

TAVOLA III

(l'ingrandimento dell'uovo è di 100 diametri)

- Fig. 26. — Uovo a 120 ore dalla deposizione.  
Fig. 27. — Uovo a 132 ore dalla deposizione.  
Fig. 28. — Uovo a 144 ore dalla deposizione.  
Fig. 29. — Uovo a 156 ore dalla deposizione.  
Fig. 30. — Uovo a 168 ore dalla deposizione.  
Fig. 31. — Uovo a 180 ore dalla deposizione.  
Fig. 32. — Uovo a 192 ore dalla deposizione.  
Fig. 33. — Uovo a 204 ore dalla deposizione.  
Fig. 34. — Uovo a 216 ore dalla deposizione.  
Fig. 35. — Uovo a 228 ore dalla deposizione.  
Fig. 36. — Larveta nell'atto di uscire dall'uovo.

VON BRUNO M. KLEIN

## Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten, I.

### I. — EINLEITUNG.

Schon in den ersten dem Studium des Silberliniensystems gewidmeten Jahren musste es mir auffallen, dass dieses System auf verschiedene Einwirkungen hin mit Veränderungen seiner Form, oder seiner Struktur, oder beider, antwortet, wodurch es nach den betreffenden Richtungen hin beim Individuum innerhalb gewisser Grenzen veränderlich erscheint.

Wenn es z. B. auf verschiedene äussere, vor allem schädliche Einwirkungen zum Verbrauch gewisser, im Silberliniensystem fundierter bzw. an dasselbe angeschlossener Gebilde, wie Cilien, Trichocysten, oder im allgemeinen, sämtlicher ektoplasmatischer Gebilde, kommt, treten als Folge die früher von mir (Klein, 1927, 1928, 1931, 1932, 1933) beschriebenen, Formveränderungen des Systems bedingenden Um- bzw. Neubildungen an den betreffenden Fibrillenkomplexen auf, die schliesslich zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes führen, den Verlust gutmachen.

Nicht immer sind es unmittelbare äussere Einflüsse, die der Anstoss zu solchen Abläufen sind. Es können vielmehr solche Einflüsse mittelbar, über durch sie geschaffene innere Zustände, im Silberliniensystem reichlich formative Prozesse hervorruhen, die dann zur Teilung, d. i. Reproduktion, bzw. Konjugation der Tiere führen (Klein, 1927, 1928, 1932, 1933).

Aber nicht nur Aenderungen des Formzustandes sind es, die am Silberliniensystem ablaufen. Auch die Struktur kann durch äussere Einflüsse verändert bzw. zerstört werden, wie dies jene Fälle zeigen, wo z. B. während der, für die verwendete Darstellungsmethode notwendigen Entquellung (Klein, 1928) der Tiere, schädigende Faktoren wirksam werden und leichtere oder schwerere Dissoziationserscheinungen zeitigen.

Da so festgestellt war, dass das Silberliniensystem auf verschiedene Einflüsse mit formativen und strukturellen Veränderungen reagiert, erschien es mir der Mühe wert, die ganze Breite dieser Reaktionsmöglichkeit festzustellen und zwar in erster Linie schädlichen Einflüssen gegenüber. Schädlichen Einflüssen vor allem deshalb, da ja die günstigsten Bedingungen, unter denen die Tiere normalerweise leben, experimentell nur schwer zu steigern sind, hingegen Schädlichkeiten an die Tiere in reichster Abwechslung experimentell leicht heranzubringen sind.

Die Reihe von Schädlichkeiten, denen man irgendwelche Lebewesen aussetzen kann, ist, besonders wenn berücksichtigt wird, dass nicht nur bestimmte Qualitäten, sondern auch erhöhte Intensität bzw. Konzentration sonst harmloser Einwirkungen als Schädlichkeit wirksam wird, praktisch unbegrenzt. Statt aus dieser Reihe willkürlich etliche Glieder herauszugreifen, wählte ich diese nach folgenden Gesichtspunkten: es sollten in chemischer Hinsicht die Kategorien Salz, Säure, Base, in physikalischer Hinsicht thermische und Strahlungs-Energie und schliesslich nach der medizinisch-pharmazeutischen Seite hin verschiedene organische und anorganische Substanzen bzw. Gifte, deren spezifische Wirkung auf höhere Organismen mehr oder weniger bekannt ist, vertreten sein.

## 2. — METHODE UND MATERIAL.

Bevor ich daran ging, Versuche darüber anzustellen, wie verschiedene Schädlichkeiten auf das Silberliniensystem einwirken, d. h. welche wahrnehmbare Veränderungen sie an ihm eventuell hervorzubringen vermögen, erschien es mir schwierig, zu diesem Behufe eine geeignete, Material und Zeit sparende Methode zu wählen, die es gestattet, grössere Versuchsreihen in absehbarer Zeit durchzuführen. Mit Material sollte die Methode sparen, damit nicht ungezählte Kulturen gehalten werden müssen, vielmehr mit wenigen solchen das Auslangen gefunden wird, zeitraubend sollte sie nicht sein, damit die gewonnene Zeit besser und nützlicher für die eigentliche Unter-

suchung verwendbar wird. Denn die Untersuchung beginnt nicht erst nach der Versilberung, sondern schon zu Lebzeiten der Tiere und muss in nicht zu langen Intervallen wiederholt werden, um aus dem Verhalten der Tiere, aus einsetzenden Bewegungs- bzw. Koordinationsstörungen und anderen, durch die einwirkende Schädlichkeit hervorgerufenen Anomalien, die entsprechende Ergänzung der später sich ergebenden Silberbilder zu haben. Aus dieser Notwendigkeit ergibt sich, dass die betreffende Methode darauf Rücksicht zu nehmen hat, die Versuchstiere jederzeit mikroskopisch untersuchen zu können und zwar so, dass die ein- und erstmalig pro Versuch untersuchten Individuen durch alle übrigen, während der Versuchsdauer notwendigen Untersuchungen die gleichen bleiben.

Dies aus dem einfachen Grund, damit das Endergebnis mit unbedingter Sicherheit auf die ursprünglich festgestellten Tiere bezogen werden kann, auch dann, wenn durch Schädigungen die Artmerkmale, oder noch mehr, verschwände. Aber noch ein weiterer Grund fordert diese Bedingung: schon seinerzeit, an den ersten Silberpräparaten merkte ich, dass die einzelnen Individuen hinsichtlich ihres Silberliniensystems auf jene Schädlichkeiten, die ungewollt bei der Entquellung eventuell auftreten, verschieden reagieren, d. h. von ihnen in Mitleidenschaft gezogen werden oder ihnen standhalten. Im ersten Fall erfolgten die betreffenden Veränderungen weder gleichzeitig noch quantitativ gleichmässig, so dass im selben Präparat neben tadellos erhaltenen Silberliniensystemen, solche vorkommen, die mehr oder weniger geschädigt bzw. ganz zerstört sind. Würden nun unter solchen Umständen, bei speziell Schädigungen registrierenden Versuchen, nicht während der ganzen Versuchsdauer dieselben Individuen übersichtlich vorliegen, so wären zwar ebenfalls verschiedene Phasen einer gewissen Veränderung zu konstatieren, aber diese Phasen müssten schliesslich nicht demselben Vorgang angehören, sie könnten vielmehr konvergente Stationen verschiedener Vorgänge sein, wenn das Beobachtungsmaterial nicht während der ganzen Versuchszeit identisch ist. Die Methode muss also auch die Bedingung erfüllen, kontinuierlich an identischem Material ihre Resultate zu ergeben. Diese und die anderen, von der betreffenden Methode zu erfüllenden Bedingungen, schalten eine ganze Reihe von Ar-

beitsmöglichkeiten aus, so diejenigen mit Tiermassen, Kulturgefäss und Zentrifuge und weisen den Weg nach der Beobachtung im kleinsten möglichen Lebensraum, im Tropfen auf dem Objektträger. Hier ist eine bestimmte, von vornherein leicht zu dosierende Anzahl von immer denselben Individuen, die jederzeit mikroskopisch leicht untersucht werden können und überdies am Ende des Versuches ohne weiters und ohne Verlust am gleichen Objektträger entquollen und versilbert werden können. In diesen so einfachen Präparaten lassen sich die Tiere viele Tage unverändert am Leben erhalten, wenn die Verdunstung des Wassertröpfchens verhindert wird und Nahrung (Bakterien, bzw. kleinere Infusorien) vorhanden ist. Das Eintrocknen der Präparate wird durch eine geeignete feuchte Kammer vermieden. Diese wurde für eine grössere Anzahl von Objektträgern einfach so hergestellt, dass eine grosse (13 × 18, 18 × 24) gläserne Photoschale mit abgeschliffenem Rand auf mehrere Bogen nassen Filtrierpapier, das auf einer Glasplatte lag, gestülpt wurde. Hierbei wurde der Ausgusschnabel der Schale mit feuchter Watte verlegt. Auf dem Filtrierpapier zeichnete ich, solange es noch trocken war, mit weichem Bleistift einen der Zahl der aufzulegenden Objektträger entsprechenden Raster und nummerierte jedes seiner Felder fortlaufend, damit nachher jeder beschickte Objektträger im Versuchsprotokoll unverwechselbar unter seiner bestimmten Zahl erscheine. Bevor ein Objektträger zur Entquellung bzw. Versilberung aus der feuchten Kammer weggenommen wurde, erhielt er unmittelbar die ihm zukommende Nummer mittels Fettstift, Diamant oder Etiquette.

Die so im Tropfen am Objektträger befindlichen Tiere können nun in der leichtesten Weise beliebigen, genau dosierten Schädlichkeiten ausgesetzt werden: thermischen, strahlungsenergetischen und chemischen. Es kann in jedem Falle die tödliche Dosis festgestellt werden, weiters, durch sukzessive Verminderung dieser, die verschiedenen Schädlichkeitsgrade und schliesslich auch die nicht mehr wirksame Dosis.

Zu jedem Versuch wurde ein, die ganze Versuchsdauer über gehaltenes Kontrollpräparat angelegt, das Tiere der gleichen Kultur enthielt, die aber keinerlei Schädlichkeit ausgesetzt waren.

Sämtliche Versuche mit chemischen Schädlichkeiten wurden bei gleicher Temperatur (17°C) in einem dunklen Raum vorgenommen.

Die Daten der Lebendbeobachtung und die Ergebnisse nach der Versilberung wurden in einem Versuchsprotokoll festgehalten, das auch über die in jedem Tropfen vorhandenen Arten, ihr zahlenmässiges Verhältnis zueinander, über Art, Dauer und Stärke bzw. Konzentration der betreffenden Schädlichkeit Auskunft gibt. Im ganzen wurden 749 Versuche mit 12 Arten (1) und 24 Schädlichkeiten in 94 Versuchsreihen durchgeführt. Die wichtigsten Versuchsergebnisse sind im folgenden hier als Auszug aus dem Versuchsprotokoll wiedergegeben.

