

Reaktionen des neuroformativen Systems bei Beute-Infusorien im Leibesinnern eines Raub-Infusors.

Nebst entsprechenden
Lebendbeobachtungen und allgemeinen Randbemerkungen.

Von Bruno M. Klein.

Mit Tafel V.

Das Raub-Infusor, das hier auftritt, ist *Leucophrys patula* Ehrb. Sein Partner, das Beute-Infusor, *Colpidium campylum* Stokes. Diese beiden Arten wurden nicht mit Absicht zusammengebracht, sondern traten spontan in ein und derselben Kultur auf. Und wenn diese nur von den genannten beiden Arten bevölkert gewesen wäre, so erschien es fast selbstverständlich, daß das kleinere, äußerlich dazu völlig geeignete Tier die Beute des großen Räubers wird. Da aber die betreffende Kultur noch andere, äußerlich dazu ebenfalls geeignete Arten enthielt, wie *Colpidium colpoda* Ehrb., *Glaucoma scintillans* Ehrb., *Glaucoma pyriformis* (Ehrb.) Schew., *Cyclidium*, *Chilodonella uncinata* Ehrb. und *Vorticella* in frei schwimmenden Exemplaren, so erscheint es merkwürdig, daß von *Leucophrys*, wie es die Lebendbeobachtung zeigt, *Colpidium campylum* allen anderen Tieren vorgezogen wird. Man könnte geradezu sagen, da das Gegenteil nicht zu beobachten war, daß in vorliegendem Fall ausschließlich *C. campylum* von *Leucophrys* genommen wurde. Aber die Vorliebe des Räubers gerade für diese Art tritt nicht nur in unserem Fall hervor, sondern wurde auch schon früher, und zwar von Kah1 (1930, S. 324) festgestellt. Einen Grund für diese Vorliebe anzugeben, wäre nicht leicht. So ist z. B. eine ganz bestimmte Größe der Beute für das betreffende Verhalten nicht ausschlaggebend, denn *C. campylum* ist nicht auf eine bestimmte, unabänderlich gegebene Größe festgelegt, sondern schwankt in dieser Beziehung ziemlich beträchtlich, und zwar zwischen 50 und 120 μ . Es kann dieses Tier also fast das Dreifache seiner untersten Größenstufe erreichen. Die verschiedenen Größen der übrigen in der Kultur noch vorhanden gewesenen Tiere liegen fast alle gänzlich innerhalb der bei *C. campylum* gegebenen diesbezüglichen Spanne: *Colpidium colpoda* 100—150 μ , *Glaucoma scintillans* 40—75 μ , *Glaucoma pyriformis* 30—80 μ , *Cyclidium* 15—60 μ , *Chilodonella uncinata* 50—90 μ und *Vorticella* 50 μ .

Diese Verhältnisse zeigen wohl deutlich, daß die Vorliebe von *Leucophrys* für *C. campylum* nicht auf dem starren Wert einer bestimmten Größe der Beute beruhen kann.

Da wesentliche Unterschiede in Bau und Verhalten bei einander so nahestehenden Arten wie *C. campylum*, *C. colpoda* und *Glaucoma* auch nicht ersichtlich sind, so bleibt es weiterhin rätselhaft, worin sich die besprochene Vorliebe gründet. Sie ist vorläufig eine merkwürdige, noch nicht aufgeklärte Tatsache.

Wie die Beute gewählt und aufgenommen wird und wie ihr Schicksal dann im Innern des Räubers weiter abläuft, zeigt die Lebendbeobachtung, aus der jene Fakten, die zum Verständnis des später Folgenden notwendig sind, hier kurz angeführt seien.

Der durch das Schlagen der kräftigen, den Mundrand umstellenden Wimperorganellen erzeugte, auf den Mund gerichtete Sog schafft eine Zone verminderter Widerstandes im Medium, die auf Tiere entsprechender Größe so wirkt, daß diese schließlich bis an den Zellmund des Räubers gelangen. Dieser öffnet sich aber nicht allen beliebigen Ankommenden, sondern nur jenen, die nach einer Prüfung als der „richtige Bissen“ gewählt werden. Entspricht das Tier als Beute nicht, handelt es sich also in unserem Fall nicht um *C. campylum*, dann dreht *Leucophrys* ab, um den Sog nach einer anderen Seite zu richten. Ist schließlich die gewünschte Beute am Mund, was bei dem massenhaften Vorhandensein von *C. campylum* nicht lange dauert, dann öffnet sich der Mund, um die Beute aufzunehmen. Im einzelnen geschieht dies folgendermaßen: Die „Lippen“ des Mundes, d. h. seine cilien- und membrantragenden Ränder, umgreifen, ständig klaffend, das Mundfeld, das, einem Gaumen vergleichbar, die Schlundöffnung durch Anliegen verschließt, solange nicht Nahrung aufgenommen wird. Drückt aber ein Bissen an diese „Gaumenwand“, dann gibt sie nach, der Schlund wird frei und die Beute gelangt in das Innere des Räubers. Daß der Bissen tatsächlich gegen den „Gaumen“ drückt, dafür sorgen die starken Cilien der Mundränder, die, sobald die Sachlage so weit ist, durch eine Art beklopfenden Schlag die Beute gegen das Mundfeld drängen. Das Schlingen geht nicht so plötzlich vor sich wie das Fallen eines Körpers durch ein Loch, sondern braucht etliche Zeit, während der sich der Räuber, die Beute fortwährend „beklopft“, um seinen hinteren Pol langsam und ruckweise dreht, mit der Rückseite voran. Während dieses Vorganges gelangt die Beute immer tiefer in den Schlund, passiert ihn, der „Gaumen“ schließt sich und die Beute findet sich nun, in eine große Vakuole eingeschlossen, im Entoplasma von *Leucophrys*. In dieser Vakuole schwimmt nun das gefangene Tier, gehemmt allerdings durch die Enge des zur Verfügung stehenden Raumes, mit ganz normalen, völlig richtig koordinierten Bewegungen. Das Beutetier lebt also in diesem Stadium noch gänzlich un-

