©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Äußeres Stützgerüst und neuroformatives System der Ciliaten.

Eine grundsätzliche Betrachtung und Auseinandersetzung.

Von Bruno M. Klein.

Mit 1 Figur im Text und Tafel III und IV.

Da äußeres Stützgerüst und neuroformatives System in der Eigenart ihrer Leistung verschieden und insoferne gegensätzlich sind, als sich das eine, äußeren Einflüssen gegenüber, starr-passiv verhält und verhalten muß, während das andere in dieser Beziehung aufnehmend-aktiv ist, ergibt sich die Frage, warum diese beiden verschiedenen Gebilde hier zusammen betrachtet werden sollen.

Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß Teile des neuroformativen Systems, z. B. bei *Paramaecium* (v. Gelei, 1939), oder dieses System als Ganzes, wie z. B. bei *Euplotes* (v. Gelei, 1929), durch v. Gelei als äußeres Stützskelett angesprochen werden oder wurden, wodurch sich jene zwiespältige, einer grundsätzlichen Klärung bedürftige Sachlage ergibt, in der ein und dasselbe Ding, oder Teile davon, zwei verschiedene, einander ausschließende Wertungen erfahren.

Seine, das neuroformative System von *Euplotes* betreffende, Wertung als Stützgerüst hat v. Gelei schließlich zugunsten meiner Auffassung aufgegeben: „Endlich möchte ich noch erwähnen, daß ich meine alte Auffassung, wonach das Gittersystem von *Euplotes* ein Stützsystem wäre, schon längst aufgegeben habe (Gelei, 1929 b). Ich stimme hierin vollkommen mit Klein überein, der dieses Gitter schon von vornherein für erregungsleitend hielt (Klein, 1926)“ (v. Gelei, 1939, S. 92).

Bei *Paramaecium* hingegen hält er noch an der Skelettnatur des polygonalen Gitters fest und hat diese Auffassung in einer ausführlichen Arbeit (v. Gelei, 1939) neuerdings weiterhin verfochten. Seinen diesbezüglichen Angaben Tatsachen entgegenzusetzen, die einer stützenden Funktion dieses Gittersystems widersprechen, sie ausschließen, und bei dieser Gelegenheit auch mißverstandene Aussagen meiner früheren hierher gehörigen Arbeiten aufzuklären, beabsichtigen die vorliegenden Ausführungen.

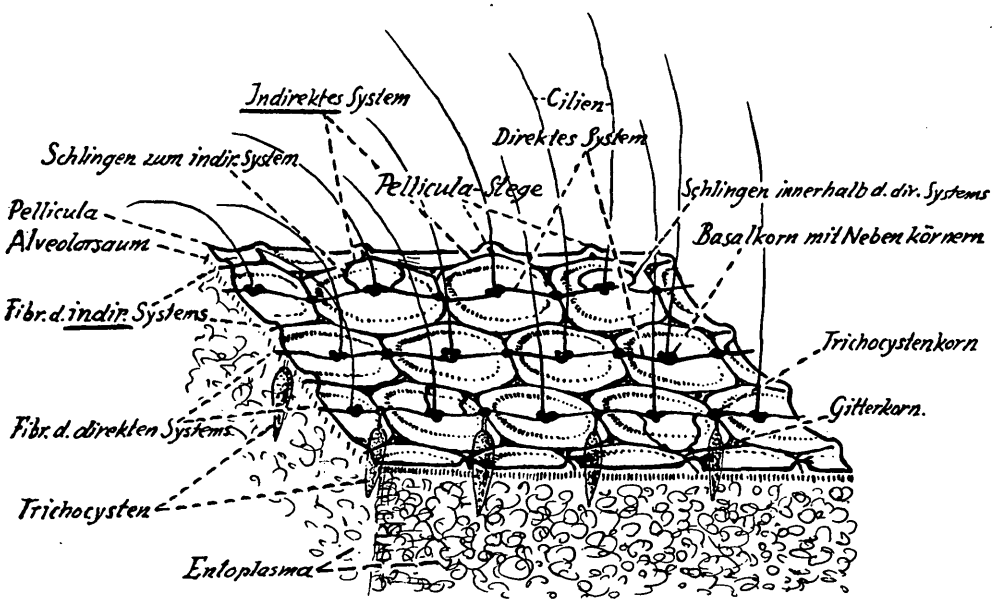
Ein erster Abschnitt behandelt das Schrifttum, setzt sich im besonderen mit der Auffassung v. Geleis auseinander, während ein zweiter Abschnitt in Form von Mikroaufnahmen Bildbelege zur Sache bringt.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

1. Abschnitt.

Hier folgen die Darlegungen Punkt für Punkt den Ausführungen der letzten diesbezüglichen Arbeit v. Geleis (1939), und zwar in der von ihm eingehaltenen Reihenfolge, bei welcher Gelegenheit jeweils auch die Angaben des übrigen Schrifttums berücksichtigt werden.

Für Leser, soweit sie nicht „engere Fachgenossen" sind, unterrichtet Textfigur 1 über die betreffenden, bei *Paramaecium* vorliegenden und hier näher zu behandelnden Verhältnisse.



Direktes und indirektes System von *Paramaecium*, Schema. Meine oben gebrauchten Namen stehen in folgender Beziehung zu den v. Geleischen Bezeichnungen: Indirektes System = subpelliculäres Gerüst- oder Gittersystem, Direktes System = Neuronemensystem, interciliäre Fasern. — Die Pellicula erhebt sich in Stegen über den indirekten Fibrillen, wodurch die bekannte Skulptur der Pellicula entsteht.

Das Gebilde, um das es hier im besonderen geht (Abb. 1), ist mein „indirekt verbindendes System" bei *Paramaecium* (Klein, 1926, 1927, 1928, 1931, 1932, 1937), bzw. v. Geleis „subpelliculäres Gerüst- oder Gittersystem" (v. Gelei, 1939, dort weitere Schriften), dessen nähere Betrachtung durch die grundlegende Bedeutung der betreffenden Frage gerechtfertigt erscheint.

Das subpelliculäre Gerüstsystem, das „auf die Innenseite der Pellicula angeschmiegte polygonale Gerüstwerk" (v. Gelei, 1939, S. 245), hat nach v. Gelei mechanische Bestimmung. Dieses Gerüstsystem wird nun mit meinem, einen Bestandteil des Silberlinien- oder neuroformativen

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Systems bildenden „indirekt verbindenden System“ in Beziehung gebracht mit der Frage, ob beide Gebilde identisch seien oder nicht. Und dabei kommt es schon am Anfang zu einem regelrechten Mißverständnis: Indem v. Gelei (1939, S. 246) aus einer meiner früheren Arbeiten (Klein, 1931, S. 403), die sich unter anderem mit der Natur des indirekt verbindenden Systems bei *Paramaecium* befaßt, bruchstückweise eine Stelle anzieht, kommt er zu dem Ergebnis, daß nach meiner Auffassung „zwei Dinge vorhanden (v. Gelei, 1939, S. 246)“ wären. „Daß in (oder auf) der Pellicula und dicht darunter zweierlei Fibrillen vorhanden wären, war seitens Kleins bloß eine Behauptung, ohne daß er sich bemüht hätte, an mikroskopischen Präparaten einen wirklichen Beweis hierfür zu erbringen. Er hat allerdings durch diese Aussprache den Gegner vor eine sehr schwere Aufgabe gestellt, um so mehr, da an und für sich nichts Unmögliches darin liegt, daß den Skelettfibrillen erregungsleitende Fasern unterlegt sein sollten. Ich habe daher seit der Zeit mit einer verwickelten Technik viel Mühe darauf verwendet, dies bei den Fibrillen zur Schau bringen zu können (1939, S. 246).“ Und nun die Grundlage, auf der mir v. Gelei den Vorwurf macht, eine Behauptung aufgestellt zu haben, um deren Beweis ich mich gar nicht bemüht hätte: Es ist jene oben erwähnte, durch v. Gelei (1939, S. 246) bruchstückweise angezogene Stelle aus meiner diesbezüglichen Arbeit (Klein, 1931, S. 403). Es heißt dort, und wörtliche Anführungen sind hier und im folgenden in diesem Zusammenhange leider nicht zu umgehen, den subpelliculären Fibrillen des indirekt verbindenden Systems „entspricht in oder besser auf der Pellicula eine Skulptur insofern, als sich über den betreffenden Fibrillen leistenartige Verdickungen erheben, die in ihrer Gesamtheit das indirekt verbindende System überlagern und es in zentrifugaler Richtung im Material der Pellicula wiederholen. Die Pellicula erhält durch dieses Stegsystem jenes bekannte Gitterrelief, das durch die Opalblaumethode von Bresslau (1921/22) so schön dargestellt wird, aber auch ohne jede Behandlung am lebenden Tier zu sehen ist (Klein, 1931, S. 403)“.

In ganz eindeutiger Weise gewahrt man, daß hier, außer von der Pellicula mit ihrer besonderen Skulptur und den Fibrillen des indirekt verbindenden Systems, von nichts anderem die Rede ist, am allerwenigsten von einer zweiten Fibrillengarnitur, die ich nie gesehen, deren Existenz ich somit weder behaupten noch beweisen konnte, und die v. Gelei auch mit den verwickeltsten Methoden natürlich umsonst suchen mußte.

Nachdem so ein Mißverständnis seine Aufklärung gefunden hat, geht es an die Frage der Identität der stützenden Gitterfibrillen (v. Gelei) mit meinen Fibrillen des indirekt verbindenden Systems, d. h. „ob wir beide (Klein und ich) das gleiche Element sehen oder nicht, und wenn ja,

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

ob diese Fibrillen stützend im Sinne der Autoren oder erregungsleitend im Sinne von Klein sind (v. Gelei, 1939, S. 247)". Ein Vergleich der Darstellungsmöglichkeit des Gitters mit v. Geleis Methoden und mit der meinigen gibt v. Gelei den Grund, warum er seine „Gitterfibrillen als Stützelemente für identisch mit Kleins sog. indirekten Silberlinien (v. Gelei, 1939, S. 248)" hält.

Weiter wird dann darauf hingewiesen, daß aus der Argyrophylie eines Gebildes nicht ohne weiteres der Schluß auf dessen nervöse Natur gerechtfertigt ist, obwohl bei den Ciliaten „eine vorwiegende und leicht durchführbare Affinität der nervösen Elemente zum Silber (v. Gelei, 1939, S. 248)" festzustellen ist.

Aus der Argyrophylie allein habe ich nie die nervöse Natur eines Gebildes abgeleitet. Darüber und über den Einwand, daß ich mich „rühme", daß exzeptionell meine Methode mit „der Entquellung des Objektes .... besonders geeignet zur Darstellung des Leitenden wäre (v. Gelei, 1939, S. 248)", ist alles Nähere zu finden in meiner diesbezüglichen Arbeit (Klein und Mißriegler, 1935), wo auch das der Fixierung und Entquellung Gemeinsame und vor allem das sie Trennende ausführlich dargelegt ist. Auf diese Arbeit sei verwiesen, um hier nicht zu viel Zitate bringen zu müssen.

Weiter folgt nun die Charakteristik des mit meinen indirekt verbindenden Silberlinien nun identisch befundenen Organells in mikrotechnischer, morphologischer, nachbarlicher und physiologischer Hinsicht.