Nun noch etliches über die Entquellungs-Versilberungsmethode (Klein, 1926, 1928), die auch bei diesen Versuchen ausschliesslich zur Darstellung des Silberliniensystems verwendet wurde. Alle die anderen Methoden, die nach meinen ersten diesbezüglichen Veröffentlichungen von verschiedener Seite (Gelei, 1926/27, 1931a, 1932, Chatton, 1930) ebenfalls zur Darstellung des Silberliniensystems angegeben worden sind und die sich wesentlich von meiner Methode dadurch unterscheiden, dass sie statt der Entquellung, Fixierung, also Fällungsmittel vor der Versilberung verwenden, um gewisse, angebliche Nachteile meiner Methode (so vor allem die geringe, durch die Entquellung verursachte, lediglich in einer Abplattung die Tieres bestehende « Deformierung », also einen nicht das Silberliniensystem betreffenden Faktor) auszuschalten und auch sonst mehrere Vorteile zu bieten, zeigen nun in keinem einzigen Falle mehr als meine Methode, sehr oft aber weniger (vgl. die indirekt verbindenden Systeme bei *Paramecium* usw., Klein, 1931) und ergeben auch sonst weder schärfere noch detailliertere noch leichter photographierbare Bilder. Sie bieten also in Absicht auf die Erschliessung des Silberliniensystems, und das ist hier die wichtigste Aufgabe, gegenüber der Entquellungs-Versilberungsmethode keinerlei Vorteile, wohl aber verschiedene prinzipielle Nachteile, die durch eine hier und da bessere Erhaltung der Form des Tieres durchaus nicht aufgewogen werden. Diese prinzipiellen Nachteile, die erst im Rahmen dieser Arbeit deutlich hervortreten werden, be-

(1) *Glaucouma manupai* Kahl, *Glaucouma pyriformis* (Ehrbg.) Schew, *Glaucouma scintillans* Ehrbg., *Colpidium colpoda* (Ehrbg.) Stein, *Colpidium campylum* Stokes, *Chilodon*, *Cytilidium*, *Paramecium*, *Colpoda*, *Stylonichia*, *Vorticella* und *Peranema* als Flagellat.

stehen kurz in folgendem. Das Silberliniensystem als der la-  
bilste Zellbestandteil (Klein, 1931) kann äusserst leicht  
teilweise oder gänzlich durch histologische Methoden zerstört  
werden, ohne dass dabei die übrigen Zellbestandteile, Plasma,  
Kern usw., infolge ihrer grösseren Stabilität in dieser Beziehung,  
irgendwelche wahrnehmbaren Veränderungen aufwiesen, ein  
Verhalten in dem der Grund gegeben ist, warum das Silberlinien-  
system in seiner Gänze und in seiner, bei verschiedenen Anlässen  
auftretenden Formveränderlichkeit, verhältnismässig spät gefun-  
den worden ist (Klein, 1926), obwohl die Ciliaten schon  
längst durch Jahrzehnte, mit allen möglichen Methoden unter-  
sucht worden waren. Schon diese Tatsache zeigt, dass die Fixie-  
rungsmethoden, mit denen vorher ausschliesslich gearbeitet wor-  
den ist (1), nicht die geeigneten Mittel zur Darstellung des Silber-  
liniensystems sind, eines Systems, das vor allem durch seine, den  
übrigen Zellbestandteilen entgegengesetzte elektrische Ladung  
mit Silber elektiv dargestellt werden kann (Klein, 1928,  
1933). Da nun durch die, bei Fixierungen verwendeten Fällungs-  
mittel die ursprüngliche Ladung der Teilchen immer mehr oder  
weniger stark verändert wird, auf dieser Umladung die Fällung  
beruht, so geht bei allen mit Fixierungsmitteln arbeitenden Metho-  
den das Hauptmoment, durch das die effektive Darstellung des  
Silberliniensystems ursprünglich zustande kommt, mehr oder we-  
niger verloren, was der mehr oder weniger unvollständigen  
Darstellung des Silberliniensystem durch diese Methode ent-  
spricht.

Wie sich aus den entsprechenden Versuchen ergibt, haben  
sämtliche Fällungsmittel, wie sie in den Fixierungsmethoden Ver-  
wendung finden, nicht nur die Tendenz die spezifische Ladung  
des Silberliniensystem, sondern auch dessen Kontinuität  
zu zerstören. Diese Tendenz wirkt sich manchmal nur in Teilen  
des Systems aus und gibt dann Teilbilder, die fürs Ganze genom-  
men werden (vgl. indirektes System bei *Paramecium* Klein,  
1933).

Dass sich eine, dem Silberliniensystem gegenüber auftre-  
tende Tendenz an diesem System einmal zur Gänze und einmal

(1) Eine Ausnahme macht die Breslau'sche Opalblaumethode (1921), die  
als Entquellungsmethode hervorragendes an Skulpturbildern ergibt. für die Dar-  
stellung intraplasmatischer Strukturen aber von vornherein nicht gedacht ist.

nur teilweise auswirkt, ist eine Tatsache die alle diesbezüglichen  
Versuche bestätigen und die ihren Grund darin hat, dass dieses  
System in den einzelnen Tierindividuen auf die gleiche Ein-  
wirkung mit individuell verschiedenem Reaktions-  
anfall reagiert. Das Silberliniensystem zeigt in den verschiede-  
nen Individuen der gleichen Einwirkung gegenüber ver-  
schieden Resistenz als experimentell sich ergebende Tat-  
sache.

Nach diesem erst später aus den betreffenden Tatsachen sich  
ergebenden Hinweis auf die individuelle Verschie-  
denheit des Reaktionsanfalles beim Silber-  
liniensystem, wird es verständlich, dass der gleichen Be-  
handlung durchaus nicht gleiche Silberbilder entsprechen, weil  
die einzelnen Tierindividuen eine gegebene Möglichkeit für Zer-  
fall, Dissoziation oder andersartige Zerstörung ihres Silberlinien-  
systems entweder gar nicht oder zu 100% oder in irgend einer  
der vielen Zwischenlagen verwirklichen, Verhältnisse, welche die  
geradezu « irrationale Labilität » des Silberliniensystems ausser-  
ordentlich scharf beleuchtet. Nun können, wie die betreffenden,  
mit Fixierungsmethoden erhaltenen Resultate (Klein, 1933)  
zeigen, bei diesen Methoden Tierindividuen überhaupt nicht  
zu 100% einer vorhandenen Möglichkeit für die Zerstörung ihres  
Silberliniensystem widerstehen, wie gleichmässig auch sonst ein,  
irgend einer Zwischenlage entsprechender Erhaltungszustand  
ihres Silberliniensystems auftreten mag. Bei der Entquel-  
lungsmethode hingegen kann neben allen  
Zwischenlagen auch eine völlige Resistenz  
des Silberliniensystems gegen die, bei ihr  
eventuell auftretenden Zerfallsmöglichkei-  
ten verwirklicht sein woraus dann vollstän-  
dige Bilder der betreffenden Systeme resultieren. Dies ist wieder  
ein prinzipieller Unterschied zwischen den beiden Methoden, zu  
dem nebenbei noch bemerkt sei, dass bei der Entquellung n a-  
türliche Argentophilie bei der Fixierung hingegen  
artificielle Argentophilie vorliegt.

Um diesen Ausführungen eine konkrete Unterlage zu geben,  
die auch für Abschnitt 3 eine solche ist, seien an der Hand etlicher  
Mikrophotogramme verschiedene Erhaltungszustände des Silber-  
liniensystems, also individuell verschiedene Reaktionsweisen  
bzw. Reaktionsanfälle auf die bei der Entquellung even-

tuell auftretenden Schädlichkeiten beschrieben, um von vorne herein alle jene Zustandsformen sicherzustellen, in denen das Silberliniensystem aus der einfachen Entquellung hervorgehen kann. Das Intervall dieser Zustandsformen der Struktur das normaler Entquellung entspricht, heisse normales Intervall des Strukturzustandes (vgl. Abschnitt 3), Kenntnis und sichere Diagnose dieses normalen Intervalls ist deshalb notwendig, damit bei der Beurteilung der Resultate, die aus anderen (1) als den bei der Entquellung möglichen Schädlichkeiten hervorgehen, alles in Abzug gebracht werden kann, was nicht für diese anderen Schädlichkeiten allein charakteristisch ist; es muss die Vermengung nicht unbedingt zusammengehörender Erscheinungen vermieden werden da sonst in der ohnehin grossen Mannigfaltigkeit der Bilder weder Ordnung noch kausale Zusammenhänge gefunden werden können.

Wenn z. B. festgestellt wird, dass das Silberliniensystem aus der Entquellung in der Zustandsreihe a, b und c (das normale Intervall) hervorgehen kann, wobei a das völlig intakte, b und c das während der Entquellung geschädigte, mehr oder weniger stark dissoziierte System bedeutet, so können die, durch andere, experimentell zugeführte Schädlichkeiten gezeitigten Zustandsformen des Silberliniensystems b, c, d, e... nur insofern für diese Schädlichkeiten charakteristisch sein, als sie nicht auch schon in der ersten Reihe, im normalen Intervall, enthalten sind, was in diesem Falle für die Zustände b und c gilt. Andererseits können wieder Schädlichkeiten, statt um etliche Zustandsformen mehr, auch einen oder etliche Zustandsformen weniger als die einfache Entquellung liefern. Es fehlt hier meist a gänzlich, die Möglichkeit zur intakten Erhaltung des Systems. In diesen Fällen ist dieses Manco charakteristisch, während die gegebenen, auch bei der Entquellung möglichen Zustände umgekehrt auf das hinweisen, was bei der Entquellung, in der betreffenden Richtung, schädigend wirken kann. Wenn nämlich durch eine bestimmte Schädlichkeit z. B. immer nur die Zustände b und c oder einer von beiden erzielt wird, so wird es diese Schädlichkeit, etwa gewisse Salze, sein, die in geringerer Konzentration auch bei der Entquellung hier und da, auf der

(1) Seien sie nun quantitativ oder qualitativ anders.

vorhin erwähnten individuellen Basis, die gleichen Zustände zeitigt.

Diese, etwas kompliziert anmutende Ausführung, die im konkreten Fall jedoch durchaus übersichtlich erscheint, war notwendig, um Missverständnissen und Missdeutungen von vorne herein möglichst aus dem Wege zu gehen und die nun zu besprechenden Bilder: Struktur-Zustandsformen des Silberliniensystems aus einfacher Entquellung (normales Intervall des Strukturzustandes) in Absicht auf alle vorhandenen Zusammenhänge werten zu können.

