Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Das neuroformative System der Ciliaten unter Zentrifugalkraftwirkung.

Von

Bruno M. Klein.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Eine Reihe von Untersuchungen (Klein, 1934—1937) über die Wirkung verschiedenster Einflüsse physikalischer bzw. chemischer Art auf das neuroformative System lebender Ciliaten erhält durch vorliegende Arbeit eine Fortsetzung.

Die Zentrifugalkraft wirkt auf die im Zentrifugenglas enthaltenen Tiere rein mechanisch als einseitig gerichteter Druck, der die Tiere gegen den Gefäßboden preßt, so daß ihre freie Eigenbewegung gehemmt wird und gegebenenfalls ganz aufhören muß. Es entsteht so Druckreiz, zu dem noch der Reiz der gehemmten Cilienarbeit kommen mag. Beide Arten von Reizen kann das Freileben den Tieren setzen, jedoch nie in der beim Zentrifugieren möglichen Stärke. Die betreffenden Versuche können zeigen, ob und wie die Tiere Reizstärken, die im Freileben nie erreicht werden, standhalten bzw. sie beantworten. Es ist dies deshalb der Feststellung wert, weil daraus hervorgehen kann, welche Sicherungsgrößen in der Zelle gegen an sich mögliche, in der freien Natur aber nie wirklich gegebene Reizstärken, vorgesehen sind.

Zur Ausführung der betreffenden Versuche werden dicht bevölkerte Kulturen verwendet. In die, vorher mit Wasser aus der betreffenden Kultur gefüllten, Zentrifugengläschen werden die mit einem Spatel abgehobenen Kahmhautstücke, an deren Unterfläche massenhaft Tiere „weiden“, eingetragen. Die Kahmhautstücke werden dann durch Rühren mit dem Spatel möglichst fein zerkleinert, damit nicht durch Sparrigkeit größerer Kahmhautstückchen beim späteren

Zentrifugieren drucklose oder druckverminderte Lücken in der ausgeschleuderten Masse sich bilden können, wodurch einzelne Gruppen von Tieren unter anderen Versuchsbedingungen stünden als die übrigen, nicht „überwölbten" Gruppen.

Nachdem die Tiere in der angegebenen Art in die Zentrifugengläser gebracht sind, beginnt das Zentrifugieren. Bei den anzuführenden Versuchen betrug die Umdrehungszahl einheitlich 1800 je Minute.

Da meine früheren Untersuchungen über die Einwirkung von Schädlichkeiten auf das neuroformative System, aus dem Grunde der leichten und massenhaften Beschaffbarkeit und wegen der in den Meridianen zweiter Ordnung vorliegenden, empfindlich auf Schädlichkeiten reagierenden Gebilde, hauptsächlich *Colpidium campylum* Stokes verwendet wurde, so wurden diese Tiere, um Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, in erster Linie auch dieser Arbeit zugrunde gelegt. In der verwendeten Kultur kamen, wenigstens in der Zeit der ersten Versuche noch vor: *Colpidium colpoda* Stein, *Glaucoma scintillans* Ehrbg. und *Euplotes*. In der Zeit des letzten Versuches enthielt die Kultur nur mehr *Colpidium campylum* Stokes.

Nach allen Versuchen werden die ihnen ausgesetzt gewesenen Tiere zuerst auf gegebenenfalls eingetretene Veränderungen in ihren Lebensäußerungen, besonders ihrer Bewegungen, untersucht: Lebendbefund.

Nachher werden sie in der gewohnten Art entquollen und versilbert (Klein, 1937/38), um strukturelle und formative Veränderungen, also eingetretene Reaktionen des neuroformativen Systems feststellen zu können: Silberbefund.

Versuche.

1. Dauer des Zentrifugierens 5 Minuten, Umdrehungszahl 1800 je Minute. Die in der Kultur vorhandenen Arten: *Colpidium campylum* Stokes, *Colpidium colpoda* Stein, *Glaucoma scintillans* Ehrbg. und *Euplotes*.