geschädigt weiter. Bald aber wird diese Bewegung langsamer und schwächer, außerdem macht sich eine Volumverminderung des Körpers bemerkbar und auch die längliche Körperform verrundet sich, aber die durch koordinierten Cilienschlag hervorgerufene Bewegung, jetzt ein nach und nach langsamer werdendes Rotieren, ist noch ziemlich lange vorhanden, als Zeichen dafür, daß das Tier noch immer lebt!

Da kein plötzlicher Tod das Leben des Tieres beendet, die betreffenden Bedingungen vielmehr erst nach und nach tödlich wirken, hat das Tier Zeit, auf diese, gegen das frühere Freileben so sehr veränderten Bedingungen in seiner Art zu reagieren. Und tatsächlich treten auch diesbezügliche Reaktionen ein. Etliche derselben zeigten bereits die Lebendbeobachtung: Volumverminderung, eine in Verrundung bestehende Formänderung und damit verbunden die Änderung der durch die Raumenge unmöglich gewordenen Fortbewegung in eine rotierende Bewegung.

Wenn die letzte Spur von Eigenbewegung verschwunden ist, braucht das Tier deshalb noch immer nicht tot zu sein. Als Zeichen eingetretenen Todes ist vielmehr etwas anderes anzusehen: Das Aufhören der Verrundung zugunsten der ursprünglichen längsovalen Gestalt des Tieres. Dieses Zurückfedern in die alte Form weist darauf hin, daß jene endogene Kraft, die das Tier verrundete, geschwunden ist und jetzt die Form nur mehr durch die ursprünglichen Elastizitätsverhältnisse der noch intakten Pellicula bedingt ist.

Die Pellicula wird nach und nach auch angegriffen, durch fortschreitende Verdauung zerstört, die Form löst sich jetzt überhaupt auf, worauf die Tierleiche bröckeligen Zerfall zeigt. Der unverdauliche Rest dieser Bröckel wird schließlich durch die Cytophyse in Form eines ovalen Kotballens ausgestoßen. Die betreffende Nahrungsvakuole hat damit auf ihrer Wanderung durch das Entoplasma ihr Endziel erreicht und verschwindet. Inzwischen haben sich aber schon etliche, je nach Hunger und Beutegelegenheit mehr oder weniger neue Nahrungsvakuolen gebildet. Ein halbes Dutzend von ihnen kann leicht gleichzeitig vorhanden sein. Jede dieser aufeinanderfolgenden Vakuolen zeigt ein bestimmtes Stadium der Reaktion bzw. des durch Verdauung bewirkten Zerfalls des Beutetieres, so daß die Entwicklung der einzelnen diesbezüglichen Phasen auseinander, ihr Zusammenhang, eindeutig festzustellen ist.

Die Betrachtung dieser Phasen läßt es durchaus begreiflich erscheinen, daß die alten mikroskopierenden Forscher von „hüpfernden Embryonen“ im Leibe von Infusorien, wofür sie die in den Vakuolen noch lebhaft sich bewegenden Beutetiere hielten, berichteten und auch deren „Geburt“, sie nahmen dafür die Defäkation, beschrieben.

Da die Lebendbeobachtung Reaktionen zeigt, die sich auf Form und

Bewegung beziehen, Form und Bewegung aber durch das neuroformative System gesteuert werden (Klein, 1932, 1934, 1936, 1937), so ergibt sich die durch die genannte Beziehung gerechtfertigte Frage, ob das neuroformative System selbst nicht auch reagiert, d. h. formative bzw. strukturelle Reaktionen (Klein, 1934, 1934/35) zeigt. Es ist dies sehr wahrscheinlich, denn Einwirkungen experimentell gesetzter Schädlichkeiten (Klein, 1934, 1934/35) rufen solche Reaktionen hervor und in vorliegendem Fall handelt es sich ja auch um eine auf *C. campylum* einwirkende Schädlichkeit, die allerdings nicht experimentell, sondern durch einen natürlichen Ablauf gesetzt wird.