Bevor aber auf dieses Kapitel eingegangen werden kann, muß nachdrücklichst auf eine Besonderheit der Arbeit v. Geleis, die ja gegen meine Wertung der indirekt verbindenden Fibrillen bei *Paramaecium*, als Teil des Silberlinien- oder neuroformativen Systems, gerichtet ist, hingewiesen werden. Die Befunde, die meine Wertung des in Rede stehenden Systemteils begründen, können nämlich v. Gelei nur teilweise bekannt gewesen sein, da er meine letzte diesbezügliche Arbeit (Klein, 1937), die bereits zwei Jahre vor der seinigen erschienen war und wichtige Befunde zum Thema enthält, weder im Text noch im Literaturverzeichnis erwähnt, ihren Inhalt somit nicht berücksichtigt hat. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, diesen Inhalt wenigstens jetzt, wenn auch nur hinweismäßig, mit den Ausführungen v. Geleis in Beziehung zu setzen, damit auch meine Befunde bei der Klärung der betreffenden Frage mitgewogen werden können.

So mag nun die Zusammenstellung aller Daten beginnen, die v. Gelei anläßlich der Charakteristik des fraglichen Gitters (v. Gelei, 1939, S. 249—265) für dessen stützende Funktion anführt, bzw. dafür, daß es etwas vom neuroformativen System Verschiedenes sei. Meine Gegengründe sind jeweils angeschlossen.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

In der mikrochemischen Charakteristik (v. Gelei, 1939, S. 249 bis 250) hebt v. Gelei hervor, daß „Neuroneme" mit Silber leicht an einem großen Prozentsatz der Tiere, das „Stützgerüst", also meine indirekt verbindenden Fibrillen, hingegen schwer und an einem immer kleineren Prozentsatz der Tiere gefärbt würden. Hingegen wird durch Toluidinblau, Gentianaviolett, Säurefuchsin, Lichtgrün und Eisenhämatoxylin, nach verschiedenen Fixierungen, eher das „Stützgerüst" dargestellt.

Ein Unterschied also in der Darstellbarkeit des direkt und indirekt verbindenden Systems. Ein solcher Unterschied ist mir schon lange bekannt, nur wurde er von mir nicht auf eine funktionelle Verschiedenheit der beiden Systemteile, von dem ja einer aus dem andern, das indirekt verbindende System aus dem direkt verbindenden System, hervorgeht (Klein, 1931, 1937), zurückgeführt, sondern auf die verschiedene Anfälligkeit gegen Zerfallserscheinungen: Das indirekt verbindende System ist labiler in seiner Struktur, dissoziiert leichter durch die Einwirkung der Entquellung, wenn diese nicht unter den, für die betreffenden Systemteile optimalen Bedingungen eintritt (Klein, 1934, 1934/35, 1935). Die Empfindlichkeit äußeren Einflüssen gegenüber und die Reaktion darauf mit strukturellem Zerfall, ist durchschnittlich beim indirekt verbindenden System größer als beim direkt verbindenden System und deshalb der diesbezüglich geringe Prozentsatz gelungener Darstellungen bei den verschiedensten Techniken, gleich, ob mit Entquellung oder Fixierung gearbeitet wird, welche beiden Gruppen nach v. Gelei im Grunde gleich sind, weil sowohl bei der einen als auch bei der anderen „Salzwirkungen" ausschlaggebend sind für den Erfolg, da ohne „Salzeinwirkungen" keine Färbungseffekte (v. Gelei, 1939, S. 249) erreichbar sind. Darnach ist es also begreiflich, daß die negativen Ergebnisse bei allen Methoden auftreten können, weil bei nicht optimalen Bedingungen eben von allen Techniken genügend Schädlichkeiten auf das denselben gegenüber so empfindliche System ausgehen. Und daß optimale Bedingungen von vornherein bei keiner Methode zu gewährleisten sind, hängt von den jeweils verschiedenen physiologischen Zuständen (Klein, 1934, 1934/35, 1937, 1940) des Systems bzw. des Systemteils ab. Da wir vor der Versilberung oder Färbung gegenwärtig kein Kriterium besitzen, diese verschiedenen inneren Zustände des neuroformativen Systems bzw. der Zelle überhaupt festzustellen, können wir erst nach dem Ausfall der Versilberung oder Färbung, die beide Indikatoren auf diese verschiedenen Zustände sind (Klein, 1934, 1934/35, 1937, 1940, Klein und Mißriegler, 1935), feststellen, in welchem Zustand sich das betreffende System befunden hat, ob dieser Zustand nach der stabilen oder labilen Richtung lag (Klein, 1937).

Außer den Hinweisen auf meine diesbezüglichen Arbeiten vermeide

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

ich es hier, zu viel Zitate daraus zu bringen, da der an diesen Dingen interessierte Leser ja doch nicht an die Sache herankommen kann durch Bruchstücke, ohne die diesbezüglichen Tatsachen in ihrem Zusammenhang unmittelbar aus den betreffenden Arbeiten selbst kennen zu lernen.

Weil v. Gelei bei der mikrotechnischen Charakteristik des „Stützgitters" erwähnt (1939, S. 250), daß ihm mit der Sublimat-Silber-Sonnenlicht-Methode die Darstellung solcher Systeme auch bei *Frontonia*, *Coleps*, *Loxocephalus* usw. gelungen sei, so muß ich vorgreifend dazu bemerken, daß auf diese „Stützgitter" dasselbe zutrifft, was für dasjenige bei *Paramaecium* gilt: Daß jene nämlich ebenso wie dieses Teile des neuroformativen Systems sind (Klein, 1930), ohne mit einer Stützfunktion irgend etwas zu tun zu haben. Als äußeres Stützsystem wirkt bei allen diesen Arten die Pellicula mit ihrer entsprechende Festigkeit garantierenden Skulptur. Nach Anführung aller diesbezüglichen Tatsachen im Verlauf der Charakterisierung des indirekt verbindenden Systems bei *Paramaecium*, als Prototyp aller übrigen sogenannter „Stützgitter", dürfte wohl kein Zweifel mehr bleiben über die wirkliche Natur dieser Gebilde.

Wenn v. Gelei, die Morphologie des Organells betreffend, die Felderung mit der Stützfunktion in Beziehung setzt (v. Gelei, 1939, S. 252), so kann diese Felderung ebensogut mit raumökonomischen Gründen in Beziehung gesetzt werden, da unter den stegförmigen Erhebungen der Pellicula schützender Raum zur Ausbreitung des Systems gegeben ist, das in diese seine Anordnung dann auch die anzukoppelnden Relationskörner zwingt.

Daß der Verlauf der „Stützfibrillen", also meines indirekt verbindenden Systems, mehr steif, derjenige der „Neuroneme", d. i. mein direkt verbindendes System, also die „eindeutigen" Fibrillen des neuroformativen Systems, mehr wellig, schraubenförmig oder unbestimmt, wie eine Blitzlinie (v. Gelei, 1939, S. 252) verlaufen, kann ich im allgemeinen nicht bestätigen, abgesehen davon, daß gelegentlich und stellenweise das Gegenteil zu sehen ist, vielleicht weil v. Gelei vorwiegend mit Fixierung und ich vorwiegend mit Entquellung arbeite. Auch die Abbildungen v. Geleis zeigen diese Verhältnisse nicht mit der nötigen Eindringlichkeit.

Angaben über die Bildung der Nähte und etliche weitere Punkte können übergangen werden, weil sie nichts Ausschlaggebendes zu der hier vorzubringenden Sache enthalten.

Daß durch verschiedene Färbemethoden jeweils verschiedene Bestandteile des „Stützgitters" (v. Gelei, 1939, S. 254—55) sichtbar gemacht werden können, unterscheidet sich nicht wesentlich von der Tatsache, daß auch durch ein und dieselbe Methode, z. B. durch meine Silbermethode, das gleiche zu erreichen ist, nämlich jeweils verschiedene

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Bestandteile zur Darstellung gelangen können. Dies ist bedingt durch die vor der Behandlung gerade vorhanden gewesenen physiologischen Zustände der Tiere, die das Ganze oder Teile mehr weniger zur Dissoziation (Klein, 1937) geneigt machen können. Ist die Dissoziation partiell eine weitgehende, dann bleibt in so einem Fall eben der betreffende Bestandteil aus und diese Verhältnisse ermöglichen ohne weiteres teil-selektive Ergebnisse zu erhalten (Klein, 1934, 1934/35, 1937). Derartige Möglichkeiten scheint auch v. Gelei zu vermuten, wenn er gelegentlich der Variabilität in der Darstellbarkeit der Gitterkörner sagt: „so weiß ich nicht, ob das mit der Variabilität der Anwesenheit oder mit der Färbungsvariabilität der Gitterkörner zu erklären ist (v. Gelei, 1939, S. 254)."

Was den „inneren Aufbau der Fasern" betrifft, sowohl derjenigen des direkten als auch des indirekten Systems, so verweise ich auf das von mir früher (Klein, 1928) Festgestellte, das zu ändern ich bisher keinen Grund hatte. v. Gelei meint dazu (1939, S. 255), daß ein fibrillärer Aufbau möglich, „theoretisch direkt erforderlich" sei, er aber an seinen Präparaten davon nichts gesehen habe. „Wenn Kommissuralfasern dünner sind als Konnektivalfasern (eventuell auch umgekehrt) und wenn sie aus einer gespaltenen Wurzel entstehen, das spricht noch nicht für einen faserigen Aufbau (selbstverständlich noch weniger für das Gegenteil) (v. Gelei, 1939, S. 256)." — Wofür also? — Vgl. hierzu außer Text auch die Abbildungen in: Klein, 1928, 1931, 1932.

Einige von mir veröffentlichte Bilder (Klein, 1928, S. 196, und 1931, Abb. 3, Taf. 2), „wonach das indirekte System (d. h. das Gittersystem) besonders faserig aufgebaut wäre (v. Gelei, 1939, S. 256)", leitet v. Gelei zur Besprechung einer Hülle beider Fasersysteme über. „Daß das erregungsleitende System eine Isolation benötigt, habe ich schon öfter erwähnt und glaubte die Hülle in den neuroplasmatischen Schollen zu entdecken (Gelei, 1929) (v. Gelei, 1939, S. 256)." G. v. Gelei (1937) hat aber gezeigt, daß die Hülle anders aussieht, weiter ist. v. Gelei nimmt als sicher an, daß um die Neuroneme eine Isolationshülle existiert und fragt sich, „ob nicht auch um die Stützgitterfasern eine solche vorhanden ist (v. Gelei, 1939, S. 256)".

Wenn eine Isolationsschicht bei leitenden Elementen durchaus gerechtfertigt erscheint, so fragt man sich andererseits, warum denn eine solche Schicht um stützende Elemente herum vorhanden sein sollte.

Neueste Präparate haben v. Gelei überzeugt, daß „auch um die Stützgitterfasern eine Isolationshülle vorhanden ist (v. Gelei, 1939, S. 256)".

Die Tatsachen, die v. Gelei zu dieser Auffassung führen, sind folgende: Einmal wird das „Stützgitter" in der Darstellung als dünnfädiges Polygonsystem erhalten mit den Gitterkörnern, das andere Mal aber treten

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

breite Fäden bis Bänder auf, ohne Gitterkörner, dann wieder sind die breiten Fibrillen an den seitlichen Partien der Tiere, während einwärts davon feine, dünne Fibrillen auftreten usw. Das Wesentliche dabei ist, daß sich das „Stützgerüst" nicht einheitlich darstellt, abgesehen davon, welche der besonderen Techniken verwendet wurde.

Nach der v. Horváthschen Formol-Silber-Natronlaugen-Methode allein ergeben sich fünferlei verschiedene Bilder des Gitters.

