriffene Fibrillen her-



vor und bauen so ein schlecht ausgeprägtes Engmaschengitter auf. Schon während es ausgebildet wird, zerfällt dieses Engmaschengitter nach dem oben beschriebenen Dispersionstyp.

Solchen Engmaschengittern, die aus Weitmaschengittern und Streifensystemen hervorgehen, fehlt wahrscheinlich die Zeit zur vollständigen Ausbildung. Sie sind daher fast immer schlecht ausgeprägt. Da in diesen Fällen das Engmaschengitter als Reaktion auf die Entquellung gebildet wird, das Tier aber meist schon vor der vollständigen Ausbildung des Engmaschengitters entquillt, verwundert die schlechte Strukturhaltung weiter nicht.

Es ist interessant, daß Weitmaschengitter und Streifensysteme auch bei ganz geringfügigen, die Zelle nicht verletzenden experimentellen Reizungen und Schädigungen ein Engmaschengitter ausbilden. Überhaupt haben alle Umformungen und Regenerationen als Grundlage ein Engmaschengitter. Hört die Reizung auf, wird das Engmaschengitter sofort wieder zum normalen System zurückgebildet. Tiere mit wirklichen Verletzungen dagegen tragen das Engmaschengitter wesentlich länger. Man könnte daraus schließen, daß die Aktivierung eines Engmaschengitters folgenden Zwecken dienen kann:

1. das Engmaschengitter steht im Dienste der Regeneration und sonstiger Umbildungen;

Bild 6: Streifensystem (Silberliniensystem von *Glaucoma scintillans*). Teilansicht aus der Rückenseite. Starker Zerfall nach dem Dispersionstyp. Im Vergleich mit Bild 5 hat sich die Zahl der Fibrillen stark vermehrt und das Engmaschengitter ist teilweise recht gut ausgebildet. Vergrößerung 3600.

Bild 5: Streifensystem (Silberliniensystem von *Glaucoma scintillans*). Teilansicht aus der Bauchseite. Das Silberliniensystem beginnt hier nach dem Dispersionstyp zu zerfallen. Zuerst sprießen aus den Stammfibrillen wenige, später sehr viele, nur schwach anfärbbare Fibrillen aus, die dann ein schlecht ausgeprägtes Engmaschengitter bilden. Diese Fibrillen zerfallen sehr rasch wieder. Erst bei starken Vergrößerungen fallen so geringfügige Dissoziationsgrade auf. Vergrößerung 4500.

2. das Engmaschengitter stellt eine Art Schutzreflex dar, wofür die Tatsache spricht, daß das Gitter auf jeden stärkeren oder ungewohnten Reiz hin ausgebildet wird. Bildung und Rückbildung vollziehen sich innerhalb von drei bis vier Sekunden. Auch KLEIN beschrieb schon ähnliche „Blitzreaktionen“.

Zerfall nach dem Frakturtyp

Das Erscheinungsbild ist ähnlich wie beim Zerfall eines Engmaschengitters nach dem Dispersionstyp, doch ist der Zerfall grobkörnig und fast immer sind die Fibrillen zerbrochen. Die ausgebrochenen Stücke liegen meist in der Nähe der Fibrille und oft sammelt sich um sie herum die freierwerdende „argyrophile“ Substanz (das ist eine chemisch nicht näher definierte Substanz, die sich mit Silbersalzen schwärzt). Die Körner sind so groß, daß man sie schon mit mittlerer Vergrößerung erkennen kann. Wenn mehrere solcher Körner (Tröpfchen) zusammenfließen, sehen sie oft schollenartig aus.

Auch elektronenmikroskopisch findet man häufig Zerfallerscheinungen nach dem Frakturtyp, wie zum Beispiel Zerbrechen der Fibrillen oder körnigen Zerfall der Basalkörper (METZ 1963).





Bild 7: Weitmaschengittersystem (Silberliniensystem von *Euplotes*). Rückenansicht, Tier teilt sich gerade. Die sogenannten Meridiane erster Ordnung zeigen regelmäßig angeordnete Basalkörper, die zum Teil schon verdoppelt sind. Vergrößerung 1500.

Bild 8: Weitmaschengittersystem (Silberliniensystem von *Euplotes*). Ansicht von der Bauchseite, Tier ungefähr im selben Teilungsstadium wie auf Bild 7. Rechts im Bild der schon verdoppelte Zellmund. Die großen, dunklen Punkte kennzeichnen den Sitz der Cirren (starre, verklebte Wimperbüschel), die ebenfalls schon verdoppelt sind. Vergrößerung 1500.