An geeigneten, mit meiner Silbermethode (Klein, 1926, 1935) hergestellten Präparaten läßt sich das Verhalten des neuroformativen Systems bei *C. campylum* im Leibesinneren von *Leucophrys* durch alle jene Phasen verfolgen, die das Beutetier von seiner Aufbringung bis zur Ausstoßung seiner unverdaulichen Reste zu durchlaufen hat.

Das neuroformative System von *C. campylum* bietet schon in der ersten diesbezüglichen Phase, die mit vollendet Einverleibung einsetzt, ein vom normalen Befund (Fig. 2 auf Tafel V) so abweichendes Bild (Fig. 3 a auf Tafel V), daß es auf Grund dieses Bildes allein nicht mit Sicherheit *C. campylum* zugeordnet werden könnte. Es zeigt sich zwar ein Streifensystem (Klein, 1928, S. 255), aber ein Vergleich mit dem System freilebender Tiere (Fig. 2 auf Tafel V) ergibt allerlei Veränderungen, die an den beiden eben angezogenen, bei gleicher Vergrößerung aufgenommenen Bildern auffallen.

Diese erste Stufe der Veränderung des neuroformativen Systems von *C. campylum* tritt unmittelbar nach Aufnahme in die Nahrungsvakuole von *Leucophrys* ein und gibt Anlaß zu den folgenden drei Fragen: 1. Worin besteht diese Veränderung? 2. Wodurch ist sie bedingt? und 3. welche Eigenschaften des neuroformativen Systems werden durch sie offenbar?

Die erste Frage ist aus den betreffenden Bildern ohne weiteres zu beantworten: Das neuroformative System des erbeuteten Tieres erscheint in seinen Teilen zusammen gedrängt, in dieser Beziehung verdichtet. Die Abstände zwischen den einzelnen Meridianen sind geringer geworden und auch die Meridianlängen haben sich verkürzt. Außerdem fällt auf, worauf bei Besprechung der nächsten Stufe noch zurückzukommen sein wird, daß die im neuroformativen System gegebene Formation des Zellmündes verschwunden ist. Und zwar nicht nur bei den abgebildeten Exemplaren (Fig. 3, 4 und 5 auf Tafel V), sondern bei allen untersuchten Stücken dieser Stufe. Eine solche Rückbildung der betreffenden Formation kommt unter entsprechenden Bedingungen, z. B. unter der Einwirkung von Schädlichkeiten zustande. Experimentell konnte ich

das nachweisen am neuroformativen System von *Glaucoma pytiformis* (Ehrb.) Schew. (Klein, 1934/35): Nach 36stündigem Aufenthalt in 0,01%iger NaOH-Lösung war die sehr große und auffallende, gegen *Leucophrys* sehr ähnliche, Mundöffnung der, der Schädlichkeit ausgesetzt gewesenen Tiere verschwunden und die zugeordnete Formation im neuroformativen System bis auf eine gerade noch wahrnehmbare Spur zurückgegangen.

Aber auch unter entsprechenden natürlichen, also nicht experimentell gesetzten Bedingungen kommt es zu einer bis zum Schwund fortschreitenden Rückbildung der dem Cytostom zugeordneten Fibrillenformation, so daß das Cytostom selbst in dem Maße, in dem seine unmittelbare Existenzgrundlage (Klein, 1927, 1928, 1932) schwindet, sich mehr und mehr zurückbildet, bis schließlich nichts mehr von ihm übrig ist: Derartiges veranlassen in der Natur jene Bedingungen, die zur Encystierung führen. Diese Bedingungen sind entweder rein äußerlicher Natur, z. B. die ungünstigen Lebensbedingungen, die eine zu Dauerformen führende Encystierung veranlassen, oder sie sind innerlich gegeben, wenn eine Encystierung zum Zwecke der Teilung erfolgt, wie z. B. bei den Teilungscysten von *Colpoda* (Klein, 1929, S. 185—186).

Daß sowohl äußere wie auch innere Einwirkungen zu dem gleichen Ergebnis führen, ist deshalb bemerkenswert, weil sich so zeigt, daß das neuroformative System von außen und von innen beeinflußbar ist und auf Beeinflussungen von beiden Seiten entsprechend reagiert.

Diese Reaktionen sind Indikatoren für den Empfindlichkeitsbereich des neuroformativen Systems.

Zurückkommend auf den besonderen, uns vorliegenden, Fall ist nun noch folgendes zu sagen: Die von außen auf erbeutete Stücke von *C. cAMPYLOM* einwirkende Schädlichkeit, die im neuroformativen System die zum Verschwinden des Cytostoms führende formative Reaktion auslöst, ist in der, in steigendem Maße Verdauungssäfte aufnehmenden, Vakuolenflüssigkeit von *Leucophrys* gegeben. Die betreffende Reaktion hält sich somit ebenfalls völlig in dem vorhin gezeigten Rahmen.