Im Falle der dicken Fasern wären die Hüllen sichtbar geworden. Innerhalb der „Hülle" ist manchmal auch noch die „Stützfaser" und sind die Gitterkörner zu sehen. Manchmal ist „in den Querbalken die Hülle, in den Längsbalken die Achse gefärbt (v. Gelei, 1939, S. 257)". „Nun stehen wir aber hiernach vor dem Fall, daß sowohl die direkten als die indirekten Fibrillen von Klein insofern gleichgebaut sind, als beide mit Hüllen versehen sind, also vor der Möglichkeit, daß die Gleichheit beider Gebilde besonders behauptet werden kann (v. Gelei, 1939, S. 257)."

Hier fällt selbst v. Gelei, dessen Arbeit ja darauf abzielt, mein indirekt verbindendes System gegen das direkt verbindende System als Stützgitter abzugrenzen, es somit als etwas von den neuroformativen Elementen grundsätzlich Verschiedenes hinzustellen, eine Gleichheit der beiden Systemteile auf, und zwar mit Recht. Nur handelt es sich nicht um „Isolationshüllen", als das den beiden Systemteilen Gemeinsame, sondern um etwas, das viel näher liegt und, gegen „Isolationshüllen" bei Stützelementen, viel weniger unwahrscheinlich ist: Es handelt sich um Bilder, die Dissoziationserscheinungen ihre Entstehung verdanken. Diese der kolloidalen Natur aller Fibrillen des neuroformativen Systems durchaus entsprechenden Erscheinungen habe ich schon vor vielen Jahren (Klein, 1934, 1934/35, 1937, 1940, Klein und Mißriegler, 1935) ausführlich beschrieben, habe auch die verschiedenen Typen des Zerfalls und ihre Ursachen aufgezeigt.

Unter den mannigfachen Dissoziationstypen sind sehr häufig solche, die aus den Fibrillen breite, fein- oder gröber gekörnte Bänder oder Röhren machen, die, wenn ihre Entstehungsweise nicht bekannt ist, sehr leicht für Hüllen angesehen werden können.

Das Merkmal, das es gestattet, die durch Dissoziation entstandenen Zerfallsgebilde von ungeschädigten Fibrillen bzw. naturgegebenen Hüllen zu unterscheiden, ist, abgesehen davon, daß nach Dissoziation der veränderte Dispersitätsgrad sich immer in fein- oder grobkörnigen, diskontinuierlichen Zuständen des betreffenden Gebildes verrät, die Tatsache, daß alle Dissoziationserscheinungen auch regionär auftreten (Klein, 1937), in welchem Falle meist die regionär wirksam gewesene Ursache in irgend einer Schädlichkeit erkennbar wird. In den Fällen, wo neben intakten

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Systemteilen dissoziierte liegen, ist es ganz klar, daß das zerfallene Gebilde aus dem intakten hervorgegangen ist, zumal meistens stufenweise alle Übergänge von dem einen in den anderen Zustand vorhanden sind. Würden Dissoziationen nur total über das ganze neuroformative System auftreten, gäbe es also nur das Ganze schädigende Ursachen, dann wäre die betreffende Ableitung etwas schwieriger, weil ein Zerfall dann nur an dem geänderten Dispersitätsgrad, in sichtbar werdenden feineren oder gröberen Körnelungen, zu erkennen ist.

v. Gelei hat beide Grade der Dissoziation des neuroformativen Systems beobachtet— worauf bei dem Vergleich seiner Befunde mit den meinen nochmals zurückzukommen sein wird —, hat aber aus ihnen nicht die naheliegenden Schlüsse gezogen. Seine Hüllen geben so verschiedene Bilder wie die von mir beschriebenen Dissoziationserscheinungen. Um im einzelnen jetzt einige Vergleiche zwischen unseren diesbezüglichen Befunden zu ziehen, so ist zu den vielerlei Bildern vom „Gitter", die auf S. 256—357 (v. Gelei, 1939) aufgezählt sind, folgendes zu bemerken: Zu 1.: die feinfaserigen Gitter sind undissoziierte Fibrillen; zu 2.: die dicken Gitter bestehen aus dissoziierten Fibrillen, in denen auch 3. eine Lichtung vorhanden sein kann, wenn der Zerfall in Form einer Röhre erfolgt war. Zu 4.: die seltenen Fälle, wo innerhalb der „dicken Hülle auch die feinen Stützfasern als stärker gefärbte Teile gut sichtbar, sogar photographierbar" sind, zeigt in ganz typischer Weise den durch Dissoziation aufgeschlossenen Feinbau der Fibrillen des neuroformativen Systems: „die fibrilläre Komponente der Silberlinie, die sich nach Austritt der argentophylen Substanz noch einige Zeit erhält", wie ich dies unter der entsprechenden, verschiedene Dissoziationsformen zeigenden Abbildung unter Zeiger f (Klein, 1928, S. 187, Fig. 2) schon vor 12 Jahren schrieb. Diese Arbeit behandelt erstmalig Dissoziationserscheinungen am neuroformativen System. Auf sie, die auch den Feinbau der Fibrillen dieses Systems untersucht und auf die angezogene Abbildung, die etliches vom Zerfall der Silberlinien zeigt, sei hier vorerst verwiesen. In weitreichenderem Ausmaße sind diese Erscheinungen festgelegt in: Klein, 1934, 1934/35, 1937, 1940, und Klein und Mißriegler, 1935. Zu 5.: Zu dem Fall, in dem die Gitterkörner ungefärbt bleiben, ist zu sagen, daß es mir schon lange bekannt ist, daß Relationskörner bei der Imprägnierung ausbleiben können und nur die Fibrillen des Systems sich färben, ebenso wie der umgekehrte Fall vorkommen kann. Ausführliches darüber in: Klein, 1934, 1934/35, 1937, 1940. Anzuführen wäre hier auch noch, daß sich in Relationskörnern bei gewissen Dissoziationsformen leicht Lichtungen bilden, leichter noch als in den gleichen Fällen in den Fibrillen des neuroformativen Systems (Klein, 1928, Fig. 4 u. 5, und 1934, 1934/35).

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Mögen alle diese Zerfallsstufen v. Gelei als totale Reaktionen vorgelegen haben, so geht aus einer Stelle klar hervor, daß er auch regionäre Reaktionen am indirekten System von *Paramaecium* beobachtet hat: „Ich erfuhr weiterhin, daß an Präparaten nach Kleins Methode besonders an den seitlichen Partien des Tieres breite, einwärts davon oft feine, dünne Fibrillen sichtbar werden. Ich vermutete schon daraus, daß im Falle der dicken Fasern dieselben mit einer Hülle umgeben sind (v. Gelei, 1939, S. 256)." Es tritt hier deutlich der Unterschied der Reaktionen der beiden Regionen, seitliche Region und Region einwärts davon, hervor. Die Entquellungsbedingungen können nämlich gegebenenfalls für Rand und Mitte beim selben Tier verschieden sein, so daß der Erhaltungszustand dann in diesen beiden Regionen ein verschiedener ist (Klein, 1937).

Den Vorteil, die am neuroformativen System möglichen Dissoziationserscheinungen als solche schon vor 12 Jahren zu erkennen und dann in allen ihren Stufen und Formen zu untersuchen, verdanke ich der einfachen, nur wenige Wirkfaktoren umfassenden Silbermethode, mit der ich von Anfang an bis heute das neuroformative System untersucht habe. Die Resultate dieser Methode ergeben sich innerhalb eines Spielraumes zwischen optimalen und nicht optimalen Entquellungsbedingungen in kontinuierlichen und deshalb deutbaren Übergängen von einem dieser Pole zum anderen. Die der Methode ausgesetzten Tiere haben unter Umständen Zeit, noch letzte Reaktionen zu bilden, die jeweils bis zu verschiedenen Graden gedeihen können, je nach der Länge der Zeit, in der eine Entquellung unter nicht optimalen Bedingungen abläuft. Bei Fixierungs-Methoden haben die Tiere ebenfalls Zeit, letzte Reaktionen zu bilden. Aber hier ist der Anfall schroff und deshalb scheinen die Ergebnisse unvermittelt, ohne Zusammenhang mit der Norm und sind deshalb so schwer deutbar bzw. so leicht falsch zu deuten. Ausführliche Angaben zu diesem Thema finden sich in: Klein, 1934, 1934/35, 1937, 1940, Klein und Mißriegler, 1935.

Aus all dem ergibt sich, daß die Gleichheit der beiden Systemteile, des direkt und des indirekt verbindenden Systems, bei *Paramaecium* statt in gleichen Hüllen in der gleichen Dissoziationsfähigkeit besteht. Ja, mehr noch: Das indirekt verbindende System übertrifft sogar in seiner strukturellen Labilität, als der Vorbedingung der Dissoziationsfähigkeit, noch das direkt verbindende System, wie dies früher von mir eingehend beschrieben und abgebildet wurde (Klein, 1937; auf diese Arbeit sei in diesem Zusammenhang besonders verwiesen). Dies ist der schwerwiegendste Grund, warum das indirekt verbindende System kein Stützgitter sein kann. Denn wenn seine Widerstandsfähigkeit noch geringer ist als die des auch von v. Gelei als erregungsleitend anerkannten direkt verbindenden Systems, wenn also ein Gebilde in seiner Struktur noch

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

labiler, empfindlicher ist als neuroide Elemente, dann fehlt ihm unbedingt die zur Festigkeit eines stützenden Systems notwendige Widerstandsfähigkeit. Skelettsysteme sind immer und müssen es sein, die festesten und widerstandsfähigsten Gebilde in dem Lebewesen, das sie stützen.

Bei *Paramaecium* zeigt sich auch in der Tatsache, daß das von v. Gelei als Stützgitter angesprochene, indirekt verbindende System während der Teilung in großem Ausmaße eingeschmolzen wird (Klein, 1937, v. Gelei, 1939, S. 254, u. 1934 b), etwas Beachtenswertes. Da das Tier der Stütze auch während seiner Teilung bedarf, kann das indirekt verbindende System kein Stützsystem sein. Während der Teilung bleiben alle Systeme erhalten, die auch in diesem Zustande notwendig sind: z. B. die jetzt ebenso wie sonst notwendige Koordination der Cilien wird von dem auch während der Teilung in voller Kontinuität erhaltenen direkt verbindenden System geleistet. (Über die Leistung des indirekt verbindenden Systems vgl.: Klein, 1937, S. 204, und später hier.) Was auch während der Teilung kontinuierlich und mit entsprechender Festigkeit weiterbesteht, das ist die Pellicula mit ihrer besonderen, die statische Festigkeit steigernden Skulptur. Diese besonders skulpturierte Pellicula ist bei *Paramaecium* und bei den übrigen Arten, wie sie früher aufgezählt wurden *(Frontonia, Coleps, Loxocephalus* usw.), bei denen v. Gelei und Párducz einen Teil des neuroformativen Systems als „Stützgitter" abspalten wollen, das einzige äußere stützende Organell.

Da bei allen den obengenannten, in ihrem neuroformativen System *Paramaecium* nahestehenden Arten, aus den gleichen Gründen wie bei *Paramaecium*, ein Teil des neuroformativen Systems als Stützgitter angesprochen wird und die betreffenden, in erster Linie auf einem quantitativen Unterschied in der Darstellbarkeit einzelner Systemteile beruhenden Gründe hier bei *Paramaecium* eingehend behandelt werden, ist es überflüssig, in dieser Beziehung auf alle übrigen der in Betracht kommenden Arten im einzelnen einzugehen, da grundsätzlich immer das gleiche zu sagen wäre. Um also Wiederholungen möglichst zu vermeiden, wird es genügen, nur auf das „Stützgerüst" einer dieser Arten des näheren einzugehen, um zu zeigen, daß die betreffenden Verhältnisse auch bei ihnen tatsächlich denjenigen bei *Paramaecium* entsprechen.