Lebendbefund: Die Tiere sind untereinander weder verklebt noch verbacken, sondern in dieser Hinsicht völlig für sich geblieben. Ihre Eigenbewegung ist erhalten und zwar bei der überwiegenden Mehrzahl in gänzlich normaler Weise. Etliche Tiere hingegen zeigen sich in ihren Schwimmbewegungen etwas benommen, d. h. sie ändern torkelnd fortwährend ihre Bewegungsrichtung und nähern sich erst nach und nach wieder der Norm. Diese Tiere gehören den beiden *Colpidium*-Arten und *Glaucoma* an. Die vorhandenen Exemplare von *Euplotes* zeigen nichts Besonderes.

Silberbefund: Struktur- und Formzustand durchaus im normalen Intervall (Klein, 1937), d. h. weder in der einen noch in der anderen Beziehung Befunde, die von denjenigen abweichen, die bei Entquellung ungestört lebender Tiere erhalten werden. Es liegt hier somit keine der besonderen Einwirkung entsprechende besondere Reaktion vor. Das heißt natürlich nicht, daß überhaupt keine Reaktion eingetreten ist; sie tritt nur nicht aus dem Rahmen der auch sonst innerhalb des normalen Intervalls auftretenden Reaktionen heraus.

Im einzelnen finden sich nun folgende Verhältnisse: Der Strukturzustand ist vorwiegend positiv und somit ist nichts weiter über ihn vorzubringen. Als einzige formative Reaktion finden sich bei einer Anzahl von Tieren (*Colpidium campylum* und *Colpidium colpoda*) jene Veränderungen an den Meridianen 2. Ordnung, die der stattgefundenen Ausstoßung der Protrichocysten entsprechen (Klein, 1928, 1934), d. h. diese Meridiane sind mehr oder weniger aufgeteilt, um neue Protrichocysten anschließen zu können.

Auffallend ist es, daß einmal weder alle Individuen einer Art die betreffenden Abläufe aufweisen, sondern nur ein bestimmter Hundertsatz und zweitens, daß dieser Hundertsatz bei verschiedenen Arten verschieden ist. Und zwar liegen im einzelnen die Verhältnisse so: Bei *Colpidium colpoda*, der empfindlichsten Art, kommen auf ein reaktionslos gebliebenes Tier, vier Tiere, deren Meridiane 2. Ordnung aufgeteilt sind. Auf Hundert reaktionslos bleibende Tiere kommen somit 400 reagierende Tiere. Bei *Colpidium campylum* kommt erst auf 16 reaktionslos gebliebene Tiere ein Tier mit entsprechend veränderten Meridianen 2. Ordnung, auf Hundert eingestellt: 100:25. Bei *Glaucoma scintillans* schließlich fehlt diese Reaktion bei allen Tieren. Die entsprechenden Verhältniszahlen sind somit für *Colpidium colpoda* 1:4 für *Colpidium campylum* 4:1 und für *Glaucoma scintillans* 1:0, wobei die erste Ziffer sich auf die reaktionslos gebliebenen Tiere und die zweite Ziffer sich auf diejenigen Tiere bezieht, deren Meridiane 2. Ordnung, nach Ausstoßen der Protrichocysten, in die entsprechenden Veränderungen eingetreten sind.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich, daß weder die einzelnen Individuen einer Art, noch die verschiedenen Arten gleich empfindlich gegen die hier gesetzte äußere Einwirkung sind, derselben vielmehr mit verschiedenen Widerstandsgraden gegenüberstehen, eine Tatsache, die auch anderen Einwirkungen gegenüber bereits festgestellt werden konnte (Klein u. Missriegler, 1936 a). Dem eintretenden Reiz gegenüber verhält sich *Colpidium colpoda* viermal

so empfindlich als *Colpidium campylum* und *Glaucoma* zeigt sich in dieser Beziehung unempfindlich.