Auffallend ist auch bei dieser Reaktion die Raschheit, mit der sie abläuft: In wenigen Sekunden, denn länger dauert der betreffende Zustand nicht, ist sie vollendet. Wieder ein Beispiel dafür, wie schnell formative Reaktionen am neuroformativen System ablaufen können. Erinnert sei bei dieser Gelegenheit an ein anderes schönes Beispiel zu dieser Angelegenheit: An die formativen Reaktionen an den Meridianen 2. Ordnung bei *Colpidium*- und *Glaucoma*-Arten anlässlich des Wiederanschlusses einer neuen Protrichocystengarnitur nach Verbrauch der alten (Klein, 1928, 1932).

Die Tatsache, daß bei Infusorien ein Organell wie der Zellmund, die Eingangspforte ins Leibesinnere, unter Bedingungen, die seine Funktion

für das Tier schädlich oder zwecklos werden lassen, nicht nur seine Funktion einstellt, sondern seine Existenz überhaupt aufgibt, zeigt eindringlich die Plastizität der Organisation, aber insbesondere die Plastizität des neuroformativen Systems, das ja Form und Umformung aller ektoplasmatischen Bildungen steuert und beherrscht (Klein, 1927, 1928, 1932, 1934). Diese verändern sich unter dem Einfluß des neuroformativen Systems so, wie sich die Bilder in einem Kaleidoskop unter dem Einfluß entsprechender, seine farbigen Bildelemente immer neu ordnenden, Bewegungen verändern. Dieser Vergleich versinnbildlicht auch die letzten Endes dynamische Natur der betreffenden Umformungen, wobei es gleichgültig ist, daß die formende Kraft in einem Fall von außen kommt, im anderen Fall hingegen im System selbst liegt. Weiterhin ist es für diesen Vergleich auch unbedeutend, daß die diesbezüglichen Veränderungsmöglichkeiten in einem Fall unbegrenzt sind, während sie sich im anderen Fall in bestimmten Grenzen halten.

Die eben aufgezeigte Umformung im neuroformativen System, die zu Umbildungen, hier im besonderen zur Rückbildung eines ektoplasmatischen Organells, des Cytostoms, führt, ergänzt jene von mir früher beschriebenen zahlreichen Fälle (Klein, 1927, 1932, 1936, 1939), die anlässlich von Teilungs-, Konjugations- und Regenerationsvorgängen ablaufen und die eine durch Umformung im neuroformativen System bedingte Umbildung bzw. Neu- oder Rückbildung ektoplasmatischer Organellen, ihr „Werden und Vergehen“, zeigen und so die autoplastisch-formative Leistungskomponente des neuroformativen Systems zum Ausdruck bringen.

Nach Vorführung der diesbezüglichen Veränderungen am neuroformativen System ist die erste der vorhin gestellten Fragen erledigt. Es kommt nun die zweite dieser Fragen an die Reihe: Wodurch sind diese Veränderungen bedingt?

Für die zur Rückbildung des Cytostoms führenden Umformungen im neuroformativen System wurde die durch Einwirkung der Vakuolenflüssigkeit gegebene Schädlichkeit als Ursache bereits erwähnt.

Die unmittelbare Ursache des geschilderten Zusammenschrrens, der Verdichtung des neuroformativen Systems ist eine ziemlich ausgiebige Volumverminderung der erbeuteten Tiere, die sich vollzieht, sobald die Beute die Mundöffnung des Räubers passiert hat. Die Größe der eintretenden Volumverminderung drückt sich in folgenden Maßen aus: Die Länge von *C. campylum* beträgt für freilebende Tiere durchschnittlich 90 μ , für eben gefangene jedoch nur 40 μ ! Wie die Längenausdehnung um etwa die Hälfte sinkt, so sinken alle übrigen Dimensionen ungefähr im selben Ausmaße. Nur ungfähr, da die mit der

Volumverminderung gekoppelte, vorhin bereits erwähnte Verrundung der Form die Proportionen gegen das freilebende Tier etwas verändert. Die Wasserabgabe, durch die sich eine solche Volumverminderung nur vollziehen kann, erreicht hier ein Ausmaß, das nur noch bei einer anderen Gelegenheit im Leben von Infusorien erreicht wird: vor einer Encystierung.

Die Tatsache, daß das neuroformativē System in diesen Fällen seiner sich verkleinernden Unterlage, also dem um etwa eine Volumhälfte abnehmenden Zelleib folgen bzw. nachgeben kann, ohne mechanisch zerstört oder deformiert (Klein, 1940) zu werden, führt zu unserer dritten Frage: Welche Eigenschaften des neuroformativen Systems werden durch die betreffenden Veränderungen offenbar?