Häufig zerfällt auch ein System zugleich nach dem Dispersions- und nach dem Frakturtyp, oder es zerfallen bestimmte Bezirke nach dem einen, andere nach dem anderen Typ.

Literaturhinweise:

1. BRESSLAU (1921): Neue Versuche und Beobachtungen über die Hüllenbildung und Hüllensubstanz der Infusorien. *Deutsch.-Zool. Gesellsch. E. V. Bd. 29*, 91—94.
2. DUMONT, J. N. (1961): Observations on the Fine Structure of the Ciliate *Dileptus anser*. *J. Protozool.* 8 (4), 1961, 392—402.
3. FOISSNER, W. (1967): Wimpertiere im Silberpräparat. *MIKROKOSMOS* 4, 122—126.
4. FOISSNER, W. (1968): Die Ausstoßung und Regeneration der Schleuderorganellen bei Ciliaten, beobachtet am Silberlinien- oder Neuroformativen System. *Mitteilungsblatt der Mikrophischen Gesellschaft Wien. H. 3*, 30—40.
5. GELEI, J. v. (1939): Das äußere Stützgerüstsystem des Parameciumkörpers. *Arch. f. Protistenk. Bd. 92*.
6. KLEIN, B. M. (1932): Das Ciliensystem in seiner Bedeutung für Lokomotion, Koordination und Formbildung mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. *Erg. d. Biologie* 8, 75 bis 171.
7. KLEIN, B. M. (1933): Silberliniensystem und Infraciliatur. *Arch. f. Protistenk.* 79, 145—170.
8. KLEIN, B. M. (1934): Strukturelle und formative Reaktionen des Silberliniensystems. *Annales de Protistologie* 4, 55—68.
9. KLEIN, B. M. (1934—35): Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten, I. u. II. *Bollettino del Laboratorio di Zoologia Agraria e Bachioltura del R. Istituto Superiore Agrario di Milano IV u. V*, 1—36, 1—46.

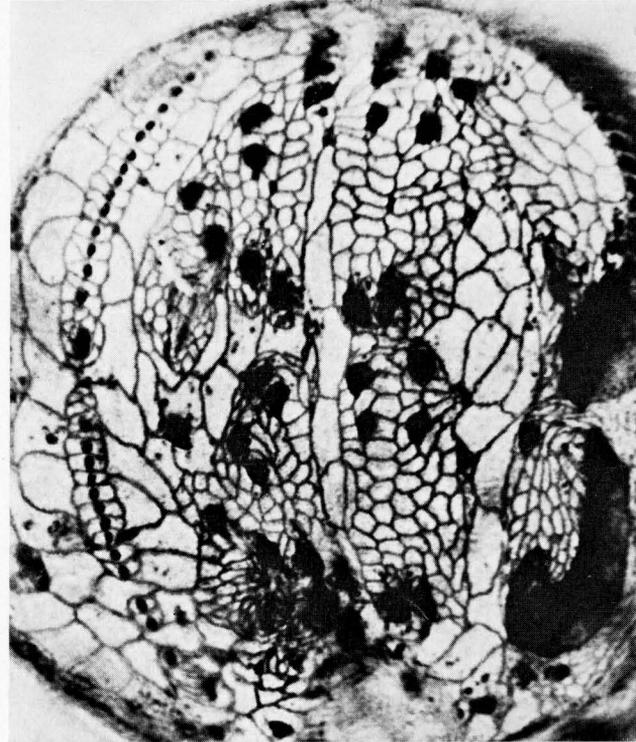




Bild 9: Weitmaschengitter (Silberliniensystem von *Euplotes*). Teilstück aus der Rückenseite. Beginnender Zerfall des Systems nach dem Frakturtyp. Zwischen den Maschen liegen Fibrillstückchen und Körner aus argyrophiler Substanz. Vergrößerung 1700.