Zu den angeführten Tatsachen sei erinnernd bzw. erläuternd bemerkt, daß die Ausstoßung der Protrichocysten immer auf Reiz hin erfolgt (Klein, 1928, 1934, 1936 a), so daß umgekehrt aus dem Eintreten dieses Vorganges oder dessen Ausbleiben in jedem Fall hervorgeht, ob etwas, dem ein Tier ausgesetzt war, schon als entsprechender Reiz wirken konnte oder nicht.

2. Dauer des Zentrifugierens 10 Minuten, Umdrehungszahl 1800 je Minute. Dieselben Arten wie unter 1. (die gleiche Kultur am gleichen Tag).

Lebendbefund: Im Gegensatz zu 1. sind die Bewegungen aller Tiere, ohne Ausnahme, völlig normal. Kein Tier zeigt mehr jene „Benommenheit", die vorhin bei einem geringen Hundertsatz festzustellen war. Da keine Bewegungsabweichungen mehr vorliegen, hat die gegen 1. doppelt so lange Zeit der Reizeinwirkung nicht eine Steigerung der Reaktion auf diesen Reiz gezeitigt, vielmehr eine allgemeine Gewöhnung an denselben ausgelöst. So eine Gewöhnung konnte früher schon bei Reizen anderer Art festgestellt werden (Klein u Missriegler, 1936 a).

Silberbefund: Dieser geht parallel mit dem Lebendbefund insofern, als in beiden Fällen sozusagen Beruhigung festzustellen ist: die lebenden Tiere zeigen keine Bewegungsabweichungen mehr und an den versilberten Tieren ist zu bemerken, daß der Hundertsatz jener Individuen, deren Meridiane zweiter Ordnung die, nach der Ausstoßung der Protrichocysten einsetzende formative Reaktion aufweisen, zurückgeht. Also ist auch in dieser Hinsicht Gewöhnung eingetreten. Um Mißverständnisse zu vermeiden ist hervorzuheben, daß Bewegungsabweichungen und Protrichocystenausstoßung nicht zusammenfallen müssen, denn bei dem vorliegenden Versuch ist Bewegungsabweichung bei keinem einzigen Tier festzustellen und trotzdem findet sich Protrichocystenausstoßung. Der erste Versuch zeigte diesbezüglich Möglichkeiten ohne jedoch aus begreiflichen Gründen Gewißheit zu bieten.

Die vorliegenden Verhältniszahlen, deren erste Ziffer wie vorhin auf die reaktionslosen und deren zweite Ziffer sich auf die reagierenden Tiere bezieht, sind, nach der Empfindlichkeit der betreffenden Arten angeordnet, folgende: Bei *Colpidium colpoda* ist das Verhältnis 1:1 oder, auf 100 eingestellt, 100:100, d. h. auf 100 reaktionslos gebliebene Tiere kommen 100 solche mit der entsprechenden formativen Reaktion in den Meridianen zweiter Ordnung. Bei

Colpidium campylum ist das Verhältnis 33:1, oder auf 100 reaktionslose Tiere drei reagierende. Bei *Glaucoma* ergibt sich 1:0 oder 100:0 d. h. es liegen auch jetzt reagierende Tiere überhaupt nicht vor.

3. Dauer des Zentrifugierens 90 Minuten ($1^1/_2$ Stunden!), Umdrehungszahl 1800 je Minute. Es liegt ausschließlich *Colpidium campylum* vor. In 7 Tagen, die zwischen 1., 2. einerseits und 3. andererseits liegen, verschwanden in der verwendeten Kultur die beiden anderen Arten (*Colpidium colpoda* und *Glaucoma scintillans*) vollständig.