Ein völlig intaktes, keinerlei Schädigungen aufweisendes Silberliniensystem (Taf. 1 Abb. 1, 5, 7-16, Taf. 2 Abb. 23-29) erhält man bei allen jenen Individuen, für die die Verhältnisse während der Entquellung optimale waren. Das fibrilläre Strukturelement ist scharf konturiert, zeigt auch bei stärksten Vergrößerungen keinerlei körnigen Zerfall und bildet ein, das ganze Tier umgreifendes Kontinuum, in das, ebenfalls in vollster Kontinuität, die Relationskörner eingeschaltet sind. Neben Individuen mit so gänzlich ungeschädigtem Silberliniensystem kommen im gleichen Präparat, also unter genau gleichen Entquellungsbedingungen, Tiere vor, die alle Grade des Zerfalls ihres Silberliniensystems zeigen (Taf. 1 Abb. 2-4, 5). Für diese war die Entquellung, die für andere Individuen der gleichen Art im gleichen Präparat optimale waren, bereits mehr oder weniger schädlich, je nach dem Grade des Zerfalls den ihr Silberliniensystem zeigt. Der leichteste Zerfalls- oder Dissoziationsgrad besteht in einem ganz feinkörnigen Zerfall (Taf. 1 Abb. 2) der argentophilen, also der plasmatischen Komponente (Klein, 1928) der Silberlinien, der meist auch bei stärkeren Vergrößerungen ein scheinbar intaktes System zeigt. In dem Masse als die Zerfallsgrade steigen, steigt meist auch die Körnchengrösse (Taf. 1 Abb. 3/a (1) des Zerfallsproduktes. Die kleinen Körnchen ballen sich zu grösseren, es sieht aus, als ob die plasmatische Komponente auf der Fibrille der Silberlinie zerbrochen wäre, weshalb dieser Zerfalls-

(1) Um die Zahl der Abbildungen nicht unnötig anwachsen zu lassen, ist in der Abbildung 3 der Tafel I ein Silberliniensystem gewählt, das verschiedene Zerfallserscheinungen in Einem zeigt.

typus der Frakturtypus heissen mag (Taf. 1 Abb. 3/b). Die Ballungen der argentophilen Substanz, wie sie nach dem Frakturtypus entstehen, können manchmal recht ansehnlich werden, wenn kleinere Tröpfchenkonglomerate zu immer grösseren solchen zusammenfliessen. Manchmal konzentriert sich die von den Fibrillen gelöste, plasmatisch-argentophile Komponente, um die Relationskörner, so dass diese durch ihre Grösse und tiefe Schwärze äusserst betont erscheinen, während die fast farblosen aber noch vorhandenen Fibrillen ganz zurücktreten (Taf. 1 Abb. 4). Schliesslich kann auch die fibrilläre Komponente der Silberlinien verschwinden und nur die verhaltete argentophile Substanz zurückbleiben. Nicht immer zerfällt das Silberliniensystem bzw. seine plasmatisch-argentophile Komponente nach dem Frakturtypus, vielmehr kann dieser Zerfall auch so vor sich gehen, dass es zur Bildung feinsten Körnchen kommt, die sich nicht auf den Fibrillen konzentrieren, sondern im Ektoplasma diffus zerstreuen: Dispersionstypus (Taf. 1 Abb. 4/c). Dabei verschwindet meist, ebenso wie beim Frakturtypus, auch die fibrilläre Komponente. Der Zerfall nach dem Dispersionstypus vollzieht sich häufig über ein regressiv aktiviertes engmaschiges Gitter, d. h. die fein zerstäubte argentophile Substanz verteilt sich im Ektoplasma vorerst als solches Gitter (vgl. Klein, 1929, 1932). Alle diese Zerfalls- oder Dissoziationsercheinungen beziehen sich auf die Strukturelemente des Silberliniensystems, sind also Strukturzustände. Entsprechend der hier für die Streifensysteme (Klein, 1926, 1928) gemachten Angaben, vollzieht sich der Zerfall des Silberliniensystems auch an den engmaschigen Gittern (Klein, 1926, 1928), nur zerfällt deren argentophile Substanz, der noch fehlenden fibrillären Komponente wegen, direkt nach dem Dispersions-Typus.

Das intakte System stellt den einen, positiven Strukturzustand, die zerfallenen Systeme hingegen verschieden ausgebildete negative Strukturzustände dar. Alle diese Strukturzustände treten nicht nur im gleichen Präparat an verschiedenen Individuen auf, sondern partiell und ineinander übergehend auch im Silberliniensystem ein und desselben Individuums. Besonders auffallend ist es, dass bei manchen Tierarten gewisse Systemteile eher zum Zerfall neigen als andere, wie dies z. B. bei *Paramecium*, *Fron-*

*tonia*, *Clathrostoma*, *Loxocephalus*, *Disematostoma* (Klein, 1930 a) der Fall ist, wo das sogen. indirekt verbindende System gegenüber dem direkt verbindenden System viel labiler ist und daher in manchen Fällen im Präparat fehlt, durch Zerfall gelöst ist, besonders nach Verwendung von Fixierungsmethoden. Dies war Anlass, dass von mancher Seite (Gelei, 1932; Lund, 1933) das indirekte System nicht als Bestandteil des Silberliniensystems anerkannt wurde, trotzdem ich diesem Systemteil aus kontinuierlich zu verfolgenden Umbildungen aus Meridianen II. Ordnung herleiten konnte (Klein, 1931) und so die Unmöglichkeit der Gleichsetzung eines genetisch aus dem Silberliniensystem hervorgehenden Strukturelements mit Pelliculaskulpturen aufwies. Abb. 5 auf Taf. 1 zeigt das intakte System von *Paramecium*. Abb. 6 auf derselben Tafel nur das direkte System; beide Tiere aus dem gleichen Präparat. In der letzten Figur sind die Relationskörner des indirekten Systems noch deutlich zu sehen.

Zu erwähnen wäre nun noch, dass, allerdings sehr selten das Silberliniensystem seine spezifische Ladung verlieren kann und so bei der nachfolgenden Imprägnierung nicht zur Darstellung gelangt.

Weiter bleibt manchmal eine Imprägnierung über den Nahrungsvakuolen aus. Da diese Erscheinung nicht in jedem Falle auftritt, ist wahrscheinlich eine jeweils verschiedene Reaktion des Vakuoleninhaltes für sie verantwortlich.

Die Bilder, die zur Veranschaulichung der beschriebenen Zustände des Silberliniensystems gegeben wurden, sind, um Raum zu sparen, im Ausschnitt recht schwächigt gehalten.

Wenn nicht ganz schwere Veränderungen mit groben Ballungen oder nach dem Dispersionstypus zerfallene Systeme vorliegen, so lässt sich aus negativen Strukturzuständen der Formzustand des Silberliniensystems im Augenblick des Zerfalls ablesen, da ja, wenigstens beim Frakturtypus, der Zerfall sozusagen auf der Spur der Silberlinien erfolgt ist. Soweit sich dieser Formzustand feststellen lässt, kommt er durch die, anlässlich der Entquellung möglichen Schädlichkeiten nie über sein normales Intervall (vgl. Abschnitt 2) hinaus; es können während der Entquellung z. B. Trichocysten und Protrichocysten ausgestossen, eventuell Cilien abgeworfen werden und die damit verbundenen Aenderungen des Formzustandes (Klein, 1928,

1933) einsetzen, aber zu weitergehenden « abnormalen » Veränderungen, die, wie sich später zeigen wird, in ausreichendem Masse möglich sind, kommt es nicht, wahrscheinlich weil während der kurzen Dauer der Entquellung die nötige Zeit fehlt.

Alle Untersuchungen, die darauf hinausliefen festzustellen, ob die merkwürdige Tatsache verschiedener Erhaltungszustände des Silberliniensystems von Tieren in ein und demselben Präparat mit gewissen Zonen im Tropfen in Zusammenhang stehen, so dass z. B. für die Randzone andre Erhaltungszustände als für das Zentrum bzw. für die Zwischenzonen charakteristisch seien, zeigten nicht die gesuchten Beziehungen. Es kann vielmehr knapp neben einem Tier mit völlig intaktem System ein solches mit stark zerstörtem System liegen und zwar ohne Rücksicht ob am Rande oder in der Mitte oder sonstwo im Felde des Tropfens. Es zeigt sich so die Tatsache, dass nicht für alle gleichartigen Individuen in ein und demselben Tropfen, die während der Entquellung vorhandenen einheitlichen Verhältnisse gleich wirksam sind: für einen Teil der Individuen sind sie in Absicht auf die Erhaltung des Silberliniensystems optimal, für den anderen Teil hingegen katastrophal. Und diese individuelle Verschiedenheit in der Reaktion auf äussere Einflüsse ist nicht durch verschiedene Zonen im Tropfen, die ja trotz der Kleinheit des Faktors immerhin gegeneinander different sein mögen, bedingt.

Um diese individuelle Verschiedenheit in der Reaktion herabzumindern, ist, wie schon betont, die Anwendung von Fixierung-Fällung nicht das geeignete Mittel: es vermindert sich dadurch zwar die Mannigfaltigkeit der Bilder (wegen der momentanen Wirkung der Agenzien wird die Reaktionszeit gegenüber der Entquellung verkürzt), aber um den Preis, dass der wichtigste Anteil dieser Mannigfaltigkeit, das völlig intakt erhaltene System, unmöglich wird.

Da ein kolloidales System aber auch anders als durch Fällung stabilisiert werden kann, z. B. durch die, keine Umladungen bewirkende Gallertbildung, so versuchte ich für jene Objekte, die zur Entquellung zu voluminös sind, (Klein, 1928), Gallertbildung, wie sie durch Methylierung des Objektes durch Formaldehyd eintritt, als mögliche Grundlage zur Darstellung des Silberliniensystems zu nehmen. Auch bei methylierten Objekten ist, aus den oben für die Fixierung angegebenen Gründen,

die Mannigfaltigkeit der individuellen Reaktion herabgemindert, aber so, dass auch die Darstellung des intakten Systems möglich ist, wobei allerdings feinstkörnige Dissoziationen nicht selten sind. Da diese Modifikation der Methode hauptsächlich für Metazoenmaterial ausgearbeitet worden ist, kommt sie für die Zwecke dieser Arbeit kaum in Betracht (vgl. später: Formaldehyd). Jedenfalls habe ich in den 9 Jahren, die ich dem Studium des Silberliniensystems bis jetzt gewidmet habe, die Erfahrung machen müssen, dass einfach entquollene Objekte, sofern die diesbezüglichen Bedingungen für sie optimale waren, die besten, weil vollständigsten Bilder liefern.

Schon die erstmalig, bei Protozoen von Bresslauin Anwendung gebrachte Entquellung, allerdings in einem kolloidalen Medium, hat ja auch, nach einer anderen Richtung, bei Ciliaten schon ganz ausgezeichnete, mit keiner Fixierungsmethode zu gewinnende Resultate gezeitigt: Skulpturdetails der Pellikula mit Opalblau. Diese Methode war es vor allem, die mich veranlasst hat, trotz der anfänglich gehäuften Misserfolge die Entquellungs-Versilberungsmethode solange zu modifizieren, bis sie brauchbare Resultate geliefert hat.

Das zur Verwendung gekommene Cilien-Material wurde aus Kulturen (und zwar Mischkulturen), die als Infuse mit Pflanzenteilen angelegt waren, erhalten. Die Arten, die diese Kulturen lieferten sind im Vorhergehenden bereits aufgezählt. Durch rechtzeitiges Uebertragen in frische Infuse liessen sich die Tiere beliebig lange weiterzüchten.