Die Eigenschaft des neuroformativen Systems, Wasser in gleichem Maße abgeben zu können wie der übrige Zellkörper, tritt ungestört nur unter gewissen Bedingungen hervor, die in vorliegendem Fall von *C. camylum* oder in Fällen von Encystierung gegeben sind, die aber nicht unter allen Bedingungen, die zu einer Wasserabgabe führen, vorliegen. Ein Beispiel: Bei der Entquellung¹⁾ von Ciliaten zum Zweck der Darstellung ihres neuroformativen Systems liegen manchmal in der betreffenden Richtung nicht optimale Bedingungen (Klein, 1934, 1934/35) vor und dann ist die Wasserabgabe von neuroformativem System und Plasma verschieden. Ein diesbezügliches Ergebnis zeigt die Fig. 6 auf Tafel V. Hier ist das Zellplasma stärker entquollen als das neuroformativē System, infolgedessen ist dieses stark deformiert. Die Einheit und Einigkeit von neuroformativem System und Plasma ist hier gestört, beide Gebilde sind nicht mehr in gleichem Maße reaktionsfähig gewesen. So verschiedenes Maß an Reaktionsfähigkeit ergibt sich dann, wenn sich im kritischen

¹⁾ Bei dieser Gelegenheit ein Hinweis auf eine sekundäre, nach bereits vollzogener Entquellung gelegentlich auftretende weitere Volumverminderung. Bei größeren Ciliaten, wie z. B. bei *Leucophrys*, tritt, nachdem das Tier bereits entquollen ist, nachträglich durch Synäresis nochmals eine geringe, mit Volumverminderung einhergehende Wasserabgabe ein. Dies läßt sich feststellen durch Marken, die während der Entquellung dadurch entstehen, daß andere, dem Rand des Tieres anliegende Zellen mitentquellen und so die ursprüngliche Ausdehnung ihrer Unterlage unmittelbar nach der Entquellung markieren. Ein Beispiel hierfür gibt Fig. 1 auf Tafel V: Dem Kontur von *Leucophrys* lagen etliche kleine Flagellaten (Entosyphon) während der Entquellung so an, daß sie von diesem Kontur teilweise umflossen waren, sich ihm einprägten, wonach alles erstarrte. Diese nur in unmittelbarem Kontakt möglichen Prägungen stehen später von der Prägeform weit ab, worin sich zeigt, daß der große Leib von *Leucophrys* nach der Entquellung nochmals eine sekundäre Volumverminderung erfahren hatte: Durch Synäresis. An den entsprechenden Marken ist in jedem Fall leicht und sicher festzustellen, ob eine sekundäre Volumsverminderung vorliegt und in welchem Ausmaß sie stattgefunden hat.

Moment neuroformatives System und Plasma in verschiedenen Zuständen befinden, wenn z. B. das eine noch lebt, das andere hingegen bereits teilweise oder gänzlich abgestorben ist (Klein, 1934, 1934/35, 1937). Im Falle der Figur 6 auf Tafel V ist das neuroformative System bereits tot oder in der betreffenden Richtung so geschädigt gewesen, daß es dem sich verkleinernden Zelleib nur mehr passiv folgen konnte. Im Falle *C. campylum-Leucophrys* (oder Encystierung) aber lebt das neuroformative System noch — wie das die richtige Koordination der Cilien beim diesbezüglichen Lebendbefund zeigt —, und dieses noch lebende neuroformative System folgt aktiv der eintretenden Verkleinerung eben durch eine formative Reaktion (Klein, 1934, 1934/35, 1936) und als solche steht sie in der betreffenden Phase nicht allein da, denn auch die vorhin bereits geschilderte, gleichzeitig ablaufende Rückbildung des Cytostoms vollzieht sich aktiv im neuroformativen System durch eine derartige Reaktion. Formative Reaktionen sind die Ursachen der betreffenden Abläufe und das Ergebnis, das sie zeitigen, durch aktive Leistung zustande gekommen, ist ganz anders als jenes, das durch passives Erleiden gezeitigt wird, wovon ein Vergleich der Figuren 3 a und 5 mit der Figur 6 auf Tafel V auf den ersten Blick hin sinnfällig überzeugt.

Aber noch etwas anderes wird durch diese Verhältnisse sinnfällig: Nämlich, daß sich das neuroformative System nicht als starres, stützendes „Skelettsystem“ verhält, dem auf Grund einer notwendigen Starrheit so plastisch-formative Reaktionen unmöglich wären, denn ein Skelett darf nicht nachgeben, darf nicht in dem geschilderten Maße nachgiebig und plastisch sein. Es müßte als festes Gitter seine ursprüngliche Form behalten, gleichgültig, was mit dem Plasmaleib geschieht, dem es aufsitzt. Es könnte höchstens zerbrechen, sich aber nie umformen; das alles nur in Absicht auf jene Auffassung, die durch v. Gelei (1939, dort weitere Literatur) in manchen Fällen für das neuroformative System oder Teile davon vertreten wird, eine Auffassung, mit der ich mich, abgesehen von früheren Gelegenheiten, in letzter Zeit eingehend auseinandergesetzt habe (Klein, 1941).

Die erste Phase der am neuroformativen System erbeuteter Stükke von *C. campylum* auftretenden Veränderungen, die eben geschildert wurden, dauert nicht lange. Sie geht kontinuierlich in eine nächste, die zweite Phase über, die nun zu betrachten ist. Sie führt das in der ersten Phase Angebahnte weiter, zeigt, was die vorhergegangenen Veränderungen bedeuten sollten. Ein Bild dieser zweiten Phase gibt die Figur 8 auf Tafel V.