Da die bisher verwendeten verhältnismäßig kurzen Versuchszeiten keine der besonderen Einwirkung entsprechende besondere Reaktion zeitigten, sondern nur die, auch auf viele andere Einwirkungen (Klein, 1934, 1934/35, 1936 a) eintretende Protrichocystenausstoßung auslösten und zwar bei einem, mit Verlängerung der Kurzzeit auf das Doppelte, kleiner werdenden Teil der Tiere, so war es naheliegend, nun eine sehr lange Versuchszeit zu wählen, um zu sehen, ob jetzt eine besondere Reaktion eintritt bzw. ob und wie die Protrichocystenreaktion zunimmt. Ich ging auf die längste Zeit, die das mir zur Verfügung stehende einfache Gerät gestattete: $1^1/_2$ Stunden.

Lebendbefund: Trotz der langen Einwirkungszeit ist, ebenso wie unter 2., bei keinem einzigen Tier irgendeine Abweichung von der normalen Bewegungsart festzustellen. Verklebungserscheinungen fehlen vollständig.

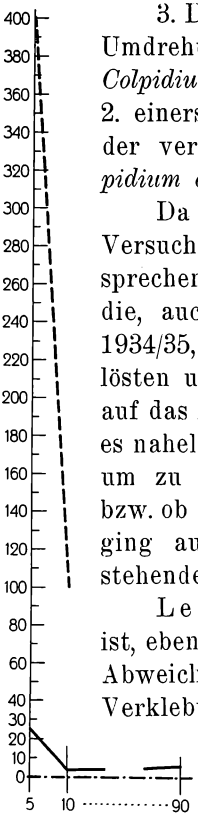

Abb. 1. Graphische Darstellung des Ergebnisses der drei Versuche. Anzahl der Tiere vertikal aufgetragen, auf der Ordinate. Wirkzeiten, in Minuten, horizontal aufgetragen, auf der Abszisse. *Colpidium colpoda:* strichlierte Linie; *Colpidium campylum:* volle Linie; *Glaucoma:* strichpunktierte Linie.

Silberbefund: Dieser zeigt, in Absicht auf die gegen 2. stark verlängerte Wirkzeit, eine nur unverhältnismäßig geringe Zunahme der Zahl der mit Protrichocystenauswerfung reagierenden Tiere: es kommt ein solches auf 20 reaktionslos bleibende Tiere. Aus diesem Verhältnis ergibt sich, daß, gegen 2., nur 2 Proz. mehr Tiere reagieren. Diese Zunahme von 2 Proz. entspricht einer, gegen 2., neunfach verlängerten Wirkzeit, einer Zunahme derselben um 900 Proz. Die Gewöhnung an den äußeren Einfluß beginnt also langsam abgebaut zu werden.

Etwas Neues, gegen den bei 2. erhobenen Silberbefund, zeigt sich in folgendem: Die Cytopyge von 4 Proz. der Tiere ist nun in Tätigkeit. Die Tatsache, daß bei längerer Einwirkung einer

sonst erträglichen Schädlichkeit ein gewisser Hundertsatz der Tiere mit Defäkation antwortet, wurde von mir bereits bei einer anderen Gelegenheit gefunden (Klein u. Missriegler, 1936 a). In übertragenem Sinne sagte ich damals, es sehe aus, als hätten die Tiere „Angst".

Daß alle die geschilderten Reaktionen tatsächlich auf die Zentrifugalkraftwirkung zurückzuführen sind, zeigen die gleichzeitig angelegten Kontrollpräparate. Hier kommen auf 100 Tiere keine mit aufgeteilten Meridianen 2. Ordnung und keine mit tätiger Cytopyge.