Da an *Uronema marinum* Duj., von Párducz (1939) das „Stützgitter" sehr ausführlich behandelt wird, möge dieser Fall als diesbezügliches Beispiel behandelt werden, um so mehr, als das neuroformative System dieser Art von mir schon im Jahre 1928 (Klein, 1928) geschildert wurde. Damals ging dieses Tier bei mir noch unter dem Namen *Loxocephalus* vgl. *putrinus* Kahl, ein Name, der später von Kahl nach Identifizierung, zugunsten *Uronema marinum* Duj., eingezogen wurde.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Párducz vergleicht in seiner Arbeit (1939) unsere, „zweifellos an denselben Tieren ausgeführte Untersuchung — weil sich unsere Ergebnisse nicht vollkommen decken (Párducz, 1939, S. 290)". Und sie decken sich vor allem deshalb nicht, weil Párducz das neuroformative System dieser Art in zwei funktionell, also wesentlich verschiedene Anteile zerlegt, in ein Stütz- und ein Leitungssystem; und zwar unter dem gleichen Gesichtspunkt, den v. Gelei *Paramaecium* gegenüber in dieser Hinsicht einnimmt. Gegen die betreffenden Befunde an *Uronema marinum* lassen sich, wie schon vorhin gesagt, im allgemeinen dieselben Gründe wie bei *Paramaecium* und den anderen diesbezüglichen Arten anführen. Im besonderen erscheinen sie hier in folgender Form: Die Tatsache, auf die Párducz eine Gliederung des vorliegenden neuroformativen Systems in ein Stütz- und Leitungssystem gründet, zeigt sich so, daß die Versilberungs- bzw. Färbemethoden meist nicht das Gesamtsystem zur Darstellung bringen, sondern oft nur das direkte System (die „interciliären Fasern") allein, ohne das indirekte System (das „Stützgerüst"). Die so in Erscheinung tretende Absetzung dieser beiden Teile gegeneinander muß natürlich ihre Ursachen haben und Párducz gibt solche an: es sind eben zwei funktionell, also wesentlich verschiedene Dinge.

Hingegen liegen nach meiner 15jährigen Erfahrung auf diesem Gebiet die Verhältnisse hier viel einfacher, ungezwungener, der kolloidalen Natur des Systems angemessener, worauf das Folgende hinführen möge: An den von Párducz veröffentlichten Mikrophotogrammen (Párducz, 1939, Tafel 19) sieht man ohne weiteres, daß das direkte System („interciliäre Fasern"), also die nervösleitenden Fibrillen, fast immer klar und scharf erscheinen. Sie zeigen also keinerlei Zerfallserscheinungen (Klein, 1934, 1937; Klein und Mißriegler, 1935), sie sind nicht dissoziiert, ihr Strukturzustand ist positiv (Klein, 1934, 1937). Ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber schädigenden Einflüssen der Methode war also genügend groß. Dort hingegen, wo auch das indirekte System („Stützgitter") zur Darstellung kam, finden wir dasselbe ausnahmslos schwer dissoziiert, körnig zerfallen, in durchaus negativem Strukturzustand (Párducz, 1939, Taf. 19, Fig. 3, 4, 5 und 13). Bei Fig. 7, Taf. 19, ist z. B. der körnige Zerfall dieses Systemanteiles schon so weit gediehen, daß die Zerfallsprodukte nicht einmal mehr in den Spuren des ehemaligen Systems liegen, sondern bereits regellos zerstreut zwischen den Fibrillen des direkten Systems sich finden. Fig. 6 auf seiner Tafel 19 zeigt ähnliches. In ungeschädigter Form, also in positivem Strukturzustand, liegt das indirekte System in keinem einzigen Fall vor. Es konnte in keinem einzigen in den von Párducz abgebildeten Tieren den schädigenden Einflüssen der Methode standhalten, was beim direkten System doch fast immer geschah (Párducz, 1939, Taf. 19, Fig. 1, 9, 10, 11, 12 und 13). Und

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

gerade dieser indirekte, so labile, so sehr zur Dissoziation, zum Zerfall neigende Systemanteil, der oft überhaupt nicht vorhanden ist (Párducz, 1939, Taf. 19, Fig. 1, 9, 10, 11, 12 und 14), sollte ein Stützsystem, also das relativ festeste, widerstandsfähigste und somit beständigste Gebilde im Zellkörper von *Uronema* (bzw. der betreffenden Ciliaten überhaupt) sein! Da sind ja die auch von Párducz und v. Gelei als nervösleitende Elemente anerkannten, direkt verbindenden Fibrillen weit widerstandsfähiger und beständiger, so daß hier der noch nie dagewesene Fall vorläge, daß nervöse Elemente von größerer Widerstandskraft, Festigkeit und Beständigkeit wären als die Skelettelemente! Aus dieser schon durch die „experimentell" gesetzten Einflüsse der Darstellungsmethode sich erweisende Hinfälligkeit der indirekten Fibrillen, für die Párducz in seinen Tafelabbildungen den schönsten Beweis erbringt, ergibt sich ganz eindeutig die Unmöglichkeit, diese Gebilde als stützende Skelettfasern anzusprechen.

Die Tatsachen, die Párducz dazu führen, vom neuroformativen System einen Teil als „Stützgitter" abzuspalten, haben, wie sich eben zeigte, auch noch eine andere, klar und mit eindeutigem Übergewicht hervortretende Seite, die hier ebenso wie bei *Paramaecium* und den anderen betreffenden Arten Gewißheit darüber gibt, daß im neuroformativen System nicht zwei wesentlich und funktionell verschiedene Anteile als Stütz- und Leitungssystem nebeneinander sind, sondern daß in diesen Fällen das neuroformative System aus einem stabileren und einem labileren Anteil besteht, die beide in ihrer Funktion gleich sind, deren einer jedoch, den jeweiligen physiologischen Zuständen und äußeren Erfordernissen entsprechend, sich temporär rückbildend verändern kann, auf Grund einer Form- und Strukturlabilität, die auch bei den Darstellungsmethoden zum Ausdruck kommt, indem die betreffenden Teile besonders leicht zur Dissoziation, zum körnigen Zerfall, neigen. Dies, soweit sie überhaupt vorhanden sind, denn, wie die entsprechenden Befunde bei *Paramaecium* (Klein, 1937) zeigten, können sie temporär fehlen und kommen dann natürlich überhaupt nicht zur Darstellung. In ihrer auf Grund hoher Form- und Strukturlabilität beruhenden Veränderlichkeit stehen die indirekten Systeme der *Paramaecium*-Gruppe nicht allein da, es lassen sich vielmehr weitere Beispiele für solche Verhältnisse in den bei vielen Streifensystemen (Klein, 1928) vorhandenen Meridianen II. Ordnung (Klein, 1928), von v. Gelei und seiner Schule als Secretoneme bezeichnet, wie solche z. B. bei *Colpidium*- und *Glaucoma*-Arten sehr typisch vorliegen, beibringen. Hier zeigt sich klar, wie im Rhythmus ihrer Funktion, d. i. Anschluß, Ordnung und koordiniertes Ausstoßen der Protrichocysten, ein Vorgang, der sich lebenslang wiederholt, eine Formlabilität bzw. Variabilität hervortritt, die nur auf Grund labiler Strukturverhältnisse,

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

nicht aber starrer Festigkeit möglich ist. Bei den nur mehr temporär tätigen oder schließlich zum Rudiment gewordenen indirekten Systemen bleibt vor allem die Strukturlabilität, die ihren Ausdruck findet in der Dissoziation, die auch während des Lebens eintreten kann, um gegebenenfalls zur völligen Resorption zu führen (die dann vorliegt, wenn in Präparaten, die das übrige neuroformative System in positivem Strukturzustand zeigen, keinerlei Dissoziationsspuren der nicht vorhandenen indirekten Fibrillen nachzuweisen sind). Die Veränderlichkeit bzw. Labilität der Meridiane II. Ordnung und des indirekt verbindenden Systemanteils ist nun nicht nur rein äußerlich und zufällig, vielmehr ist sie begründet in einer inneren Zusammengehörigkeit insofern, als sich, wie ich dies schon seinerzeit feststellte (Klein, 1931), die indirekten Systeme von den Meridianen II. Ordnung herleiten. Klare, ihrer Wichtigkeit wegen hier nochmals gegebene Bilder (Taf. III, Fig. 8—12) zeigen in voller Eindeutigkeit, wie aus Meridianen II. Ordnung durch periodisches Vorwachsen von Querschlingen ein Gitter wird, das schließlich im indirekten System von *Paramaecium* in seiner vollen Ausbildung erscheint.

Diese Tatsache bleibt als solche bestehen, auch wenn Párducz eine Reihe von Einwendungen dagegen erhebt. Diese Einwendungen müssen der Vollständigkeit wegen nun noch Punkt für Punkt erledigt werden, obwohl sie für die Charakterisierung der indirekten Fasern im allgemeinen und als Skelettelemente im besonderen bereits unwesentlich geworden sind durch die eine solche Wertung grundsätzlich ausschließenden, eben angeführten Tatsachen der Strukturlabilität und Hinfälligkeit.

Als eine dieser Einwendungen führt Párducz an, daß „das indirekte System nebst einem vollständigen Mangel an autoplastischer Formveränderlichkeit auch deswegen mit den Secretonemen (d. s. die Meridiane II. Ordnung, Anmerkung Klein) der *Colpidium-Glaucoma*-Gruppe nicht vergleichbar ist, weil die Fibrillen dieser Systeme bei der Mehrzahl der hierher gehörigen Ciliaten weder Relatoren noch ‚Relationskorn-Rudimente' besitzen. So sind auch bei *Uronema* in den Stoßpunkten keine Gitterkörner nachweisbar (Párducz, 1939, S. 295—96)". Ein „vollständiger Mangel an autoplastischer Formveränderlichkeit" liegt bei den indirekten Systemen keineswegs vor, wie z. B. aus Befunden an *Paramaecium*, und da in erster Linie an sich teilenden Tieren (Klein, 1937), hervorgeht, oder, wie es sich besonders schön an jenen Reihen von *Colpidium colpoda* zeigt, die von Meridianen II. Ordnung ausgehen, um über autoplastisch von diesen gebildete Übergänge schließlich zu einem vollständig geschlossenen indirekten System zu führen (Klein, 1931, bes. Taf. 11; ihrer Wichtigkeit wegen sind die betreffenden Bilder auch hier auf Taf. III, Fig. 8—12, wiedergegeben). Eine ausgiebigere autoplastische Formveränderlichkeit gibt es kaum sonstwo am neuroformativen System. Daß die autoplastische Formver-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

änderlichkeit nicht in allen diesbezüglichen Fällen gleich groß ist, berührt das Grundsätzliche der Potenz nicht. Es bedeutet das nur einen quantitativen, aber keinen qualitativen Unterschied. Um so einen quantitativen Unterschied geht es auch, wenn nur die „Mehrzahl der hierher gehörigen Ciliaten weder Relatoren noch ‚Relationskorn-Rudimente' besitzen". Wenn in keinem Falle solche Gebilde im indirekten System lägen, wäre die Sache anders. Was sind das aber für „Skelettfibrillen", denen hie und da doch Relationskörner angeschlossen sind? Ein Absinken der Zahl der Relationskörner bis auf 0 zeigt in diesen Fällen, daß hier etwas, das in anderen Fällen noch vorhanden ist, aufgegeben wurde: nämlich eine Funktion, der die Relationskörner dienten. Da beim indirekten System die Funktionsmöglichkeit schon überhaupt kein Dauer-, sondern nur mehr ein temporärer Zustand ist, ist so der Weg angedeutet, der in Steigerung der gegebenen Tendenz schließlich zum Funktionsverlust, damit zum Relationskornverlust, also zum System-Rudiment, führen kann. Zu einem System-Rudiment, in dem auf letzter Stufe auch Relationskorn-Rudimente schon nicht mehr vorhanden sind.