Diese Figur ist sehr klar und muß es auch sein, damit die betreffenden Verhältnisse am neuroformativen System deutlich zum Vorschein kommen können. Die Klarheit ist hier deshalb besonders groß, weil zur

Aufnahme ein Exemplar gewählt werden konnte, das nicht von Plasma und neuroformativem System des Räubers, in dessen Leib es ja liegt, überlagert ist, denn in diesem Fall zerstörte eine bei *Leucophrys* regionär aufgetretene strukturelle Reaktion (Klein, 1937) durch Dissoziation die betreffenden deckenden Teile, die das abzubildende Tier jetzt nur mehr als „Schutzkolloid“ umgeben. Solche regionär ablaufenden strukturellen Reaktionen können bei allen Ciliaten während der Entquellung auftreten (Klein, 1937) und stellen sich im Übersichtsbild so dar, wie es die Fig. 7 auf Tafel V zeigt. Hier ist das neuroformativ System auf der linken Bildseite feinkörnig dissoziiert, während es auf der rechten Bildseite noch voll erhalten ist. Beide Zustände sind durch ein Übergangsfeld miteinander verbunden.

Nun wieder zur Figur 8 auf Tafel V. Die Veränderungen, die dieses nur mehr 30μ messende Tier an seinem neuroformativen System gegen die Norm an freilebenden Tieren zeigt, sind eine Steigerung der an der vorhergehenden Stufe vorhandenen Vorgänge: Die Verrundung des Tieres ist bis zur Kugelform gediehen und das neuroformativ System hat sich weiter verdichtet und sich der nun gegebenen Kugelform völlig angepaßt. Seine Meridiane weisen auf der einen Körperhälfte, im Gegensatz zu der anderen, Wellungen auf, sogenannte „Notenköpfe“ (Klein, 1927, 1930), von denen hier allerdings nicht mit Sicherheit zu sagen ist, ob der Anschluß der Protrichocystengarnitur jetzt in diese Form übergeht, wie z. B. bei *Paraglaucoma* (Klein, 1930), oder ob sie nur Wellungen bedeuten, bedingt durch die bei Annahme der Kugelform auftretende Volumerverminderung. Die Zirkularfibrille um den apikalen Pol ist deutlich (Klein, 1928).

Das Ganze der hier vorliegenden Veränderungen, die sich am neuroformativen System und am Zelleib von *Colpidium campylum* im Leibesinneren von *Leucophrys* vollziehen, die diesbezüglichen Veränderungen der vorhergehenden Stufe fortsetzend, weist völlige Übereinstimmung mit jenen Vorgängen auf, die sonst unter entsprechenden Bedingungen zu einer Encystierung führen (vgl. z. B. *Colpoda*, Klein, 1929, *Glaucoma pyriformis*, Klein, 1934/55, *Paramaecium*, Klein, 1928).

Die in der Verdauungsflüssigkeit der Nahrungsvakuole von *Leucophrys* gegebene Schädlichkeit löst also, wie andere Schädlichkeiten auch, die zur Encystierung führenden Vorgänge aus. Nur kann dieser Vorgang bei *C. campylum* im Leibesinneren von *Leucophrys* zu keinem Erfolg führen, zu keiner fertigen Cyste, da vorher die Verdauungssäfte den Tod des Tieres bewirken.

Jedenfalls zeigt sich, daß die besonderen Bedingungen, denen *C. campylum* in der Nahrungsvakuole von *Leucophrys* ausgesetzt ist, keine spezifische Reaktion in den betreffenden Tieren und ihrem neuroformativen

System auslösen, sondern nur jene Reaktion, die Schädlichkeiten gegenüber allgemein einsetzt und die auf Encystierung zielt.

Zusammenfassung.

1. Das neuroformative System von *Colpidium campylum* Stokes weist, sobald das betreffende Tier ins Leibesinnere von *Leucophrys* gelangt ist, Veränderungen auf, die vorerst aktiv als formative Reaktionen, später, nach eingetretenem Tod des Tieres, passiv ablaufen.
2. Die aktiven Veränderungen bestehen in einer Verdichtung des Systems, weiter in der Rückbildung der Fibrillenformation des Zellmündes, wodurch dieser selbst schwindet.
3. Mit diesen Veränderungen Hand in Hand geht eine Verrundung der Form des Tieres, bis schließlich die Kugelgestalt erreicht ist.
4. Durch Verdichtung und Vereinfachung des neuroformativen Systems sowie durch Resorption des Cytostoms wird die Form einer Cyste erreicht.
5. Die auf Encystierung zielenden Vorgänge sind eine Reaktion auf die in der Vakuolenflüssigkeit gegebene Schädlichkeit.
6. Die „Encystierung“ kann in diesem Fall das Tier nicht gegen den schließlich tödlich wirkenden Einfluß der Verdauungssäfte schützen. Es erliegt ihnen und nun setzen passive Veränderungen am neuroformativen System ein.
7. Sie bestehen in einem Zerfall dieses Systems.
8. Die aktiven Veränderungen, also die formativen Reaktionen, sind möglich, weil der Tod des Tieres nicht sofort nach der Aufnahme in die Nahrungsvakuole von *Leucophrys* eintritt, sondern erst nach einiger Zeit, in der die betreffenden Reaktionen ablaufen können.
9. Die Verdichtung des Systems wird unmittelbar bedingt durch eine ziemliche Volumverminderung des erbeuteten Tieres.