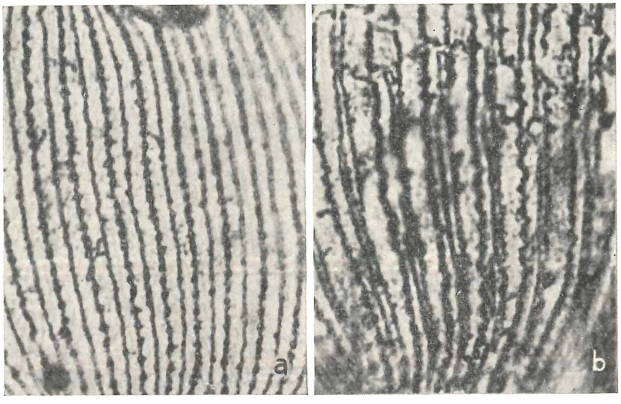

Abb. 2. Teilansichten des Silberliniensystems von *Colpidium campylum*. a ohne Reaktion, b mit Reaktion, Aufteilung der Meridiane 2. Ordnung. Reichert Apochromat 2 m/m, Komp. Ok. 8, Vergr. 1500.

Wie sich die Befunde der drei angestellten Versuche zueinander verhalten, geht aus der unter Abb. 1 gegebenen graphischen Darstellung hervor.

Wie die erhaltenen Silberbilder sind, zeigt die Abb. 2.

Zusammenfassung.

1. Die besondere, lebenden Ciliaten durch Zentrifugalkraft gesetzte Einwirkung löst weder in den Lebensäußerungen der Tiere noch in deren neuroformativem System eine besondere Reaktion aus.

2. Nach kurzer Wirkzeit schon treten bei einem geringen Teil der Tiere unspezifische Abweichungen von der Bewegungsnorm auf, die aber nach längerer Versuchszeit wieder gänzlich verschwinden: Gewöhnung an die auslösende Ursache.

3. Auch im neuroformativen System eines Teiles der Tiere sind Reaktionen in Form formativer Veränderungen festzustellen, die aber ebenfalls nicht spezifisch sind, denn es handelt sich um die, anläß-

lich der Protrichocystenauswerfung an den Meridianen zweiter Ordnung einsetzenden Umbildungen. Protrichocystenausstoßung erfolgt aber aus den verschiedensten, die Außenweltsnorm des Tieres störenden Anlässen.

Bei sehr langer Versuchszeit ist bei einem gewissen Hundertsatz der Tiere (*Colpidium campylum*) noch eine andere Reaktion festzustellen: die Cytopyge ist in Tätigkeit bzw. ihre Silberlinienformation ist in jenen Regenerations- oder besser Restitutionsphasen, die einer kurz vorausgegangenen Defäkation folgen.

6. Alle die geschilderten Reaktionen sind in ihrer Häufigkeit außer durch die Länge der Wirkzeit, durch Tierart und Individuum bedingt: Verschiedene Arten sind in ihrer Widerstandsfähigkeit äußeren Einwirkungen gegenüber ebenso verschieden wie verschiedene Individuen der gleichen Art.

Literaturverzeichnis.

Klein, B. M. (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. Arch. Protistenkde **62**.

— (1934): Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten, I. Ann. del R. Istituto Superiore Agrario di Milano **4**.

— (1934/35): Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten, II. Boll. dei Laboratorio di Zoologia Agrario e Bachicoltura del R. Istituto Superiore Agrario di Milano **6**.

Klein, B. M. u. A. Missriegler (1936 a): Strahlenenergetische Einflüsse auf das neuroformative System. Biol. Zbl. **56**, H. 3/4.

— (1936 b): Wirkung von Schlangengiften auf Leben und Silberliniensystem von Infusorien. Arch. Protistenkde **87**, H. 3.

— (1937 a): Regionäre Reaktionen im Silberlinien- oder neuroformativen System der Ciliaten. Ibid. **88**, H. 2.

— (1936 b): Eine einfache Methodik, Schädlichkeiten bzw. Farbstoffe auf lebende Einzeller, insbesondere Ziliaten, einwirken zu lassen Z. Mikrosk. **54**.

— (1937/38): Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ziliaten. Mikrokosmos, Jg. 31, H. 5 (Febr. 1938).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1939

Band/Volume: 92_1939

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

Artikel/Article: Das neuroformative System der Ciliaten unter Zentrifugalkraftwirkung. 408-414