Um bei der Darstellung der betreffenden, am Silberliniensystem ablaufenden Vorgänge der Wirklichkeit möglichst nahe zu bleiben, wurden zur Behilderung dieser Arbeit ausschliesslich Mikrophotogramme verwendet, die bei monochromatischem (blauem) Licht mit einer Apochromat Oel-Immersion 2 m/m und verschiedenen Kompensations- und Hughschenschen Okularen von mir aufgenommen worden sind.

### 3. — FORM UND STRUKTURZUSTAND

Um die, durch einwirkende Schädlichkeiten am Silberliniensystem entstehenden, mannigfaltigen Veränderungen erfassen zu können, ohne sich in Nebensächlichem und Unwesentlichem zu erschöpfen, ist es notwendig, vorerst jene, in der Natur dieses System gelegenen Eigentümlichkeiten zusammenfassend voranzustellen, die das, für die Beschreibung der betreffenden Erscheinung brauchbare Ordnungsprinzip liefern.

Das Silberliniensystem hat eine bestimmte Form und eine bestimmte Struktur. Die Form ist bei den einzelnen Arten verschieden, sie bewegt sich zwischen den beiden Polen: engmaschiges Gitter und Streifensystem. Sie ist aber auch bei den Individuen derselben Art nur innerhalb gewisser Grenzen konstant. Abgesehen davon, dass Streifensysteme unter Umständen auf die Stufe des engmaschigen Gitters regredieren (Klein, 1929, 1933) können, laufen an jedem Silberliniensystem Formveränderungen ab, die mit verschiedenen Funktionszuständen des Tieres, wie Regeneration, Teilung bzw. Reproduktion, Konjugation etc. nicht nur parallel gehen, sondern in kausalem Zusammenhang insofern stehen, als sie die betreffenden Umbildungen ektoplasmatischer Gebilde primär bedingen, wie dies seinerzeit eingehend geschildert worden ist (Klein, 1937, 1928, 1929, 1932, 1933). Die betreffenden, am Silberliniensystem ablaufenden Veränderungen seiner Form, treten bei verschiedenen Anlässen ein und zwar als Reaktion, als formative Reaktion auf dieselben. Die Breite dieser Reaktion unter natürlichen und experimentell veränderten Umweltbedingungen festzustellen, ist das Ziel vorliegender Arbeit. Die Änderungen der Form des Silberliniensystems, die mit Änderungen der Form- bzw. Funktionsphase des Tieres einhergehen, hewegen sich zwischen zwei Polen: der Vollphase, in der nichts durch Regeneration oder Reproduktion zu bilden bzw. zu ersetzen ist und der Produktions- bzw. Reproduktion- oder Reaktionsphase, die mit Ersatz, Um- und Neubildungen einhergeht. Da die Form des Silberliniensystems im Individuum also innerhalb gewisser, oft weiter Grenzen veränderlich ist, somit nicht dauernd

in ein und demselben Zustand verharrt, werden sich an ihr eine Reihe von Zuständen, von Formzuständen feststellen lassen. Das Intervall dieser Formzustände, soweit es normalen Lebensbedingungen entspricht, mag das normale Intervall des Formzustandes heißen, womit die ganze normale Formenmannigfaltigkeit gegen die, aus Einwirkungen von Schädlichkeiten resultierende Mannigfaltigkeit, das abnormale Intervall, abzugrenzen ist.

Alle diese Formzustände bauen sich aus gewissen Strukturelementen auf, sind an eine gewisse Struktur gebunden. Das primäre Strukturelement, aus dem sekundär alle anderen (z. B. Relationskornapparat etc.) hervorgehen (Klein, 1928, 1933), ist die Fibrille, die bei den primitiven Systemtypen, den engmaschigen Gittern, nur aus der plasmatisch-argentophilen Komponente, auf höheren Stufen überdies noch aus einer, das labile Plasma führenden Komponente besteht (Klein, 1928). Der Zustand dieser Strukturelemente, der Strukturzustand (vgl. Kapitel 2), ist nun ebensowenig stabil wie der Formzustand des Silberliniensystems: die natürliche Kontinuität der fibrillären Strukturen, im besonderen ihr plasmatisch-argentophiler Anteil, wird nämlich durch mannigfaltige Einflüsse zerstört, es tritt Entmischung, körniger Zerfall, Dissoziation ein (Klein, 1928, 1933): der normale oder positive Strukturzustand ist in den geschädigten oder negativen Strukturzustand übergegangen. Die erstere ist der Funktion, der letztere der Dys- oder Afunktion zugeordnet, wies dies später gezeigt werden wird. Ebenso wie für den Formzustand muss auch für den Strukturzustand ein normales Intervall eingeführt werden, das jene Phasen begreift, die bei einfacher Entquellung eintreten können. Erst was über dieses Intervall hinausgeht, kann auf das Konto der betr. experimentell zugeführten Schädlichkeit gesetzt werden und bildet das abnormale Intervall.

Formzustand und Strukturzustand geben das Prinzip ab, nach dem die mannigfaltigsten Veränderungen bzw. Schädigungen des Silberliniensystems geordnet werden können.

Das eben im allgemeinen und auf Grund früherer Ergebnisse Angeführte mag nun an Hand etlicher Mikrophotogramme im besonderen erläutert werden.

Dabei bleiben die früher (Klein, 1927, 1928, 1932) bereits eingehend beschriebenen, während Teilung und Konjugation auftretenden, ebenfalls dem normalen Intervall angehörenden Forzustände des Silberliniensystems unberücksichtigt, weil jetzt vor allem nicht jene Veränderungen des Silberliniensystems betrachtet werden sollen, die bereits auf ein anderes, ein zweites Individuum, den Teilsprössling, oder den Konjugationspartner, Bezug haben, sondern jene, die an einem und für dieses eine Individuum ablaufen. Sie, als die ursprünglicheren, mögen einmal in elementarer Form die Breite der individuellen Formenmannigfaltigkeit des Silberliniensystems und dessen aktive Plastizität (Klein, 1932) unter Reiz- bzw. Ursachenkomplexen zeigen, die einfacher einzusehen sind als diejenigen, die zur Teilung bzw. Konjugation führen.

Als möglichst charakteristisches Beispiel für die Schilderung der im normalen Intervall ablaufenden Formveränderungen wurde aus verschiedenen Reihen diesbezüglicher Befunde an *Glaucoma maupasi* Kahl, *Glaucoma pyriformis* (Ehrbg.) *Glaucoma scintillans* Ehrb., *Colpidium colpoda* (Ehrbg. 1831) Stein 1860, (vgl. Klein, 1928, Tafeln!) und *Colpidium campylum* Stokes, hauptsächlich das Silberliniensystem von *Glaucoma maupasi* Kahl (*Gl. pyriformis* Maup.) herausgegriffen; Befunde an anderen Arten (*Glaucoma scintillans*, *Colpidium campylum*) werden zum Vergleich herangezogen werden.

*Glaucoma maupasi* Kahl trat im Jänner massenhaft in Aufgüssen über Salatblättern auf und wurde dann durch 3 Monate weitergezüchtet. Die Tiere stimmten in allen Punkten mit den von Kahl (1931) gegebenen Bestimmungsstücken überein, unterschritten aber die angegebene Grösse von 40 · 60  $\mu$  mit 30-50  $\mu$ , also durchschnittlich um 10  $\mu$ . Das Silberliniensystem der Tiere liess an den «Notenköpfen» (Klein, 1933) sofort erkennen, dass es in die *pyriformis*-Gruppe gehöre, unterschied sich aber von dem bei *Glaucoma pyriformis* (Ehrbg.) Schew., gegebenem System durch das regelmässige Vorhandensein von Meridiane II. Ordnung, d. h. neben den, die Basalkornapparate führenden Meridianen I. Ordnung und den aus ihnen entspringenden, Relationskörner tragenden Querästen (Notenköpfe), sind noch, an den Polkappen aus M. I. entspringende bzw. in sie einmündende Meridiane II. Ordnung vorhanden, die ebenfalls Relationskörner führen. Uebrigens kommen auch bei

*Gl. pyriformis* (Ehrbg.) Schew. hier und da und stellenweise Meridiane II. Ordnung zur Ausbildung.

Das normale Intervall des Formzustandes hat folgende Phase. Die Vollphase zeigt Abb. 7 auf Tafel I. Es liegt ein Individuum vor, das die Maximalgrösse, die seiner Art in dieser Kultur zukommt, noch nicht aufweist; es ist «jung», vor kurzem aus der Teilung hervorgegangen. Das Silberliniensystem zeigt vollen Relationskornstand sowohl in M. I und M. II, als auch in den von M. I entspringenden, nach dem zugehörigen, rechts neben M. I verlaufenden Meridian II. Ordnung ziehenden, ihn oft auch erreichenden Querästen. Die Relationskörner liegen oft so eng nebeneinander, dass die Fibrillen von ihnen geradezu überwuchert erscheinen, das System ist mit Relationskörnern gesättigt.

Das nächste Bild, Abb. 8 auf Tafel I zeigt das Silberliniensystem eines Tieres, das die Maximalgrösse erreicht hat, «ausgewachsen» ist. Trotz dem das Silberliniensystem im wesentlichen mit demjenigen des vorhergehenden Tieres durchaus übereinstimmt, bietet es auf den ersten Blick einen anderen Eindruck, es wirkt nicht mehr so schwer, da die Relationskörner durch die Grössenzunahme des Tieres etwas weiter voneinander abrücken konnten, nicht mehr so dicht gedrängt sind. Die Systemteile sind sehr regelmässig angeordnet, die Relationskörner überall erhalten. Das Bild spiegelt die Ruhe und Sättigung in der Vollphase.

Das nächste Bild, Abb. 9 auf Tafel I zeigt etwas ganz anderes. Die Relationskorridichte ist in M. II stark gefallen ebenso wie in vielen Querästen. Diese letzteren fehlen teilweise überhaupt. Gleichzeitig sieht man aber, dass überall dort, wo etwas fehlt, Relationskörner verloren gegangen sind, schon wieder Regenerationsvorgänge eingesetzt haben: die Querfortsätze liegen in allen Stadien der Neubildung vor, von einer kleinen Schleifenbildung mit noch kleinen Relationskornanlagen angefangen, bis zum fertigen Gebilde. Ebenso entstehen Relationskörner in M. II schon wieder neu. Im dritten Meridian von links sind eine Menge Relationskornanlagen, noch ungeordnet und schon sehr dicht. Im sechsten Meridian von links sieht man sehr schön eine weit gegen rechts vorgewachsene Schleife mit schon grösseren Relationskornanlagen an ihrer Basis und noch sehr kleinen solchen Anlagen an ihrem Scheitel: ein noch unfertiger Querast

(Notenköpfe). Es würde zu weit gehen, diese Beschreibung im einzelnen weiter zu führen. Nach dem gegebenen Hinweis wird es nicht schwer fallen, ähnliches selbst zu finden. Dieses Silberliniensystem zeigt sich nicht in der Voll-, sondern in einer Produktionsphase.