Aber es besteht, nach Párducz, ein „Verhältnis der Trichocysten zum ‚Gerüstsystem' (Párducz, 1939, S. 299)". Die Trichocysten sind „hier in Kreuzungspunkten der interciliären Fäden und der Querbalken des Gerüstsystems aufzufinden (Párducz, 1939, S. 299)". Diese Verhältnisse „entsprechen . . . . den bei *Paramaecium* vorgefundenen Verhältnissen". Also doch Trichocysten und deren Relationskörner in den Querbalken, also im indirekten System, und zwar in den Kreuzungspunkten mit dem direkten System. Die Lage der Trichocystenkörner wird sogar genau angegeben. Die „interciliäre Faser", der Meridian I. Ordnung, biegt links oder rechts gegen sie etwas aus. Weil hiermit über diese Verhältnisse eigentlich alles gesagt ist, was auch ich diesbezüglich seit Jahren vertrete, so müssen, um ausreichende Unterschiede zu geben, von Párducz natürlich noch die Kreuzungspunkte näher definiert werden, um hier vielleicht eine Wesensverschiedenheit zu finden: Direktes und indirektes System, oder, in der Nomenklatur v. Geleis, interciliäre Fasern und Stützfasern, „besitzen nirgends eine unmittelbare Verbindung zueinander, sondern sie kreuzen sich nur (vor jedem Basalkornapparat) Schritt für Schritt (Párducz, 1939, S. 295)". Nach dieser Definition müßten die betreffenden Verhältnisse irgendwo an den von Párducz gegebenen Bildern zu sehen sein oder zumindest wahrscheinlich werden, aber der Zustand der indirekten Fibrillen zeigt einen so weitgehenden Zerfall, daß so eine schwierige Feststellung an derartigen Präparaten überhaupt unmöglich wäre. Bei mir kreuzen sich direkte und indirekte Fibrillen auch, aber so, daß die Kreuzungspunkte Ursprungsorte der aus der Kreuzung abgehenden Fibrillen darstellen, die in vollster Kontinuität miteinander sind

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

und, als wesensgleiche Anteile des neuroformativen Systems, es auch sein können. Wenn hingegen das indirekte System ein Skelettgerüst sein soll und das direkte System ein nervöser Apparat, dann darf es natürlich, ebenso wie bei Knochen und Nerven, ein kontinuierliches Auseinanderhervorgehen nicht geben, sondern nur eine „platonische" Kreuzung, dann ist es nur folgerichtig, wenn Párducz diese beiden Systeme streng gesondert nebeneinander vorhanden sein läßt. Da diese beiden Anteile aber nicht wesensverschieden, sondern wesensgleich sind, steht ihrer Kontinuität nicht einmal mehr formal etwas im Wege.

Wenn weiterhin Párducz es als besonders wichtig betrachtet, daß die Meridiane II. Ordnung (die „secretorischen Meridiane oder Secretoneme" v. Geleis) von den Meridianen I. Ordnung (die „interciliären Neuroneme" v. Geleis) in allen Fällen nach links abzweigen, während die indirekten Fasern der *Paramaecium*-Gruppe nach rechts davon liegen und daraus folgert, daß sich die indirekten Systeme der *Paramaecium*-Gruppe daher nicht von den Meridianen II. Ordnung herleiten können, sondern unbedingt Bildungen „sui generis" sind, wofür auch Befunde von v. Gelei an *Colpidium*-Arten herangezogen werden (allerdings ohne Literaturangabe!), so sehe ich in diesem Seitenwechsel, der es ja doch nicht aufhebt, daß die betreffenden Fibrillen trotzdem aus Meridianen I. Ordnung entspringen, nicht mehr als eine für das Wesen der Sache belanglose art- bzw. gruppenspezifische Besonderheit.

Párducz gibt dann weiter an, daß nach meiner Auffassung Relatoren nur in Stoßpunkten der Silberlinien möglich wären und weist bei dieser Gelegenheit auf verschiedene Differenzen dieser Auffassung mit der Wirklichkeit hin. Daß diese Stoßpunkte nicht immer offenkundig sind, sondern in der Konstruktion des Zweilinienstreifens sich verbergen können, habe ich schon lange betont (Klein, 1927) und werde in der Folge, um nicht an zwei Stellen dasselbe zu sagen, gelegentlich der Behandlung des gleichen, durch v. Gelei gemachten Einwandes noch das Nötige anführen.

Obwohl noch auf manche Punkte der Párduczschen Arbeit eingegangen werden könnte, unterlasse ich es, erstens um nicht zu weitläufig zu werden, und zweitens, weil diese Dinge unser eigentliches Thema nicht wesentlich berühren.

Nach den gleichen Gesichtspunkten, die hier bei *Paramaecium* und *Uronema* ausführlich zu besprechen sind bzw. schon besprochen wurden, zerlegt Gábor v. Gelei (1940) auch das neuroformative System von *Cinetochilum* in ein Stütz- und ein Leitungssystem und noch in einer Reihe weiterer Arbeiten aus der v. Geleischen Schule geschieht das gleiche. Da in allen diesen Fällen nichts anderes zu erwidern wäre, als in den hier als Muster besprochenen Beispielen, so erübrigt sich, um weit-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

läufige Wiederholungen zu vermeiden, eine Berücksichtigung dieser weiteren Arbeiten.

Nach dieser Einlage nun wieder zurück zu den weiteren Einwänden v. Geleis (1939), die nun bald zu Ende gehen.

Seine jetzt folgende Auseinandersetzung (v. Gelei, 1939, S. 257) geht auf meine nie gemachte, von mir gleich eingangs als Mißverständnis gekennzeichnete „Behauptung" mit der Angabe ein, daß auch nach seinen Befunden doch zwei Sorten von Fibrillen das indirekt verbindende System zusammensetzen könnten, dicke stützende und dünne leitende, die aber nicht übereinander, sondern ineinander, die eine im Innern der andern, liegen.

Hier zeigt sich v. Gelei nichts anderes, als der von mir schon seinerzeit (Klein, 1928) festgestellte Feinbau der Fibrillen des neuroformativen Systems. Die fibrilläre Komponente im Innern der sie umhüllenden plasmatischen Komponente. Bei gewissen Dissoziationsgraden der letzteren werden diese Verhältnisse deutlich sichtbar.

Es wird dann noch die Möglichkeit erwogen, „daß die Stützfibrillen mit einer leitenden Hülle umgeben sind". — „Das würde aber nur in dem Falle einen Sinn haben, wenn die Trichocysten, die vom Gitter berührt werden, nur mit der Hülle in Verbindung ständen. Das ist aber nicht der Fall, sie stehen vielmehr mit den inneren Querfasern in Verbindung (v. Gelei, 1939, S. 257)." — Das stimmt! Die Trichocysten durchbohren nicht nur die Querfasern, sondern stehen mit ihnen über das Trichocystenkorn in inniger Verbindung (Klein, 1929, S. 238). Die klaren und eindeutigen Befunde, die über diese Gebilde vorliegen (Klein, 1927 und 1928) erübrigen es, darauf noch weiter einzugehen.

Nun führt v. Gelei als nächsten, gegen meine Auffassung gerichteten Punkt an, daß ich die Anwesenheit und Lage der Gitterkörner im indirekt verbindenden System, als Relatoren, auch für die nervöse Leistung dieses Systems in Anspruch nehme. Er bemerkt dazu folgendes: „Das Basalkorn der Cilien im Cellulatenkörper, weiterhin das Centrosom im Spermium funktionieren selbstverständlich als Relatoren, und wenn doch diese auch hier nicht Neuroneme, sondern gerade die axialen Stützfibrillen der Undulipodien erzeugen, dann ist auch bei uns dem Gitterkorn nicht abzusprechen, daß es nicht Nervösleitendes, sondern mechanisch Stützendes erzeugt (v. Gelei, 1939, S. 257—258)." Um zu demonstrieren, daß die Relatoren der Cilien bzw. das Centrosom der Spermien die axialen Stützfibrillen der Undulipodien bilden, ist es vielleicht gar nicht nötig, nach Cellulaten und Spermien in die Ferne zu greifen, denn schon die so naheliegenden Ciliaten erlauben die betreffenden Verhältnisse sehr eindeutig festzustellen. Wie ich nämlich bereits vor Jahren (Klein, 1928) zeigen konnte, besonders an diesbezüglichen Zerfallserscheinungen (Klein,

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

1934/35) feststellte, besteht die „Silberlinie", wie auch vorhin schon erwähnt, aus einer plasmatischen und einer fibrillären Komponente. Die letztere stützt die erstere, die in ihrem halbflüssigen, äußerst labilen Zustand einer Stütze unbedingt bedarf, mit einer einzigen Ausnahme dort, wo sie nur kürzeste Strecken mit Halt und Führung durch die Zwischenalveolarräume zu überbrücken hat: Bei den echten engmaschigen Gittern. Aber in den diesen Gittern aufsitzenden Cilien ist die die ganze Cilienlänge durchziehende plasmatische Komponente auch schon durch eine fibrilläre Komponente abgestützt (Klein, 1929).

Wenn die plasmatische Komponente, die, nach entsprechenden Befunden[1]) und vor allem deshalb, weil sie, im engmaschigen Gitter, allein vorhanden, der Reizleitung genügt und so das eigentlich erregungsleitende Element darstellt, die Cilie bis in ihre distale Spitze durchzieht, um an der äußersten Grenze die Umweltsreize aufzunehmen (Klein, 1929, 1932), muß sich die fibrilläre Komponente derart verstärken, daß sie nicht nur die plasmatische Komponente, sondern, in Form des Achsenfadens, das Undulipodium als Ganzes abzustützen vermag. Daß der Achsenfaden dem Silberliniensystem nicht heterogen ist, geht aus der Tatsache hervor, daß er, wie die Cilie überhaupt, aus einem Bestandteil dieses Systems, dem Basalkorn, entsteht (Klein, 1929, 1932).

Der Ausbildungsgrad der fibrillären Komponente ist den jeweils gegebenen Verhältnissen bzw. Notwendigkeiten immer angepaßt: Diese Komponente hat in den Streifensystemen (Klein, 1927, 1928) ihre dort notwendige Stärke, sie wird stärker in der mechanisch höher beanspruchten Cilie und sie fehlt im engmaschigen Gitter, wo bei kürzesten Verlaufstrecken auch eine hinreichende Beanspruchung fehlt.