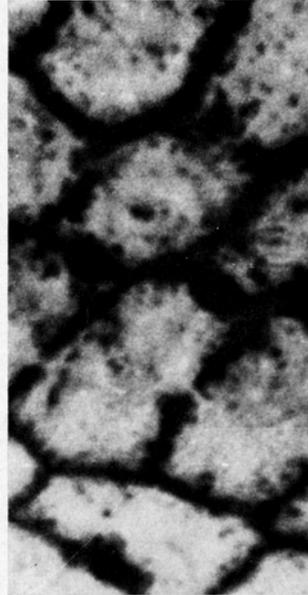


Bild 10: Weitmaschengitter (Silberliniensystem von *Euplotes*). Teilstück aus der Bauchseite. Mittelschwerer Zerfall nach dem Frakturtyp. Zerbrochene Fibrillen sind deutlich erkennbar. In den Maschen liegen Brustücke von Fibrillen und kleinere Körner argyrophiler Substanz.

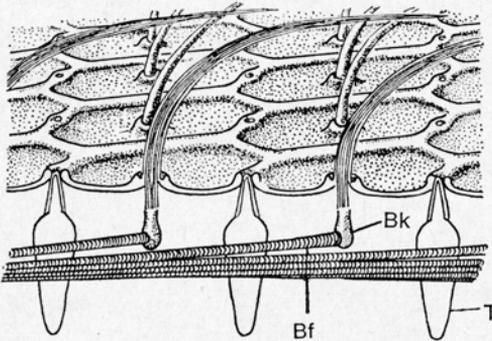


Bild 11: Feinbau der Pellicula des Pantoffeltierchens. Bf Basalfibrille, Bk Basalkörper, T Trichocyste. AUS MATTHES-WENZEL NACH GRELL.

10. KLEIN, B. M. (1937): Regionäre Reaktionen im Silberlinien- oder Neuroformativen System der Ciliaten. Arch. f. Protistenk. 88, 192—210.
11. KLEIN, B. M. (1937 b): Eine einfache Methodik, Schädlichkeiten bzw. Farbstoffe auf lebende Einzeller, insbesondere Ciliaten, einwirken zu lassen. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 54, 33—50.
12. KLEIN, B. M. (1938): Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ziliaten. MIKROKOSMOS 5, 76—81.
13. KLEIN, B. M. (1939): Silberliniensystem und Cytopygentätigkeit. Arch. f. Protistenk. 92, 401—407.
14. KLEIN, B. M. (1940): Verschiedenartige Entformungen entquellender Ciliaten. Cytologia 10, 423—433.
15. KLEIN, B. M. (1941 a): Reaktionen des neuroformativen Systems bei Beute-Infusorien im

- Leibesinnern eines Raub-Infusors. Annalen d. Naturhist. Museums Wien 52, 54—65.
16. KLEIN, (1942): Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ciliaten. Annalen d. Naturhist. Museums Wien 53, 156—336.
17. KLEIN, B. M. (1943): Eigenartige Zwischengebilde in Zelle und Organismus. MIKROKOSMOS 8.
18. KLEIN, B. M. (1956): Form und Formveränderung bei ciliaten Infusorien. MIKROKOSMOS 9, 203—207.
19. KLEIN, B. M. (1957): Silbermethode „trocken“ und „naß“ und die subpellikularen Strukturen von Wimpertieren. MIKROKOSMOS 8, 241 bis 244.
20. KLEIN, B. M. (1958): The „Dry“ Silver Method and Its Proper Use. J. Protozool. 5 (2), 99 bis 103.
21. KLEIN, B. M. (1965): Vom Silberliniensystem der Wimpertiere. Das Silberliniensystem als „taxonomische Norm“. MIKROKOSMOS 4, 101—105.
22. METZ, C. B., D. R. PITELKA, J. A. WESTFALL (1963): The Fibrillar System of Ciliates as Revealed by the Electron Microscope I. Paramecium. Biological Bulletin 104, 3, 408—425.
23. MATTHES, D., F. WENZEL (1966): Einführung in die Kleinlebewelt: Wimpertiere (Ciliaten), Kosmos-Verlag.
24. MAYER, M.: Kultur und Präparation der Protozoen. Kosmos-Verlag (1966).
25. PITELKA, D. R. (1961): Fine Structure of the Silverline and Fibrillarsystem of Three Tetrahymenid Ciliates. J. Protozool. 8 (1), 75—89.
26. PITELKA, D. R. (1965): New Observations on Cortical Ultrastructure in Paramecium. J. d. Microscopie 4, 3, 373—394.

Die naturkundliche Station der Stadt Linz hat mich bei meinen Untersuchungen, vor allem bei der Herstellung der Mikroaufnahmen, dankenswert unterstützt.

Verfasser: Wilhelm Foissner, Frensdorf 23, Österreich, 4231