Die Produktion, in diesem Falle die Regeneration der zu ersetzenden Relationskörner (Protrichocysten Körner) schreitet fort, die neu entstandenen sind noch nicht wieder streng geordnet (Abb. 10, Tafel 1) das System macht noch einen etwas unruhigen Eindruck, nähert sich aber schon wieder der Vollphase. Diese, und die nötige Ordnung ist fast erreicht in dem Silberliniensystem das Abb. 11 auf Tafel 1 zeigt. Reste von Produktions- bzw. Regenerationsvorgängen sind noch an gewissen Stellen vorhanden; besonders an jenen kleinen Bezirken die noch ein engmaschiges Gitter deckt (deutlich an zwei MI in der Mitte des Bildes), laufen noch Bildungsvorgänge ab. Auch die Relationskorngrößen sind zum Teil noch recht verschieden. Relationskornanlagen noch nicht zu fertigen Relationskörnern geworden.

Dieser Bilderzyklus zeigte verschiedene, dem normalen Intervall zukommende Formzustände des Silberliniensystems von *Glaucoma maupasi* Kahl, wie sie, unter Ausschluss von Teilung und Konjugation, sich finden.

Zu den Querfortsätzen (den Notenköpfen), wie sie sich bei *Glaucoma maupasi* und *Gl. pyriformis* (Ehrb.) Schew., und *Paraglaucoma* finden und die für die «pyriformis-Gruppe» charakteristisch erscheinen, möchte ich an dieser Stelle noch anführen, dass ich sie, zumindest anlagenhaft einmal bei *Colpidium campyllum* Stokes fand: Abb. 12 Taf. 1. Das Bild, das gleichzeitig einen der Formzustände dieses Tieres und zwar einen atypischen wiedergibt (vgl. alle diese Art betreffenden Abbildungen in Klein, 1928-33), zeigt, dass aus MI, in dem dichtgedrängt Relationskörner liegen, nach rechts Queräste auswachsen in denen spärlich bereits verschieden grosse Relationskornanlagen zu finden sind. Am zweiten Meridian von rechts ist sehr schön eine Schleifenbildung zu sehen, als noch offene Grundlage eines Querfortsatzes. Interessant ist, dass die Relationskörner (Protrichocystenkörner) in M II (diese hier und da bereits aufgeteilt), fast fehlen, jedenfalls nur hier und da eine kleinere oder grössere Relationskornanlage führen. Sollte der Regenerationsprozess in

M II versagt haben, dass sich die, bei dieser Art sonst nicht vorhandenen Queräste zu bilden beginnen um vikariierend für M II einzutreten? Jedenfalls sind die Relationskörner in den Querästen der «pyriformis-Gruppe» Protrichocystenkörner. Ein weiteres Eingehen auf diese interessante Frage ist, weil sie bereits etwas abseits vom Thema liegt, hier leider nicht angebracht.

Zur Ergänzung noch eine Reihe von Formzuständen bei *Glaucoma scintillans* Ehrbg. Die Vollphase gibt Abb. 13 auf Tafel 1 wieder. Relationskörner in M I und in M II. Eine erste Produktionsphase, nach Ausstossung der Protrichocysten gibt Abb. 14 auf Tafel 1 wieder. M II führt keine Relationskörner mehr nur hier und da ist noch ein zurückgebliebenes zu sehen. Auffallend ist, dass die Meridiane zweiter Ordnung, die in der Vollphase durchaus gestreckt sind, nun eine leichte Wellung zeigen. Diese wird immer stärker (Abb. 15, Tafel 1) und in den einzelnen Schleifen derselben treten wieder Relationskörner auf von der Anlage bis zum fertigen Korn: Neubildung des Verlorengegangenen. Im Verlaufe dieses Regenerationsprozesses kommt es oft in grossen Teilen des Silberliniensystems zu einer Regression auf das engmaschige Gitter. Abb. 16, Tafel 1 gibt diese Verhältnisse wieder. Jene Bezirke, die ein engmaschiges Gitter tragen erscheinen als dunkle Flecke, was deshalb hervorgehoben ist, da durch die Reproduktion des Photogrammes vielleicht das Gitter undeutlich wird oder überhaupt nicht mehr herauskommt. Nach erfolgter Regeneration nehmen M II wieder ihre gestreckte Form an, so wie dies Abb. 13 auf Tafel 1 zeigt, das Silberliniensystem ist wieder in Ruhe, die Vollphase wieder erreicht.

Anzuschliessen an diese Photogramme wären jetzt noch die von mir bereits früher gegebenen Bilder über die betreffenden Verhältnisse bei *Colpidium colpoda* (Klein, 1928) und *Colpidium campyllum* (1928), die eine besondere Mannigfaltigkeit ihrer im normalen Intervall liegenden Formzustände anlässlich der Protrichocysten - Ausstossung bzw. Regeneration aufweisen.

Aus den eben besprochenen Verhältnissen ergibt sich, dass der Formzustand des Silberliniensystems, abgesehen von der hier nicht berücksichtigten Teilung und Konjugation (Klein, 1927, 1928, 1932), beim Individuum durchaus nicht konstant ist, dass er innerhalb eines gewissen Intervalls unter normalen Lebensbedingungen variiert: das normale Intervall des

Formzustandes. Die Kenntnis dieses normalen Intervalls ist unerlässlich, um feststellen zu können, wann experimentell zugeführte Schädlichkeiten auf den Formzustand ändernd einzuwirken beginnen und dessen normales Intervall zu Gunsten eines « abnormalen » Formzustandes überschritten wird.

Die hier gegebene Bilderreihe von normalen Formzuständen wird durch die später folgenden Bilder über das normale Intervall hinaus, nach der « abnormalen » Seite hin ergänzt.

#### 4. — SCHAEDLICHKEITEN UND DIE REAKTIONEN DARAUF

Die Schädlichkeiten, deren Wirkung auf das Silberliniensystem beschrieben wird, gehören der thermischen, der strahlungsenergetischen und der chemischen Gruppe an. In der letzteren wurden die Kategorien, Salz, Säure, Base und verschiedene organische Substanzen, so vor allem jene, die in der Medizin in die Indikationsgruppe « Nervina » fallen, in ihrer Wirkung auf das Silberliniensystem verfolgt.

Um die erhaltenen Befunde mitteilen zu können, ohne die ihnen zugrunde liegenden 749 Versuche in allen ihren Einzelheiten beschreiben zu müssen (woraus eine, die Uebersichtlichkeit keineswegs fördernde Ueberdehnung des Umfanges dieser Arbeit resultierte), werden, wo immer dies angeht, vor allem aber bei der Gruppe der chemischen Schädlichkeiten, zusammenfassende Schilderungen gegeben, die das wesentliche ganze Versuchs-Reihen enthalten. Um bei diesem Verfahren alle wichtigen Daten geben zu können, ist folgendes Schema gewählt worden: zuerst die Art der Schädlichkeit als Titel, dann die Aufzählung der Tierespecies, die in der, dem Versuch zugrunde liegenden Kultur (1) enthalten waren,

(1) Die verwendeten, als Infusion über Pflanzenteilen angesetzten Massenkulturen sind nicht rein, sondern Mischkulturen, enthalten nicht nur eine, sondern mehrere Arten und zwar jeweils diejenigen, für die in dem betr. Infus gerade die hier vorzunehmenden Versuche kein Nachteil, sondern ein Vorteil, der es gestattet festzustellen, ob verschiedene Arten auf dieselbe Schädlichkeit gleich oder verschieden reagieren.

wobei diejenige Species, die ihrer Zahl nach allen anderen Arten gegenüber dominiert, als die, in der betreffenden Kultur dominierende Art herausgehoben wird; es folgt dann Stärke (Intensitäts- bzw. Konzentrationsgrad) und Einwirkungs-dauer der Schädlichkeit und zu jedem zusammengehörigen Paar dieser Grössen der Befund über das Lebens-Verhalten der betreffenden, dieser Schädlichkeit ausgesetzt gewesenen Tiere, der « Lebendbefund ». Dieser ist natürlich negativ, wenn die Tiere durch die betr. Schädlichkeit getötet worden sind. Nach diesen Angaben folgt der Befund an den versilberten Tieren, an deren Silberliniensystem, der « Silberbefund » und zwar immer mit Beziehung auf die vorhergegebenen, bei den verschiedenen Konzentrationen und Einwirkungszeiten erhaltenen Lebendbefunde. Der Silberbefund gibt an, ob, wie weit und nach welcher Richtung das normale Intervall des Form- und Strukturzustandes überschritten ist. Zum Schluss eine, alles wichtige begreifende Zusammenfassung.

Das geschilderte Schema ist nur bei den thermischen und strahlungsenergetischen Einwirkungen nicht durchaus angewendet, weil in diesen einführenden Fällen erst einmal die am Silberliniensystem einsetzenden, Veränderungen in allen Einzelheiten, also auf breiterer Basis, als dies bei einem Schema möglich ist, vorgeführt werden sollen.

*Uebersicht der verwendeten Schädlichkeiten.*

#### I. THERMISCHE EINFLUESSE.

#### II. STRAHLUNGSENERGETISCHE EINFLUESSE.

- a) Sonnenbestrahlung.
- b) Röntgenbestrahlung.
- c) Radiumbestrahlung.

#### III. CHEMISCHE EINFLUESSE.

##### a) Salze:

- « ungiftige »: 1. Natriumchlorid, NaCl
- 2. Manganchlorür, Mn Cl<sub>2</sub>
- « giftige »: 3. Natriumarseniat, Na<sub>2</sub> HAsO<sub>4</sub>
- 4. Silbernitrat, AgNO<sub>3</sub>

- b) Säuren:
1. Salzsäure, HCl
  2. Salpetersäure, HNO<sub>3</sub>
- c) Basen:
1. Natronlauge, NaOH
- d) Organische Verbindungen:
- Aldehyde: Formaldehyd, HCHO  
Anilinverbindungen: 1. Anilin, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>  
2. Toluidinblau  
3. Methylenblau  
(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(NS)C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>:N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl+ 3aq
- e) Sonstige organische Substanzen:
- Nikotin, C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>  
Adrenalin  
Pilocarpinhydrochlorid, C<sub>8</sub>H<sub>13</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>·HCl  
Gift von *Crotalus terrificus*, Klapperschlange  
Gift von *Bothrops jararaca*, Grubenotter.
- Nervina
- Koffein, C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>+aq  
Kokain, C<sub>17</sub>H<sub>19</sub>NO<sub>3</sub>  
Chloralhydrat, CCl<sub>3</sub>·CH(OH)<sub>2</sub>

Die Konzentrationen der in wässriger Lösung zur Anwendung gekommenen Substanzen sind in Gewichtsprozenten angegeben, mit Ausnahme von Formaldehyd, dessen Konzentration nach Volumprozenten (Vol. % = 38 Gew. %) angegeben ist.