Nach Erledigung dieses Punktes nun zum nächsten. Da wird gesagt, daß ich es für wichtig halte (v. Gelei, 1939, S. 258), „daß die Relatoren an Stoßpunkten von Fäden liegen", was nach meiner Auffassung „gar bezeichnend sowohl für die Relatoren als für das Nervöse wäre". „Klein kehrt in seinen älteren Schriften immer wieder auf diese Auffassung zurück (v. Gelei, S. 258, 1939 [Klein, 1928])." Nun, in diesen meinen älteren Schriften sind aber auch jene Verhältnisse aufgezeigt, die im Zweilinienstreifen[2]) (Klein, 1927) zum Ausdruck kommen und

---

[1]) Zerfallserscheinungen bei Hitze- und anderen Einwirkungen haben gezeigt, daß nach Zerfall der plasmatischen Komponente, trotz intaktem fibrillären Anteil, die Reizleitung in dem betreffenden Gebiet aufgehoben ist (Klein, 1934/35).

[2]) In einer neuesten Arbeit Gábor v. Geleis (1940) wird der Zweilinienstreifen und die Verteilerlinie endlich zur Kenntnis genommen und, wahrscheinlich in Ermangelung anderer Gründe, als eine infolge starker Salzeinwirkung entstandene Fehlfärbung abgelehnt. Ein zu hoher Salzgehalt, wie er in manchen Fällen durch die Wasserverdunstung entsteht und dann optimale Entquellungs-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

die schließlich dazu führen, daß Relatoren gegebenenfalls an Stellen liegen, die äußerlich nicht mehr als Stoßpunkte in landläufigem Sinne erscheinen, weil sie zwischen zwei oder mehreren parallel laufenden und verbündelten Fäden entstehen. In diesen Fällen können in der Silberlinie natürlich auch Relationskörner liegen, ohne daß Seitenzweige vorhanden sein müßten. Das gilt für alle die Fälle, an denen v. Gelei zeigt, daß Relatoren nicht in offensichtlichen Stoßpunkten liegen. v. Gelei schreibt weiter: „Nicht einmal bei solchen Tieren, bei denen das Neuronemensystem in einer dichten Gitterform vorhanden ist, treten die Basalkörner regelmäßig an den Stoßpunkten der Neuroneme auf." Er führt dazu als Beispiele *Chilodon* und *Euplotes* an. Beide Arten tragen nun wohl Maschengitter, aber kein engmaschiges Gitter in dem vor mir angegebenen Sinn (Klein, 1927, 1928). Und das ist ein Unterschied! Denn nur beim echt engmaschigen Gitter, als der ersten Entwicklungsstufe des neuroformativen Systems, das noch keine kombinierten Fibrillen aufweist, fehlen noch die im Zweilinienstreifen gegebenen Möglichkeiten, während sie bei *Chilodon* und *Euplotes*, die, wie schon gesagt, zwar Gitter, aber keine engmaschigen Gitter im vorerwähnten Sinne tragen, vor-

---

bedingungen ausschließt, kann im neuroformativen System nur Zerstörungen, Dissoziationen, als strukturelle Reaktionen, bewirken, die als solche ohne weiteres erkennbar sind (Klein, 1934, 1934/35, 1937). Er kann aber im neuroformativen System nie etwas entstehen lassen, wie den Zweilinienstreifen oder die Verteilerlinie, die beide in durchaus positivem Strukturzustand (Klein 1934) möglich sind. So eine Bildung wäre einzig als formative Reaktion denkbar und unter entsprechenden, allerdings quantitativ und zeitlich ganz anderen Bedingungen (Klein, 1934, 1934/35, 1937), als wie sie bei der Entquellung gegeben sind, können vor allem experimentell gesetzte, physikalisch-chemische Einflüsse (also auch Salzkonzentrationen), die als Schädlichkeiten wirken, auch formative Reaktionen als Ausgleich gegen die Schädigung, im neuroformativen System zeitigen, die aber immer in der Richtung auf das engmaschige Gitter gehen, das als Ausgangspunkt für jede Regeneration (Klein, 1936, 1939) bei jeder Schädigung auftreten muß. Zweilinienstreifen und Verteilerlinie sind aber keine engmaschigen Gitter, sondern nur ein Ersatz derselben, insoferne als sie Bedingungen schaffen, die es ermöglichen, auch auf den Stufen ohne engmaschige Gitter die nötigen Stoßpunkte für die Relationskörner zu bilden. Wird der Zweilinienstreifen im Fibrillenbündel enger, dann sind äußerlich die betreffenden Verhältnisse überhaupt nicht mehr erkennbar, aber die Verteilerlinie und der Zweilinienstreifen als die Vorstufen des Bündels weisen dessen Möglichkeiten. Zu den durch hohe Salzkonzentrationen hervorgerufenen Dissoziationen, also strukturellen Reaktionen, ist in Absicht auf den Zweilinienstreifen noch zu sagen, daß solche Zerstörungen immer nur fallweise und meist regionär am Tier (Klein, 1937) bzw. in verschiedenen Regionen des Präparates auftreten, jedenfalls aber nie die Konstanz aufweisen, die von Natur aus gegebene Organisationseinzelheiten, wie z. B. Zweilinienstreifen und Verteilerlinie, erkennen lassen.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

handen sind, so daß Relationskörner auch außerhalb von äußerlich sichtbaren Stoßpunkten auftreten können.

Da ich also gar nicht, wie v. Gelei meint, in meinen älteren Schriften immer wieder zu der Auffassung zurückkehre, daß die Relatoren in Stoßpunkten von Fäden liegen, nämlich in äußerlich erkennbaren, was jetzt durch Hinweise auf Stellen dieser Arbeiten hoffentlich klar geworden ist, kann ich mich auch nicht in jenem Irrtum befinden, zu dem ich an meinen Präparaten „sicher durch Schrumpfungen verursachte undeutliche bzw. unanalysierbare mikroskopische Bilder geleitet wurde (v. Gelei, 1939, S. 258)". Nun, die von mir verwendete, mit wenig und übersehbaren Faktoren arbeitende einfache Methode gibt wohl manchmal undeutliche, nie aber unanalysierbare Bilder. Im Gegenteil, die erhaltenen Bilder sind so gut analysierbar, daß diese Analyse nicht nur morphologische Verhältnisse aufklärte, sondern auch wichtige Aufschlüsse über wesentliche Eigenschaften des neuroformativen Systems zutage förderte: Die Reaktionen des Systems auf verschiedene äußere und innere Einwirkungen (Klein, 1934, 1934/35, 1937), die in strukturellen und formativen Veränderungen zum Ausdruck kommen, wären durch andere, fixierende, also von vornherein schnell verfestigende Methoden — die keine Zeit zu den betreffenden Reaktionen lassen —, nie mit dem gleichen Nachdruck in die Erscheinung getreten. Also die Methode hat mir keinen Irrtum der aufgezeigten Art, sondern nur Aufschlüsse gebracht. In diesem Zusammenhang ist es vielleicht nicht uninteressant, darauf hinzuweisen, daß es wohl kein Zufall ist, wenn gerade v. Gelei, weil er hauptsächlich mit Schnellverfestigung durch Fixierung arbeitete und so das neuroformative System vorwiegend in „fester" Form sah, auch immer für eine festigende, stützende Leistung dieses Systems eintrat, während ich, durch meine Methode mit der mechanischen Hinfälligkeit dieses Systems von Anfang an zur Genüge vertraut, ihm keinesfalls eine stützende Funktion unterlegen konnte.

Wenn schließlich v. Gelei noch anführt, „daß jener Umstand, daß die Gitterkörner immer in den Stoßpunkten der Längs- und Querbalken des Gitters liegen, nicht als Beweis für die leitende Natur der betreffenden Fibrillen angeführt werden kann (v. Gelei, 1939, S. 258)", so ist darauf zu erwidern, daß das Wesentliche an der Sache darin besteht, daß die Gitterkörner überhaupt in den Fibrillen des indirekt verbindenden Systems liegen, durch dasselbe zusammengeschlossen werden, ein Zusammenschluß, der in Absicht auf Stütze, für die hier keine Notwendigkeit vorliegt, gar nichts, in Absicht auf leitende Verbindung aber sehr viel bedeutet.

Und nun werden die Beziehungen des „Gitters", also des indirekt verbindenden Systems, zu den einzelnen Organellen betrachtet.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Zuerst die Beziehung zu den Cilien (v. Gelei, 1939, S. 258). Obwohl sie nicht in direktem Kontakt mit diesem System sind, sollen die Polygone als „Stützmaßnahmen der Cilien bei der Bewegung" dienen. Daß und warum zu dieser Stütze die feste und entsprechend skulpturierte Pellicula hinreicht, habe ich bereits erwähnt.

Die Beziehung zu den Trichocysten wird als eine rein mechanische hingestellt. Obwohl es ohne weiteres einleuchtet, daß Trichocysten (und natürlich auch Protrichocysten), die ja immer koordiniert in Tätigkeit treten, eine leitende Verbindung voraussetzen, wird es kaum verständlich erscheinen, daß diese Gebilde, die, um schußbereit zu sein, möglichst lose, leicht lösbar, im Plasma liegen müssen, einem festigenden Stützstatt einem koordinierenden Leitungssystem angeschlossen sein sollten.

Die Beziehung zum Porus excretoricus und die Verhältnisse im Vestibulum stellen für unsere Frage kein Material.

Hingegen liefern die betreffenden Gebilde an der Cytopyge wieder interessante Aufschlüsse. v. Gelei bemerkt sehr richtig, daß an der Bildung der Cytopyge bzw. der Cytopygenlinie beide Elemente (nämlich direktes und indirektes System) teilnehmen (v. Gelei, 1939, S. 260). Das ist ja auch selbstverständlich von meinem Standpunkt aus, der direkt und indirekt verbindendes System als Teile ein und desselben Gebildes, eben des neuroformativen Systems, betrachtet, das, wie ich früher bereits zeigen konnte (Klein, 1936 und 1939) ganz bestimmte Beziehungen zur Cytopyge besitzt. Hingegen ergeben sich diesbezüglich Schwierigkeiten, wenn, wie dies v. Gelei tut, die beiden Systemteile als Stütz- und Leitungselemente unterschieden werden. Als Trennungsgrund, der eine diesbezügliche Verschiedenheit dieser beiden Bauelemente rechtfertigen soll, führt v. Gelei (1939) an, „daß vom Stützsystem regelrecht zwischen jedes Cilienpaar, vom Neuronemensystem dagegen lückenhaft (von den Basalkörnern oder unabhängig von diesen) Querfasern getrieben werden (v. Gelei, 1939, S. 260)". Abgesehen davon, daß aus diesem klaren Befund sich nur gewisse Unregelmäßigkeiten in der gegenseitigen Anordnung der beiden Systemteile ergeben, „Unregelmäßigkeiten", auf die noch zurückzukommen sein wird, aber nicht Unterschiede, die eine Verschiedenheit im geforderten Sinne begründen könnten, ergibt er auch keine Beziehung zu der Aussage des nächsten Satzes: „Im Falle der Cytopygenlinie liegt also sicher ein Fall vor, wo, Kleins Auffassung entsprechend, in zentrifugaler Richtung Leitungs- und Stützfasern übereinander liegen (v. Gelei, 1939, S. 260)." Nicht nur, daß dies aus dem oben gegebenen Befund gar nicht hervorgeht, habe ich auch nie eine Auffassung vertreten, wonach in zentrifugaler Richtung Leitungs- und Stützfasern übereinanderliegen sollten, welches Mißverständnis ja bereits eingangs aufgeklärt worden ist. v. Gelei gibt weiterhin aber

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Bilder, die, bei Hoch- und Tiefeinstellungen gewonnen, das Übereinander dieser beiden Systeme zeigen sollten. Das Endergebnis ist folgendes: „Nach außen läuft also die erregungsleitende Faser, nach innen die hier lamellös ausgebreitete Stützfaser (v. Gelei, 1939, S. 260)."