Schriftennachweis.

- Gelei, J. v. (1939): Das äußere Stützgerüstsystem des Paramaeciumkörpers. Arch. f. Protistenkunde, 92.
- Kahl, A. (1930): Wimpertiere oder Ciliaten. In „Die Tierwelt Deutschlands“.
- Klein, B. M. (1926): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. Arch. f. Protistenkunde, 57.
- (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ebenda, 58.
- (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ebenda, 62.
- (1929): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems der Ciliaten. Ebenda, 65.
- (1930): Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. Ebenda, 69.

- Klein, B. M. (1932): Das Ciliensystem in seiner Bedeutung für Lokomotion, Koordination und Formbildung mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. Ergebnisse der Biologie, 8.
- (1934): Strukturelle und formative Reaktionen des Silberliniensystems. Annales d. Protistologie, 4.
- (1934/35): Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten. 1 u. 2. Ann. d. R. Ist. Agrario di Milano, 4 u. 6.
- und Mißriegler (1935): Die Darstellung des Silberlinien- oder neuroformativen Systems nebst Grundsätzlichem zur Silbermethodik. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, 52.
- (1936): Beziehungen zwischen Maschenweite und Bildungsvorgängen im Silberliniensystem der Ciliaten. Arch. f. Protistenkunde, 88.
- (1937): Regionäre Reaktionen im Silberlinien- oder neuroformativen System der Ciliaten. Ebenda, 88.
- (1939): Silberliniensystem und Cytopygentätigkeit bei Colpidium. Ebenda, 92.
- (1940): Verschiedenartige Entformungen entquellender Ciliaten. Cytologia, 10.
- (1941): Äußeres Stützgerüst und neuroformatives System der Ciliaten. Annalen d. Naturhistor. Mus. Wien, 52.

Figurenerklärung zu Tafel V.

Sämtliche Präparate sind mit meiner Silbermethode hergestellt. Eigene Aufnahmen.

Fig. 1: Das Raub-Infusor *Leucophrys patula* Ehrb., Ventralansicht. Darstellung des neuroformativen Systems. c — Die große Formation des Zellmundes. Im Innern des Tieres zwei bereits bis zum völligen Zerfall ihres neuroformativen Systems angedaute Beutetiere — b. Am Rande des Tieres 3 Flagellaten (Entosyphon) — f. Durch Synäresis ist der Zelleib von *Leucophrys* nachträglich gegen den ihm oben anliegenden Geißler weit zurückgewichen. Vergr. 420mal.

Fig. 2: Das Beute-Infusor, *Colpidium campylum* Stokes, mit seinem neuroformativen System. Das obere Exemplar von ventral-rechtslateral, das untere Exemplar von dorsal. Die Vergrößerung, 420mal, ist gleich wie bei Fig. 1, so daß das Größenverhältnis beider Arten ersichtlich wird.

Fig. 3: *Leucophrys patula* Ehrb. Im Innern des Tieres fünf verschieden angedaute Beutetiere (*Colpidium campylum* Stokes). Bei einem derselben, a, ist das neuroformative System noch erhalten. Bei den übrigen, b₁—b₄, ist dieses System bereits zerfallen und in steigendem Maße (b₁ → b₄) machen sich die Wirkungen der Verdauung bemerkbar. Das Tier b₄ zerfällt bereits bröckelig. Vergrößerung 420mal.

Fig. 4: *Leucophrys patula* Ehrb. mit 3 Beutetieren. Auf diese, die man durch den über der Einstellebene liegenden Leib des Räubers durchsieht, ist scharf eingestellt. Zwei der Beutetiere (a₁ und a₂) zeigen noch deutlich ihr neuroformatives System. Beim dritten (b) ist dieses System bereits im Zerfließen. Vergrößerung 420mal.