#### THERMISCHE EINFLÜSSE, HITZE.

Versuchsreihe 1-15. Schon vor mehreren Jahren (Klein, 1928) konnte ich feststellen, dass thermische Einflüsse, die bei Cilien zur Hüllenbildung (Bresslau, 1921/b), also zur Ausstossung der Protrichocysten führen, Veränderungen am Silberliniensystem hervorrufen, die in ihrem Verlaufe zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes, zur Deckung des stattgehabten Verlustes führen, also regenerativer Natur sind. Damals verfolgte ich die betreffenden Veränderungen am Silberliniensystem nur so weit, als sie mit der Ausstossung bzw. dem Wiederanschluss der Protrichocysten in Beziehung standen, ohne

übersehen zu haben, dass thermische Einflüsse, die zufällig intensiver ausfielen als beabsichtigt war, nicht nur die Ausstossung der Protrichocysten bewirken, sondern Schädigungen viel weitgehender bzw. tödlicher Art nach sich zogen. Diese, durch Verstärkung der Schädlichkeit hervorgerufenen höhergradigen Schädigungen, soweit sie im Silberliniensystem zum Ausdruck kommen, finden nun hier ihre Schilderung.

1. Versuchsreihe. *Colpidium campylum* Stockes. Vorauszuschicken ist, dass schon seinerzeit die ersten Temperaturexperimente ergaben, dass die auf einem Objektträger nach der früher beschriebenen Technik (Klein, 1928) erwärmten Tiere, die also alle gleich stark und gleich lang der erhöhten Temperatur ausgesetzt waren, durchaus nicht gleichzeitig die gleiche Reaktionsphase aufwiesen: ein Teil der Tiere zeigte sich nach Ausstossung der Protrichocysten in gesteigertem Bewegungszustand, ein anderer war in dieser Beziehung normal, ein dritter unternormal, ein vierter bewegungslos ein fünfter endlich tot. Dementsprechend waren auch die Befunde an den Silberliniensystemen dieser Tiere. Ueber alle verschiedenen Aufteilungsphasen der Meridiane II. Ordnung (Klein, 1928, 1932) ging der Weg über verschieden starke Schädigungen des Silberliniensystems bis zu dessen völliger Zerstörung.

Um diese Schädigungen eingehend verfolgen und sie in Beziehung zu den gestörten Lebenserscheinungen der betr. Tiere setzen zu können, wurde die vorliegende Versuchsreihe angelegt, in der Lebendbeobachtung und Silberbild auch wichtige Tatsachen in Absicht auf die Funktion des Silberliniensystems liefern.

In der Lebendbeobachtung nach der Erwärmung, schien jener Teil der Tiere am interessantesten, der weder normale Bewegungserscheinungen aufwies noch völlig bewegungslos war, sondern sich in eigenartiger unausgeglichener Form oder wackelnd-drehend bewegte, was unbedingt auf Störung der Koordination der Cilien der betreffenden Tiere hinwies. Bei genauer Untersuchung solcher Tiere im Dunkelfeld, das die einzelnen Cilien deutlicher als die gleiche Hellfeld-Vergrößerung erkennen lässt, liess sich nun feststellen, dass in diesen Fällen ein kleiner bis sehr grosser Prozentsatz von Cilien in ihren Bewegungen nicht mehr koordiniert war, während die übrigen Cilien noch koordiniert schlugen. In Steigerung dieser Verhältnisse trifft man dann Tiere, deren Cilien zur Gänze unkoordiniert schlugen, wei-

ter solche, bei denen Gruppen von Cilien noch in unkoordinierter Tätigkeit sind, während die übrige Ciliatur keinerlei Bewegungen mehr zeigt und schliesslich kommen Tiere vor, deren gesamte Cilien in Ruhe bzw. überhaupt nicht mehr vorhanden sind.

Es ist nun nach den Silberbildern festzustellen, ob dieser Reihe, die von normal arbeitender über koordinationsgestörte bzw. koordinationslose Ciliatur zur stillstehenden bzw. verschwindenden Ciliatur führt, entsprechende Zustände des Silberliniensystems zugeordnet sind. Die Möglichkeit einer solchen Zuordnung liegt in der Tatsache, dass verschiedensten Lebenserscheinungen, wie der Teilung der Konjugation, der Ausstossung von Trichoeysten und Protrichoeysten, ferner der Regeneration dieser Gebilde und der Undulpiodien, sowie der Regeneration ektoplasmatischer Gebilde überhaupt, bestimmte Form-Zustände des Silberliniensystems funktionell zugeordnet sind und so auch verschiedenen Koordinationsgraden der Ciliatur zugeordnet sein müssten, umso eher als das Silberliniensystem nicht nur von mir aus einer Reihe von Gründen (Klein, 1926-1933) als koordinierendes System hingestellt wird, sondern auch andere Autoren (v. Gelei, 1929; Brown, 1930; Turner, 1933; Lund, 1933) diese Auffassung vertreten, und die Amerikaner, nach Feststellung des Zusammenhanges von Silberliniensystem mit dem Neumotorium, das erstere als Teil des letzteren, also als Teil eines nervösen Apparates betrachten.

Die, aus ein und demselben Wärmepreparat erhaltenen Silberbilder sind nun, das lässt sich auf den ersten Blick feststellen, nicht gleich, sondern so verschieden, wie etwa die verschiedenen, im Leben beobachteten, oben kurz aufgezählten Reaktionsphasen der einzelnen, der Erwärmung ausgesetzt gewesenen Individuen. Hervorzuheben ist, dass sich diese Verschiedenheit der Bilder nur auf jenen Zellbestandteil bezieht, der als Silberliniensystem in die Erscheinung tritt; alle übrigen Zellbestandteile, Plasma, Kern usw. zeigen bei den verschiedenen Individuen keinerlei Strukturunterschiede. Ebensowenig zeigt die Form der Tiere Differenzen; sie ist gleichmässig bei allen Individuen so, wie sie aus der Entquellung resultiert, durch die die dritte Dimension sozusagen auf die beiden anderen Dimensionen verteilt wird, wodurch die Tiere etwas gedrungener als im Leben erscheinen.

So kann bereits jetzt auf folgendes hingewiesen werden: das Silberliniensystem reagiert bereits mit

wahrnehmbaren Veränderungen auf Einflüsse, auf die übrigen Zellbestandteile noch nicht mit solchen reagieren, stellt sich somit, was später noch besonders hervortreten wird, als der empfindlichste Indikator auf verschiedene Einflüsse dar.

Nach diesen mehr allgemeinen aber notwendigen Vorbemerkungen, können nun die, bei den verschiedenen Individuen ein und desselben Präparates aus einer Reihe von Temperaturexperimenten erhaltenen Silberbilder besprochen werden. Aus vielen gleichartigen Präparaten der Reihe wurden die Bilder eines einzigen Präparates deshalb genommen, um auch zu zeigen, dass die Reaktionsphasen der einzelnen Tiere, wie schon erwähnt wurde, trotz gleicher Einwirkung der Schädlichkeit nicht gleich sind.

Die nun zu besprechenden Veränderungen am Silberliniensystem betreffen dessen jeweiligen Form- und Strukturzustand, jene beiden bereits früher entwickelten Grössen, durch die jede Schädigung des Silberliniensystems bestimmbar ist.

Für die Reihenfolge der jetzt und in den späteren Versuchsreihen vorzuführenden Silberbilder ist der Grad der durch die Schädlichkeit hervorgerufenen Veränderung des Silberliniensystems massgebend und zwar derart, dass die Reihe vom leichtesten Veränderungsgrad zum schwersten fortschreitet.

Aus der Reihe der vorliegenden Silberbilder sind 3 ausgewählt, um zu zeigen, wie und dass die Veränderungen am Silberliniensystem den Veränderungen im Verhalten der Tiere entsprechen. Tafel I Abb. 17 gibt ein Tier wieder, bei dem die Cilien ein völlig intaktes Silberliniensystem (positiver Strukturzustand) verbindet, was dem Lebendbefund bei jenen Tieren entspricht, die keinerlei Koordinationsstörungen aufweisen. Taf. I Abb. 18 zeigt ein Tier, bei dem reihenweise das Silberliniensystem nach dem Frakturtypus zum Teil so zerfallen ist, dass ein Teil der Ciliatur ein zerstörtes, der andere Teil hingegen ein noch intaktes Silberliniensystem zur Basis hat, d. h. ein Teil der Ciliatur ist durch das Silberliniensystem nicht mehr, der andere aber noch verbunden und zwar in einer Verteilung, die durchaus dem Lebendbefund jener Tiere entspricht, deren Ciliatur teilweise noch koordiniert ist, teilweise aber nicht mehr.

Taf. I Abb. 19 zeigt ein Tier, bei dem das Silberliniensystem fast zur Gänze zerstört ist, teilweise nach dem Fraktur-, teilweise nach dem Dispersionstypus. Dieser Silberbefund entspricht dem Lebendbefund jener Tiere, deren Ciliatur überhaupt keine Koordination mehr zeigt. In diesen Fällen ergeben sich aus der genaueren Uebereinstimmung der entsprechenden Ausfalls- bzw. Zerfallserscheinungen bei Lebend- bzw. Silberbefund, sehr deutlich die Zusammenhänge, die eindeutigen Beziehungen dieser beiden Grössen: *ungeschädigtem* Silberliniensystem findet sich *ungestörte* Koordination zugeordnet, *teilweise* geschädigtem, durch die Schädigung, den Zerfall, teilweise dieskontinuierlich gewordenem Silberliniensystem ordnet sich *teilweise* Aufhebung der Koordination bei und schliesslich *ganz zerstörtem*, durchaus diskontinuierlich gewordenem System, entspricht *gänzlicher Verlust* der Koordination. So zeigt sich das Silberliniensystem auch durch diese Experimente in Absicht auf Funktion als koordinierendes System. Der Funktion liegt ein *ungeschädigtes*, der *Dys- oder Afunktion* ein *teilweise oder gänzlich* zerstörtes System zugrunde.

Nun etliche weitere Befunde. (Versuchsreihe. 6-15).