Um das Verhältnis des neuroformativen Systems oder eines Teiles desselben (z. B. des indirekten Systems, das v. Gelei, wie schon zur Genüge bekannt, als Stützgitter betrachtet) zur Cytopyge festzustellen, genügen Befunde, die, wie die eben angeführten v. Geleis, dieses Organell nur in einer einzigen Phase, und zwar derjenigen der Ruhe, erfassen, keineswegs. Vielmehr müssen zu diesem Zweck Befunde vorliegen, welche die Cytopyge in allen ihren Funktionsphasen erfassen. Denn die Cytopyge zeigt eine ganz charakteristische, periodisch sich wiederholende Funktion, die, soweit es die äußerlich wahrnehmbaren Vorgänge, die Ausstoßung des Fäkalienballens, betrifft, rein mechanische Beanspruchungen für die Umgebung setzt, die klar zeigen, wie die Umgebung und das dort vorhandene neuroformative System, bzw. irgend ein Teil desselben, auf diese Beanspruchung reagiert, wie es sich bei Bildung und Verschluß der fallweise notwendigen, oft recht beträchtlichen Öffnung verhält, woraus sich wesentliche Aufschlüsse über die Natur der verschiedenen Fibrillen des neuroformativen Systems ergeben müssen, besonders in Absicht auf mechanische bzw. autoplastische Eigenschaften.

Reihenbefunde über das Verhältnis des neuroformativen Systems in den einzelnen aufeinanderfolgenden Funktionsphasen der Cytopyge wurden erstmalig von mir veröffentlicht, und zwar (Klein, 1939) für die Cytopygentätigkeit von *Colpidium* und früher schon (Klein, 1936) für diejenige von *Euplotes*. Diese Befunde erwiesen die merkwürdige und interessante Tatsache, daß die Öffnung, durch die jeweils der Kotballen austritt, kein dauernd vorhandenes Gebilde ist, das sich nach Bedarf öffnet und schließt, sondern das jedesmal neu entstehen muß, weil es sich, nach Durchtritt der Fäkalien, nicht federnd schließt, sondern durch Regenerationsvorgänge überhaupt verwächst, wodurch der Zustand vor seinem Bestehen wieder hergestellt wird.

Bei dieser Regeneration, die darin besteht, daß das durch den ausgetretenen Kotballen geöffnete Ektoplasma sich wieder über dem jetzt frei liegenden Entoplasma schließt, in einem der Heilung eines Wunddefektes vergleichbaren Vorgang, treten die autoplastischen Potenzen des neuroformativen Systems in formativen Prozessen sehr deutlich hervor.

An vollständigen Reihen der aufeinanderfolgenden Funktionsphasen der Cytopyge bei *Colpidium campylum* und *colpoda* zeigten sich die betreffenden Vorgänge mit besonderer Deutlichkeit (Klein, 1939). Sobald nach Austritt des Kotballens die Ausstoßungsphase beendet ist, setzen an den auseinandergetriebenen und geschädigten Fibrillen des neuroforma-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

tiven Systems autoplastische Veränderungen ein, indem gegen die noch klaffende Öffnung Fibrillen auswachsen, die sich zu einem engmaschigen Gitter formieren, das schließlich die Öffnung überzieht und Ektoplasma nachzieht. Die Regenerationsphase hat begonnen. Nach Überwachsung der Öffnung, die dadurch geschlossen wird, bildet sich das engmaschige Gitter wieder zurück, um sich dabei so zu formieren, wie es vorher, vor dem Kotaustritt, an dieser Stelle war. Von einer Cytopygenöffnung ist keine Spur mehr da, nur im neuroformativen System ist die Stelle fixiert, an der diese Öffnung das nächste Mal wieder von neuem entstehen wird.

Die gleichen Verhältnisse zeigen sich beim „Verschluß" der Exkretionsvakuole von *Euplotes* (Klein, 1936) und schließlich an der Cytopyge von *Paramaecium*.

Bei diesem Tier bemerkte ich schon im Jahre 1928 (Klein, 1928, S. 249 ff.), daß das neuroformative System der Cytopyge je nach deren Funktionsphase verschieden war (vgl. Klein, 1928, Fig. 38 a u. b). Ich hatte nicht nur Ruhe- und Ausstoßungsphase gesehen, sondern auch Regenerationsphasen, die ich aber falsch deutete, weil mir vollständige Funktionsreihen von Tieren damals noch fehlten, die, wie z. B. *Colpidium*, diese Verhältnisse völlig klar zeigen. Ich nahm frühe Regenerationsphasen als die ersten Stufen des, anläßlich der Teilung, sich neu bildenden Cytotoms. Dieser Irrtum in der damaligen Zeit ist verständlich, denn auch bei der Neubildung dieses Organells entsteht, durch das neuroformative System eingeleitet, eine Öffnung im Ektoplasma, unter der das Entoplasma frei zutage liegt: dasselbe, was nach Ausstoßung des Kotballens bei der Cytopyge der Fall ist. Die Figuren 39 und 40 der betreffenden Arbeit (Klein, 1928) zeigen 2 Ruhe- und 2 Regenerationsphasen der Cytopyge, die aber, auf Grund des oben erwähnten und nun berichtigten Irrtums, als erste Bildungsstufen des Cytostoms bezeichnet sind.

Wenn nun Befunde der aufeinanderfolgenden Funktionsphasen der Cytopyge von *Colpidium*, *Paramaecium* bzw. der Exkretionsvakuole von *Euplotes* in gleicher Weise den durchaus plastischen Charakter der betreffenden Vorgänge zeigen und dabei nicht nur die vor allem in der Ausstoßungsphase hervortretende, „bewegliche" Art des neuroformativen Systems sich offenbart, sondern auch seine, in der Regenerationsphase einsetzende, formative Potenz, sein „fließender" Charakter, so ist dieser Vorgang und dieses Verhalten durchaus nicht geeignet, die v. Geleische Ansicht zu stützen, wonach ein Teil des neuroformativen Systems aus festigenden, starren Skelettfasern bestehen sollte, die jeden plastischen Vorgang hemmen, abbremsen müßten. Stützfibrillen wären so aktiven Vorgängen, wie sie sich an der Cytopyge abspielen, nur hinderlich und tatsächlich zeigt keine der in dem betreffenden Bereich liegenden Fibrillen

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

ein starres Verhalten, was bei den indirekten Fasern von *Paramaecium* doch der Fall sein müßte, wenn v. Gelei's Ansicht der Natur dieser Gebilde entspräche.

Nun kommt v. Gelei zum „Kernpunkt" seiner Betrachtung und das ist „eigentlich die Frage der Beziehung beider Systeme, nämlich des leitenden und des stützenden zueinander" (v. Gelei, 1939, S. 260). Und aus der Art dieser Beziehung läßt sich ja wirklich sehr viel über das Wesen der vorliegenden Gebilde abnehmen. Im Verfolg dieser Angelegenheit geht v. Gelei auf meine Wertung der Silberlinien II. Ordnung, auch bei *Paramaecium*, als echte, vollwertige Gebilde ein. Bei dieser Gelegenheit trifft er folgende Unterscheidung, die am kürzesten und präzisesten durch seine eigenen Worte auszudrücken ist: „Unzweifelhaft erregungsleitend sind nach meiner Erfahrung die Silberlinien II. Ordnung der Gattungen *Colpidium* und *Glaucoma*, da sie hier wahrlich von den Silberlinien I. Ordnung abzweigen bzw. sich hinten mit diesen vereinigen. Ich betrachte diese Fibrillen trotzdem nicht für vollwertige Elemente, da sie keine Cilien untereinander verbinden. Für mich sind nämlich nur jene Neuroneme vollwertig, die Cilien untereinander verbinden, da diese sowohl sensorisch-rezeptorisch als motorisch-effektorisch tätig sein können. Die Neuroneme II. Ordnung der *Hymenostomata* sind für mich aber bloß effektorisch, weshalb ich dieselben zur Unterscheidung als sekretorische Neuroneme ansprach (Gelei, 1934c). Daß sie in morphologischer Hinsicht doch gleichwertig sind, gibt sich darin kund, daß sie an der Berührungs- bzw. Abzweigungsstelle unmerklich ineinander übergehen (v. Gelei, 1939, S. 261)." Also, unzweifelhaft erregungsleitend — trotzdem nicht vollwertige Elemente — und doch in morphologischer Hinsicht gleichwertig! Man sieht daraus, wie schwierig es ist, die vorliegenden Verhältnisse eindeutig zu fassen. Die gegebene Polyvalenz: nervös-leitend und autoplastisch-formativ erschwert oder macht eine Definition unmöglich dann, wenn diese Tatsache auch nur einen Augenblick aus dem Gesichtsfeld schwindet. Denn in diesem Fall sieht man einmal diese, dann wieder die andere jener beiden Seiten, die aber unbedingt zusammen gesehen werden müssen, weil sie ein Ganzes bilden. Um so größer, geradezu unüberwindlich, werden die diesbezüglichen Schwierigkeiten, wenn unter Abzug von Wesensseiten für einen Teil der Fibrillen auf ein Drittes, nämlich auf Stützfunktion, gezielt wird.

Da nach meinen Befunden direktes und indirektes System bei *Paramaecium* ineinander übergehen, was besonders deutlich am hinteren Pol der Tiere zu sehen ist (Klein, 1931), geht nun v. Gelei auf diese Befunde ein, denn: „Es dreht sich . . . alles darum, ob dieses Ineinanderfließen im Falle des *Paramaeciums* auch von unseren Elementen feststellbar ist oder nicht (v. Gelei, 1939, S. 261)."

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Die Mikro-Aufnahmen, die nun in diesem Zusammenhang gegeben werden und die zum Teil nur eines der beiden Systeme, nach Anwendung verschiedener Darstellungsmethoden, vorführen, zeigen sowohl das direkte bzw. indirekte System in ihrer charakteristischen Anordnung. Von allen diesen Mikro-Aufnahmen zeigt aber keine einzige jene Stelle, an der diese Anordnung durchbrochen ist: den hinteren Pol von der Dorsalseite. Dort sieht man den Übergang der Fibrillen der beiden Systeme ineinander deutlich. Diese Stelle nämlich bietet ein Feld, an dem die beiden Fibrillensorten nicht mehr auseinanderzuhalten sind, in dem sie sich völlig vermischen. Dieses Feld ist auf Fig. 17 der Tafel IV mit einer Kreislinie umfahren.

v. Gelei führt noch an, und das wurde auch von Párducz für *Uronema* geltend gemacht, wie vorhin bereits besprochen, daß sich die beiden Systeme nur kreuzen können. Die Bilder (Taf. 17, Fig. 27 a u. b), die das zeigen sollen, zeigen nur einen welligen Verlauf der Fibrillen des direkten Systems, der „Neuroneme", aber nicht, daß sie über dem „Gitter", also den indirekten Fibrillen weiterlaufen.

Die Beziehung des indirekten Systems zu den Trichocysten faßt v. Gelei so: „Eines ist nur sicher, daß nämlich, wo in Verbindung des orthogonalen Gerüstes Trichocysten auftreten, dieselben immer mit den Querbalken in Verbindung stehen (v. Gelei, 1939, S. 266)." Eine solche Verbindung ist bei einem die Trichocysten-Ausstoßung koordinierenden System, und für ein solches habe ich das indirekte System auf Grund meiner Befunde immer gehalten, selbstverständlich. Trichocysten bedürfen der Koordination, aber keines stützenden Halts. Sie müssen, ihrer Natur entsprechend, ebenso lose im Plasma liegen wie das Geschoß im Lauf.