Fig. 5: Zwei Beutetiere im Innern von *Leucophrys*. Stärker vergrößerte Partie aus Fig. 3. Die stärkere Vergrößerung zeigt deutlich, daß an einem Beutetier das

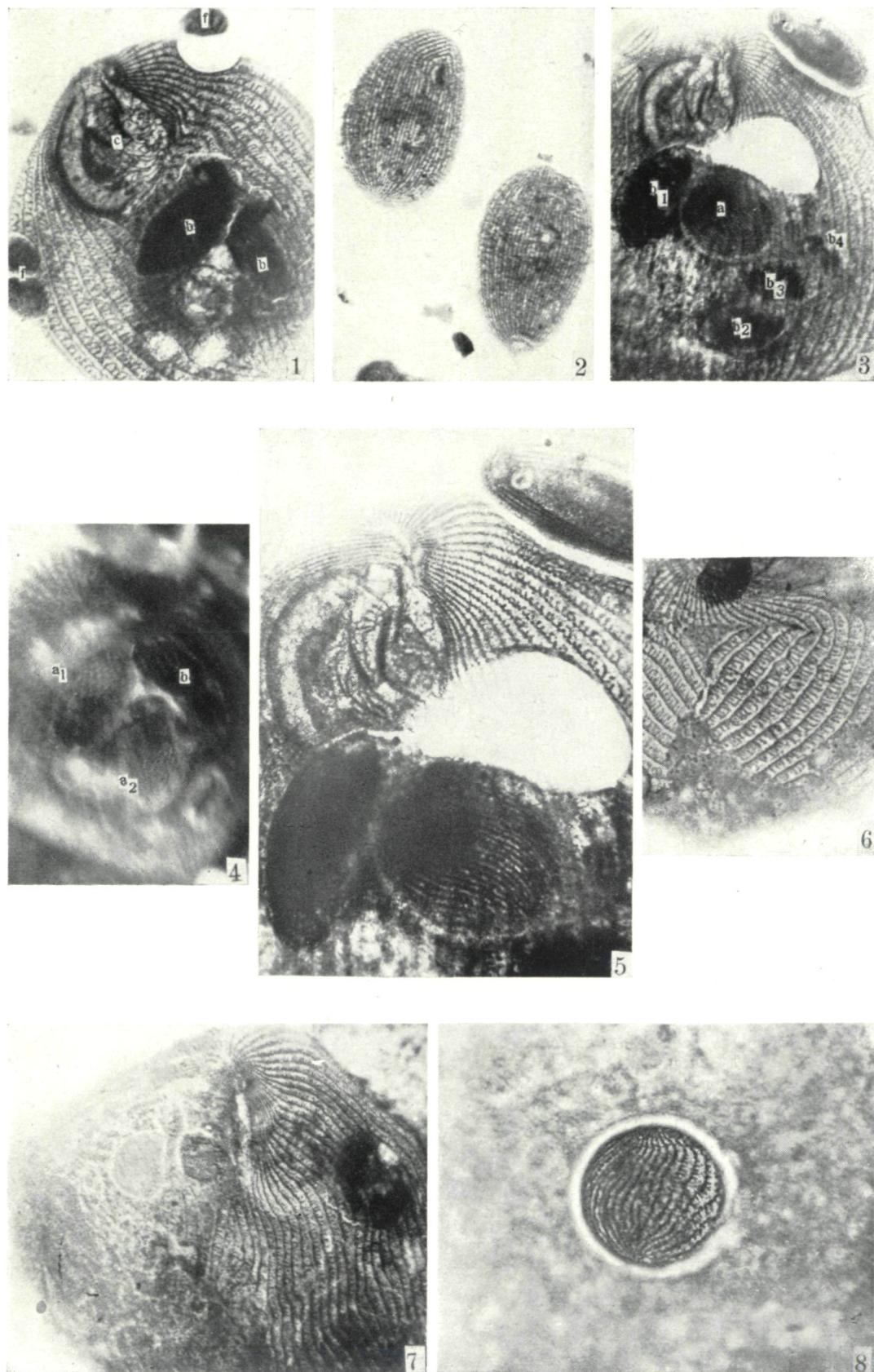
Reaktionen des neuroformativen Systems bei Beute-Infusorien usw. 65

neuroformative System noch gut erhalten ist, während es beim zweiten nur mehr als eine diffus geschwärzte Außenschicht erscheint. Oben sitzt dem Körper von *Leucophrys* eine *Chilodonella uncinata* Ehrb. auf. Vergr. 750mal.

Fig. 6: Faltungen und Verwerfungen des neuroformativen Systems von *Leucophrys*. Das Tier ist teilweise (unten) zerflossen. Vergr. 420mal.

Fig. 7: Zerfließungerscheinungen bei *Leucophrys patula* Ehrb. Links körniger Zerfall von neuroformativem System und Plasma, rechts ist beides intakt. Regionäre Reaktion. Vergr. 420mal.

Fig. 8: Ein Beutetier (*Colpidium campylum* Stokes) im Innern von *Leucophrys patula* Ehrb. Das durch eine fortgeschrittene formative Reaktion bereits weitgehend veränderte neuroformative System dieses Tieres erscheint besonders deutlich, weil der es überlagernde Körper des Räubers zerfallen ist. Vergr. 750mal.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien](#)

Jahr/Year: 1941

Band/Volume: [52](#)

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

Artikel/Article: [Reaktionen des neuroformativen Systems bei Beute-Infusorien im Leibesinnern eines Taub-Infusors. Nebst entsprechenden Lebendbeobachtungen und allgemeinen Randbemerkungen. Tafel V. 54-65](#)