Die Kultur, mit der die folgenden Versuche ausgeführt wurden, enthielt nebeneinander drei Arten: *Glaucoma maupasi*, *Chilodon* und *Cyclidium*. Als Lebendbefund bei der Erwärmung muss hervorgehoben werden, dass diese 3 Arten gegen den *gleichen* Temperaturgrad *verschiedene* Widerstandsfähigkeit entwickeln: wenn eine bestimmte Temperatur *Glaucoma maupasi* unbedingt, also in allen, in dem betreffenden Präparat vorhandenen Exemplaren tötet, so halten *Chilodon* und *Cyclidium* diesen Temperaturgrad ungeschädigt aus, was dadurch zum Ausdruck kommt, dass sie sich nach der Erwärmung, nach Ueberwindung eines eventuell einsetzenden kurzen Exitationsstadiums wieder völlig normal bewegen, während *Glaucoma maupasi* gänzlich bewegungslos, abgekugelt, mit zerfliesslichem Kontur und grobkörnigem Plasma, tot im Präparat liegt. In dieser Erscheinung zeigt sich eine *artlich* *verschiedene* *Widerstandsfähigkeit* gegen ein und dieselbe Schädlichkeit. Aber neben dieser existiert auch eine *individuell* *verschiedene* *Widerstandsfähigkeit* gegen ein und dieselbe Schädlichkeit: bevor die Temperatur den für eine bestimmte Art allgemein tödlich wirkenden Grad

erreicht, beginnen einzelne, zuerst wenige, dann immer mehr Tiere zu sterben. Wird bei irgend einer dieser « Vortemperaturen » die Wärmezufuhr unterbrochen, dann finden sich im Präparat neben toten und mehr oder minder schwer geschädigten auch ungeschädigte, sich völlig normal bewegende Exemplare derselben Art vor, woraus sich ergibt, dass ein Individuum einer bestimmten Schädlichkeit länger, das andere weniger lang standhalten kann. Aus diesen *individuell* *verschiedenen* *Reaktionsanfall* erhält man, in Absicht auf das Silberliniensystem, in einem und demselben Präparat immer eine ganze, mehr oder weniger lange Reihe verschiedener Grade oder Phasen ein und desselben Reaktionsablaufes. Diese Tatsache ist auch der Grund, warum für die Auslösung der einzelnen Reaktionen nicht starre, sowohl nach unten als auch nach oben streng limitierte Daten gegeben werden können.

Ein Lebendbefund aus dem Versuchsprotokoll mag für diese Angaben stehen.

Wenn ein Tropfen der Kultur (*Glaucoma maupasi*, *Chilodon*, *Cyclidium*) am Objektträger erhitzt wurde, so wirkt die Hitze, nach Grad und Dauer *verschieden* auf die Tiere ein. Bei nicht zu starker Erwärmung bleiben alle Tiere am Leben, reagieren eventuell während der Hitzeeinwirkung durch raschere Bewegungen auf dieselbe. Bei etwas stärkerer Erwärmung ergreift sie ein regelrechtes Exitationsstadium, wobei *Glaucoma maupasi*, mit ausserordentlicher Geschwindigkeit um die Längsachse rotiert, während die beiden anderen Arten lediglich im Tropfen « herumschiessen ». Wird die Erwärmung noch weiter getrieben, so ergibt sich die merkwürdige Tatsache, dass der *tödliche* Hitzegrad weder für alle Arten, noch innerhalb derselben Art, für alle Individuen *gleich* ist: bei einer Temperatur die z. B. *Glaucoma maupasi* in allen Exemplaren tötet, (1) lebt *Chilodon* und *Cyclidium* noch völlig ungeschädigt weiter.

Eine gedrängte Uebersicht der betreffenden Lebens- und Silberbefunde mag als Rahmen der eingehenden Schilderungen spezieller Fälle vorangehen.

(1) Der Tod von *Glaucoma maupasi* tritt ganz plötzlich ein.

1). Leichte Erwärmung (1). Die Tiere zeigen kein Exitationsstadium und bleiben alle am Leben. Silberbefund: *Glaucoma maupasi*. - Neben positivem Strukturzustand auch Riss- und Verwerfungserfall (siehe später) ebenso wie negative Strukturzustände des normalen Intervalls. Formzustand innerhalb des normalen Intervall. *Chilodon* und *Cyclidium* - Strukturzustand durchwegs positiv. (Silberliniensystem hier resistenter als bei *Glaucoma maupasi*).

2). Stärkere Erwärmung. Die Tiere antworten darauf mit geringerem oder stärkerem Exitationsstadium und bleiben nicht mehr alle am Leben: *Glaucoma maupasi* beginnt bereits in mehr oder weniger Exemplaren tödlich getroffen zu werden. Silberbefund: *Glaucoma maupasi*. - Strukturzustand von positiv bis negativ. Formzustand innerhalb des normalen Intervalls, alle mit der Ausstossung der Protrichocysten verbundenen Regenerationsphasen zeigend, geht über das normale Intervall hie und da in der Richtung nach Verödung (in Absicht auf Relationskornlichte in M I und M II) bzw. der Diskontinuität des Systems hinaus.

3). Noch stärkere Erwärmung. Die Tiere sind knapp nachher bewegungslos, wie tot, *Chilodon* und *Cyclidium* erholen sich fast zur Gänze, *Glaucoma maupasi* hingegen nur in etlichen Individuen. Die sich erholenden Tiere kommen über ein, auf die erste Starre einsetzendes Exitationsstadium wieder in Bewegung, die meist normal (bei *Chilodon*, *Cyclidium*), manchmal (bei *Glaucoma maupasi*) aber schon koordinationsgestört abläuft. Bei *Glaucoma maupasi* treten oft grosse, pralle, die Oberfläche des Tieres überragende Vakuolen auf. Speziell in diesen Fällen Koordinationsstörungen.

Silberbefund: Auch *Cyclidium* und *Chilodon* zeigen schon hie und da negativen Strukturzustand ihres Silberliniensystems obwohl der positive noch überwiegt. *Glaucoma maupasi* zeigt ungemein verschiedene Bilder, da sowohl lebend gebliebene, mehr oder weniger geschädigte, als auch tote Tiere in diesen Präparaten vorkommen. Manchmal sind deutlich Cilien dargestellt, während das Silberliniensystem völlig dissoziiert ist.

(1) Genaue Gradangaben lassen sich nicht machen, die betr. Temperaturen bewegen sich zwischen 35° und 40° und steigen erst in der Gruppe 4 bis zu 100° (Siedehitze).

4). Der Tropfen in dem die Tiere leben wird eingedampft. Alles tot. Silberbefund: Dispergiertes oder seltener dissoziiertes System.

Nun etliche spezielle Silberbefunde unter Hinweis auf die früher gegebene Erörterung über die Beziehungen des Lebend- zum Silberbefund.

Dass durch entsprechende Temperaturgrade und die damit verbundene Ausstossung der Protrichocysten die entsprechenden, dem normalen Intervall des Formzustandes zugehörigen formativen Reaktionen des Silberliniensystems ausgelöst werden, wurde bereits betont. Eine besondere, durch Steigerung des kritischen Temperaturgrades entstandene, das normale Form-Intervall des Silberliniensystems überschreitende Reaktion wurde im vorhergehenden beschrieben und eine Reihe weiterer, sowohl den Struktur- als auch den Formzustand des Silberliniensystems betreffenden Veränderungen folgen nun. Zuerst eine solche des Strukturzustandes, die eine gewisse Ähnlichkeit mit dem vorhergehend bei *Colpidium campylum* besprochenen Verhältnissen insofern besitzt, als auch hier eine meist nur partielle Zerstörung des Silberliniensystems vorliegt, die ebenfalls ein partielles Aufhören der Koordination der Cilien bedingt. Diese Zerstörungen erstrecken sich auf ganze Körperregionen, wie z. B. eine Körperseite, einen Körperpol oder sonst grössere, geschlossene Bezirke, nicht aber, so wie bei den Initialstadien des früher beschriebenen Falles, auf Abschnitte einzelner, den Cilienreihen zugrundeliegender Meridiane. Auch die Art und Weise des Zerfallses ist hier etwas anders. (*Glaucoma maupasi*, Tafel 1 Abb. 20). Wenn vorhin (*Colpidium campylum*) der betreffende Meridianabschnitt lediglich Zerfallserscheinungen aufwies, ohne dabei seine Topik und die topographischen Beziehungen zu seiner Umgebung zu verändern, so treten hier mit den Zerfallserscheinungen auch gleichzeitig Veränderungen in letzterer Hinsicht auf: die Meridiane des Zerfallsbezirkes weisen mehr oder weniger starke Verwerfungen (Taf. 1 Abb. 20) auf, d. h. weichen von ihrer ursprünglichen Verlaufslinie ab, um sich stärker oder schwächer zu wellen, unter gleichzeitig starkem grobkörnigem Zerfall. Es entsteht der Eindruck, dass in den betreffenden Bezirken die Meridiane stark gedehnt worden sind, so eine Längenzunahme erfuhren, die nach Aufhören des dehnen den Moments nicht zurückging sondern zur Wellung wurde und

als solche bestehen blieb. Die Dehnung scheint von teilweiser Verflüssigung begleitet zu sein, da die dissoziierte argentophile Substanz der Meridiane (oder Silberlinien im allgemeinen) wie wellig verschwennt oder abgeschwennt erscheint. Uebermässig grosse, die Oberfläche der betreffenden Tiere ausbulende, pralle Vakuolen, die an erhitztem Material (vgl. Lebendbefunde) nicht selten zu beobachten sind und dort, wo sie ein entsprechendes Mass erreichen, von Koordinationsstörungen der Cilienarbeit begleitet sind, mögen die Dehnung und den Zerfall bewirken. Durch den Wasserverlust während der Entquellung fällt die Vakuole in sich zusammen und die, nach dem Schwund der Tiefendimension für die nun flächige Vakuolenbasis zu lang gewordenen Meridiane falten sich, bilden transversale Wellen. Dieser Verwerfungszerfall kommt nicht ausschliesslich bei Schädigung durch Hitze, sondern auch nach Einwirkung anderer Schädlichkeiten (vgl. z. B. NaCl) vor. In einer Modifikation, bei der die vorhergehende Dehnung der Silberlinie fast unterbleibt und nur das eigenartige, transversal-strahlige Zusammenfliessen der grobkörnig dissoziierten argentophilen Substanz übrig bleibt, kommt diese Zerfallserscheinung auch bei einfach entquollenen Präparaten hie und da vor.

Geht die Dehnung oder Blähung bis zum Platzen der Pellikula, die sich dann in Fetzen unschlägt, so reissen die Silberlinien und schlagen sich an den betreffenden Stellen mit der Pellikula um, wodurch Verhältnisse entstehen, wie sie die Abb. 21 auf Tafel I wiedergibt.

Ein merkwürdiges Silberbild bleibt nun noch zu schildern. In Präparaten, in denen die Hitzeinwirkung ein kräftiges Exitationsstadium und darauffolgendes Koordinationsausfall bei etlichen Tieren (*Glaucoma maupasi*) auslöste, zeigen sich nach der Versilberung hie und da Tiere, deren Silberliniensystem nach dem Dispersionstyp völlig zerfallen ist, während ihre Cilien als durchaus intakte Gebilde durch Imprägnierung dargestellt sind (Abb. 22, Taf. I). Cilien kommen durch die Entquellungs-methode zwar selten zur Darstellung (die Gründe hierfür habe ich seinerzeit, - 1929, angeführt) aber die prinzipielle Möglichkeit dazu ist, wie diesbezügliche Präparate zeigen, gegeben, die Bedingungen, unter welchen eine Darstellung dieser empfindlichen Gebilde eintritt sind selten vorhanden, umso mehr, wenn beachtet wird, dass das Silberliniensystem und die ihm angeschlossenen

Gebilde eine artlich und besondere individuell jeweils verschiedene Widerstansfähigkeit gegen alle Arten von Schädlichkeiten aufweist (vgl. auch alle späteren Befunde). Wenn nun ein Silberbefund intakte Cilien bei völlig dispergiertem Silberliniensystem aufweist und zwar in verschiedenen, im Entquellungs-moment fixierten Bewegungsphasen (wie zu unterscheiden ist, ob eine Cilie im Momente der Entquellung noch schlug oder bereits bewegungslos und tot war, darüber vgl.: Klein, 1929), so ergibt sich daraus, dass die Cilie, um überhaupt schlagen zu können, weder Basalkorn noch Silberliniensystem nötig hat. Die Koordination der Arbeit der einzelnen Cilien ist in diesen Fällen aber verloren, was sich unschwer aus den regellosen, nicht aufeinander abgestimmten Phasen der einzelnen Cilien abnehmen lässt (Abb. 22, Tafel 2).

Die entsprechenden Lebendbefunde (die bereits gegebenen und später folgende) zeigen nun das Gleiche von einer anderen Seite: sie zeigen Ciliengruppen die unkoordiniert schlagen und der Silberbefund an den betreffenden Tieren ergibt dann ein Silberliniensystem, dass die, der Koordinationsstörung entsprechenden Schädigungen resp. Zerstörungen aufweist. Arbeitet die Gesamt-Giliatur unkoordiniert, dann ist das gesamte Silberliniensystem zerstört. Der letzte Silberbefund beweist vor allem und zwar durch die Tatsache, dass intakte Cilien durch Imprägnierung dargestellt werden, dass Cilien nach der Zerstörung des Silberliniensystems erhalten bleiben können.

Im Verlaufe der Wärmexperimente wurde auch versucht, wie starke Erhitzung bzw. Eindampfung auf das Silberliniensystem wirkt, nicht um noch irgend welche Lebendbefunde zu erhalten, aber vielleicht durch einen plötzlichen Hitzeanstieg bis bzw. über Siedetemperaturen hinaus eine günstige Konservierungsmöglichkeit für das Silberliniensystem zu finden. Dies war nicht der Fall. Es ergaben sich folgende Silberbefunde (Lebendbefunde natürlich nicht, denn die Tiere waren sofort tot). *Glaucoma maupasi*, *Chilodon* und *Cyclidium* wurden auf demselben Glas und zwar mit plötzlichem Temperaturanstieg der Siedehitze des Wassers ausgesetzt bis der Tropfen eingedampft war. Alle drei Arten zeigten in sämtlichen Individuen ein total dispergiertes Silberliniensystem mit besonderer Schwärzung um den Kern herum. Bei *Chilodon* waren die Cilienreihen durch verklump-

te Relationskornreste noch angedeutet. In einem anderen, gleichbehandelten Präparat zeigte *Chilodon* sogar stellenweise in der Dispersionsschicht noch Gitterspuren, während die beiden andren Arten auch nicht andeutungsweise einen derartigen Hinweis auf die ursprüngliche Form des Systems zeigten. Wurde der Tropfen mit den Tieren nicht eingedampft sondern nur bei geringerer Temperatur in der Wärme rasch getrocknet, so ergaben sich schon andere Resultate und zwar in verschiedenen Präparaten verschiedene. Einmal reagierten die 3 Arten folgendermassen: *Cyclidium* - Strukturzustand durchaus positiv, *Chilodon* - Strukturzustand nur hie und da positiv, *Glaucoma maupasi* - Strukturzustand in keinem Fall positiv aber der Formzustand noch gut zu erkennen. Dieser bewegt sich innerhalb des normalen Intervalls nach Vereinfachung des Systems. Ein andermal ergaben dieselben Arten bei der gleichen Behandlung stark negativen Strukturzustand ihres Silberliniensystems, das russig-schlackige Zerfallserscheinungen zeigte.

Zusammenfassend lässt sich nun über die Einwirkung von Wärme auf das Silberliniensystem folgendes aussagen. Durch Erwärmung wird zuerst die Ausstossung der Protrichocysten bzw. Trichoocysten bewirkt, wodurch am Silberliniensystem alle diesbezüglichen, im normalen Intervall liegenden Formzustände entstehen. Steigt die Temperaturhöhe, so treten weitere Veränderungen am Silberliniensystem auf und zwar weniger in der Richtung nach besonderen Form- sondern in der Richtung besonderer negativer Strukturzustände. Das besondere an diesen ist, dass sie sich nicht gleichmässig über das ganze Silberliniensystem erstrecken sondern partiell, knapp neben völlig intakten Systemteilen auftreten. Durch diesen Zerfall werden gewisse Cilienbezirke aus dem Silberliniensystem und wie der Lebendbefund zeigt, aus der Koordination herausgeschnitten.

Bei der Erwärmung zeigte sich die merkwürdige Tatsache, dass in Absicht auf Veränderungen des Silberliniensystems weder die einzelnen Arten noch die Individuen ein und derselben Art auf eine bestimmte, noch unterhalb der tödlichen Grenze liegenden Temperatur gleich reagieren, vielmehr ergaben sich artliche und individuelle Verschiedenheiten in der Reaktion und im Reaktionsanfall. Das Silberliniensystem zeigt sich widerstandsfähiger bei Tieren, die weder

Trichoocysten noch Protrichocysten (*Cyclidium*, *Chilodon*) führen, die also in dieser Beziehung primitiver sind.

Silberliniensysteme mit angeschlossenen Protrichocysten (z. B. *Colpidium campylum*, *Glaucoma maupasi*) zeigen sich weitaus empfindlicher. Vielleicht deshalb, weil hier ein Ursachenkomplex zu formativer Reaktion gegeben ist, der in der ersten Gruppe fehlt.

Ueber die Beziehungen zwischen Lebendbefund und Silberbefund noch folgendes.

Der Lebendbefund für alle unter normalen Bedingungen in einem Präparat gehaltenen normalen Ciliaten wird gleich sein und auf normale Lebensäusserungen lauten. Zwischen ihm und dem Silberbefund liegt die Entquellung. Wenn diese, oder eigentlich die ihr möglichen Schädlichkeiten, nun auf alle Tiere eines solchen Präparates in gleicher Weise einwirkte bzw. einwirkten, so müsste auch der Silberbefund, soweit er den Strukturzustand des Silberliniensystems betrifft, für alle diese Tiere gleich sein, so wie es der Lebendbefund war. Da aber die Entquellung, auf Grund der artlich und individuell verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Silberliniensystems gegenüber äusseren Einflüssen (Schädlichkeiten), verschieden auf dieses System wirkt, einmal, bei gegenwärtig geminderter Widerstandsfähigkeit als aktuelle, den Strukturzustand des Silberliniensystems beeinflussende Schädlichkeit, das anderemal, bei gegenwärtig grösserer Widerstandsfähigkeit, als wirkungslos bleibende Potenz einer solchen, so werden die Silberbefunde innerhalb gewisser Grenzen verschieden sein. Die negativen Strukturzustände die sich unter diesen normalen Verhältnissen ergeben und die früher an Hand von Abbildungen (2, 4, 6) besprochen wurden, bilden das normale Intervall des negativen Strukturzustandes. Werden diese normalen Verhältnisse durch experimentell zugeführte Schädlichkeiten verändert, so kann durch diese Schädlichkeiten die Widerstandsfähigkeit des Silberliniensystems gegen negative Strukturzustände schon während des Lebens der Tiere gemindert oder gänzlich aufgehoben werden, wodurch dann in der Entquellung oder schon vorher, viel schwerere Strukturzerstörungen auftreten, die das normale Intervall um vieles überschreiten. Von diesem Plus an Schädigung sind die dem normalen Intervall entsprechenden Veränderungen, wie bereits erwähnt, in Abzug zu

bringen, um die spezifische Wirkung der betr. Schädlichkeit rein zu erhalten. Schädlichkeiten wirken nicht immer auf Zerstörung des positiven Strukturzustandes, sondern zeitigen im gleichen Masse Formzustände, die das normale Intervall überschreiten. Formzustände entsprechen immer *unmittelbar* dem Leben, denn sie können nur während des Lebens entstehen; jeder Formzustand kann aber, infolge der eben dargelegten Verhältnisse sowohl in positiven als in negativen Strukturzuständen vorliegen. Negative Strukturverhältnisse durch einsetzende Entquellungsschädlichkeiten entstehen normalerweise erst während des Absterbens oder knapp vorher, haben deshalb mit postmortalen Veränderungen an sich nichts zu tun. Bei Einwirkung von Schädlichkeiten können sie bereits während des Lebens, besonders partiell, im Silberliniensystem entstehen, was in jedem Falle durch den Lebend- und den Silberbefund in der entsprechenden Form zum Ausdruck kommt.

Jeder Silberbefund entspricht somit dem zugehörigen Lebendbefund entweder unmittelbar, wenn positiver Strukturzustand vorliegt, oder mittelbar, über die entsprechenden negativen Strukturzustände. Zwischen diesen beiden Größen bestehen immer entweder unmittelbare oder mittelbare Beziehungen, nie sind sie zueinander beziehungslos.

In einem zweiten, bald folgenden Teil werden die Untersuchungen auf Schädlichkeiten weitergeführt, dann Zusammenfassung und Literaturnachweis gegeben.

## Gli infusori dell'apparato digerente degli erbivori sono indispensabili per la vita dei loro ospiti?

(NOTA I.)

Agli Infusori ciliati del tubo digerente degli erbivori venne attribuita importanza, dal punto di vista fisiologico, da quegli stessi Autori che per i primi parlarono di essi. Infatti nel 1843 il GRUBY e DELAFONT non si limitarono alla sola descrizione di questi Infusori, ma richiamarono anche l'attenzione sulla loro funzione in rapporto alla nutrizione degli ospiti.

È superfluo che io stia qui a fare una rassegna storica, dettagliata, degli studi di questi Infusori (rimando il lettore allo studio dell'USUELLI apparso nel 1930 sulla Clinica Veterinaria); ma mi limiterò a ricordare che dopo i citati autori fu il COLIN che nel 1854 diede una descrizione più veritiera di essi e che i primi veri studi sulla sistematica dei Ciliati parassiti dell'intestino vennero fatti dallo STEIN, e in seguito una folta schiera di studiosi continuarono le ricerche arricchendo sempre più la bibliografia, in questo campo, con la descrizione di nuovi tipi di Infusori, diversi nelle diverse specie di erbivori, non solo, ma anche nei vari compartimenti del tubo digerente di uno stesso individuo.

Il problema, però, più importante, quello stesso cioè prospettato dagli scopritori degli Infusori negli erbivori, doveva attendere fino ai giorni nostri per essere affrontato in pieno ed è stato soprattutto per opera del MANGOLD e della sua scuola, nonché di quella dello SCHWARZ e del BECKER che esso venne studiato a fondo.

Ma per quanto illustri fossero gli studiosi, tale problema è lontano dall'esser completamente risolto, dato che i risultati ottenuti sono spesso discordi. Si è veduto infatti che gli Infusori inglobano i granuli d'amido e lo trasformano in glicogene, ma non si sa con precisione quale importanza abbia questo fatto