Zum Schluß, als letzten Punkt der Zusammenfassung, gibt v. Gelei (1939, S. 269) eine Charakteristik des „Stützgittersystems", also meines indirekt verbindenden Systems. Diese Charakterisierung zeigt eindeutig, daß auch v. Gelei die große Unbeständigkeit, er nennt es Variabilität, dieses Systems aufgefallen ist: „Das Stützgittersystem ist bei den Paramaecien einer starken Arten-, Rassen- und individuellen Variabilität unterworfen, es verändert sich sogar am selben Individuum dem Ort und den physiologischen Bedingungen entsprechend, wogegen das Neuronemensystem eine starke Beständigkeit aufweist."

Die Unbeständigkeit des indirekten Systems in jeder Beziehung macht es als Stützsystem, das ja immer das Beständigste — weil das Starrste und Festeste — sein muß, so fragwürdig. Ein Gebilde, das gegen die Beständigkeit eines „Neuronemensystems" noch zurücksteht, kann kein Skelettgitter sein.

Nach meinen Befunden sind indirektes und direktes System von *Paramaecium* und allen anderen in diese Gruppe gehörenden Arten zwei

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

wesensgleiche Teile des neuroformativen Systems mit gleichen Potenzen, weil vor der Sonderung in direktes und indirektes System bzw. in Meridiane I. und II. Ordnung alles in jenen einheitlichen Fibrillen beschlossen liegt, aus denen die beiden genannten Anteile hervorgehen, und weil nach erfolgter Sonderung diese Teile an gewissen Stellen, z. B. den Polbildungen am neuroformativen System, wieder vikariierend füreinander eintreten können. Der Potenz nach sind diese Gebilde gleich. Aktuiert wird von dieser Potenz nach Bedarf jeweils nur das Notwendige.

Nach der aus sachlichen und Billigkeitsgründen notwendig gewesenen Besprechung einiger im Schrifttum vertretenen Ansichten über das neuroformative System können nun in diesem

2. Abschnitt

meine diesbezüglichen Befunde kurz zusammengefaßt und durch entsprechende Mikroaufnahmen anschaulich gemacht werden.

Drei wichtige Tatsachen sind es, welche die Bilder zu vorliegendem Thema zu zeigen haben: 1. die Herleitung des indirekten Systems der *Paramaecium*-Gruppe von Meridianen II. Ordnung, 2. den Übergang der Fibrillen des direkten und des indirekten Systems ineinander, und 3. die gegen das direkte System weit geringere Stabilität des indirekten Systems, die in verschiedenen Dissoziationen bzw. Resorptionen zum Ausdruck kommt.

1. Die Herleitung des indirekten Systems von Meridianen II. Ordnung.

Meridiane II. Ordnung in typischer Ausbildung, als Ausgangspunkt unserer Untersuchung, finden sich z. B. bei *Colpidium colpoda* Ehrb. (Taf. III, Fig. 1 und Fig. 2—13). Eine Gesamtübersicht vom neuroformativen System dieses Tieres zeigt Fig. 1 auf Tafel III. Hier sieht man, daß aus den von Pol zu Pol ziehenden Fibrillen, den Meridianen I. Ordnung, welche die einzelnen Cilien untereinander über deren Basalkornapparate verbinden, apikalwärts und nach links (Seitenbezeichnungen beziehen sich immer aufs Objekt) je eine Parallelfibrille entspringt, die bis zur hinteren Polkappe frei verläuft, um dann, distalwärts, wieder in den zugeordneten Meridian I. Ordnung einzumünden: es sind die Meridiane II. Ordnung. Sie verbinden über entsprechende Relationskörner die Protrichocysten (Klein, 1928, S. 210) untereinander. Die Relationskörner in den Meridianen beider Ordnungen sind schon bei der verhältnismäßig schwachen Vergrößerung des Übersichtsbildes 1 auf Taf. III als in den Fibrillen liegende Punkte zu sehen.

Die Gebilde, die den Meridianen I. Ordnung bzw. denjenigen II. Ord-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

nung angeschlossen sind, stellen in Absicht auf die nervös-koordinierende Leistung des neuroformativen Systems einerseits und dessen formative Leistung andererseits verschiedene Anforderungen insoferne, als die den Meridianen I. Ordnung angeschlossenen Cilien (bzw. Undulipodien überhaupt) als relativ dauernde Gebilde nur selten, und zwar in Regenerationsphasen, die formative Kraft des Systems in Anspruch nehmen, dafür aber stetig-fortlaufend zu koordinieren sind. Die den Meridianen II. Ordnung angeschlossenen Gebilde hingegen, die Protrichocysten, die durch Ausstoßung oft verbraucht werden, müssen ebenso oft die formative Kraft des Systems zu Neuanschluß und Neuordnung in Anspruch nehmen, verlangen jedoch nur zeitweise, und dann auf allerkürzeste Dauer, koordinierende Impulse. Im Bereich der Meridiane I. Ordnung überwiegt somit Konstanz im Bestand der angeschlossenen Gebilde und Stetigkeit der auf dieselben gerichteten Leistung des neuroformativen Systems, während im Bereich der Meridiane II. Ordnung diesbezüglich Bestandslabilität und temporäre Leistung vorherrscht. Die gleiche Potenz ist in beiden Fällen nach verschiedenen Richtungen quantitativ verschieden beansprucht. Die Bestandslabilität im Bereiche der Meridiane II. Ordnung bedingt auch eine Formlabilität der betreffenden Fibrillen, d. h. eine ganze Reihe formativer Reaktionen, die anläßlich eines Bestandswechsels, d. h. des Anschlusses und der Ordnung einer frischen Protrichocysten-Garnitur, nach Ausstoßung der alten, ablaufen. Von diesen Vorgängen machen die Fig. 2—7 auf Tafel III etliches anschaulich: Unmittelbar nach Ausstoßung von Protrichocysten erscheinen die Meridiane II. Ordnung als einfache Fibrillen, die keine oder nur Relationskorn-Reste führen, denn das, was diese Körner zum neuroformativen System in Relation setzen, die Protrichocysten, fehlen ja jetzt. Fig. 2 zeigt diesen Zustand. Die Meridiane I. Ordnung sind hier an den in ihnen in verhältnismäßig gleichen Abständen liegenden Basalkornapparaten leicht kenntlich. Einer von den Meridianen II. Ordnung zeigt eine gegen den zugeordneten Meridian I. Ordnung ausgewachsene Schlinge. Fig. 3 gibt etwa den gleichen Zustand wieder, aber einer der Meridiane II. Ordnung weist eine Unterbrechung auf, gegen die eine Verdoppelung der Fibrillen gerichtet ist. Schlingenbildung und Verdoppelung wurden deshalb betont, um festzulegen, daß schon auf dieser Stufe gelegentlich autoplastische Veränderungen einsetzen. Ganz allgemein werden diese in den unmittelbar folgenden Phasen. In diesen setzt vorerst eine Verdoppelung der Meridiane II. Ordnung ein, — Fig. 4, als erste Stufe zu einer weiteren Aufteilung in 3—4 Längsfibrillen. An Fig. 4 sieht man an den distalen Enden deutlich, daß die beiden eben entstandenen Fibrillen, wie die Zinken einer Gabel, aus einem noch ungeteilten Ende hervorgehen bzw. zusammenlaufen. Mit der Aufteilung in eine Anzahl

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

von Parallelfibrillen ist der betreffende Vorgang aber noch nicht beendet. Die Oberflächenvergrößerung dieser Meridiane schreitet vielmehr fort, indem die bereits vorhandenen Fibrillen mehr auseinanderweichen und gegeneinander Queräste entwickeln, um so eine Art Gitter zu bilden, wie dies Fig. 5 und 6 zeigt. Nach maximaler Aufteilung erscheinen nach und nach wieder Relationskörner in den Fibrillen dieser Netze oder Gitter = Fig. 7. Die letzterwähnte Tatsache weist auf den Zweck dieser Meridian-Aufteilung hin: sie vergrößert die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens der Fibrillen mit den aus dem Innenplasma an die Oberfläche kommenden Protrichocysten, die mit Relationskörnern an das neuroformative System anzuschließen sind. Sind diese Anschlüsse in der nötigen bzw. vorgesehenen Zahl erfolgt, dann wird die Aufteilung rückläufig, die Fibrillen legen sich wieder aneinander, die betreffenden Phasen sind in umgekehrter Folge die gleichen, wie sie bereits für die Aufteilung geschildert wurden, nur sind jetzt immer Relationskörner vorhanden. Schließlich ergibt sich wieder eine einheitliche Fibrille, der Meridian II. Ordnung hat seine, im Dienste des Anschlusses einer frischen Protrichocysten-Garnitur stehende, formative Reaktion vollendet.

Aber nicht immer ist der Verlauf ein derartiger, daß die Ausgangsform, der einfache Meridian, erreicht wird. Manchmal entsteht etwas von dieser Ausgangsform Verschiedenes. In diesem Falle bilden sich nämlich von einer der beiden Längsfibrillen, in die sich der Meridian geteilt hat, in ziemlich regelmäßigen Abständen gegen den zugeordneten Meridian I. Ordnung, Queräste aus, die je zwischen zwei Basalkornapparaten den Meridian I. Ordnung treffen und weiter über ihn hinauswachsen. Diesen Vorgang zeigt sehr deutlich die Fig. 9. Auf Fig. 8 ist zu sehen, daß diese Queräste vorerst nichts anderes sind, als entsprechend gerichtete Schlingen (beachte die Pfeile auf Fig. 8!). Ihre beiden Äste legen sich erst später so eng aneinander, daß eine äußerlich einheitlich erscheinende Fibrille resultiert. Nebstbei bemerkt, weist diese Entstehung „einheitlicher" Fibrillen, bzw. die Möglichkeit des raschen Auseinandertretens derselben in eine Anzahl von Teilfibrillen, darauf hin, daß äußerlich einheitlich erscheinende Fasern als Bündel entstehen und sich bei entsprechender Gelegenheit, wie z. B. der vorhin geschilderten, auch als Bündel verhalten können. In Weiterbildung des betrachteten Prozesses entsteht etwas, das uns nicht mehr unbekannt ist: nämlich ein regelrecht ausgebildetes „indirekt verbindendes System". Fast fertig ausgebildet erscheint es auf Fig. 10 der Tafel III (Pfeil!) und in bereits völlig typischer Ausbildung ist es in den mit Linien umfahrenen Feldern auf Fig. 11 und 12 der Tafel III zu sehen. Die letzten beiden Bilder stammen von Konjugationspärchen.

Wer aufmerksam die Entwicklung der Verhältnisse verfolgt hat, dem

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

wird es aufgefallen sein, daß im kritischen Zeitpunkt, in dem die Formierung eines indirekten Systems durch normal auf die Meridiane I. Ordnung gerichtete Schlingenbildung einsetzt, die Meridiane II. Ordnung in zwei parallel nebeneinander verlaufende Fibrillen aufgeteilt sind, so daß jedem Meridian I. Ordnung nicht nur links, sondern auch rechts eine Fibrille zugeordnet werden kann. Dadurch verwischt sich völlig jener vorhin schon im 1. Abschnitt erwähnte und erledigte, links und rechts besonders bewertende Einwand von Párducz, wonach das indirekte System aus eigenen, rechts neben den Meridianen I. Ordnung verlaufenden Fibrillen erfolgen soll. Ein Bild, das den ebenfalls bei dieser früheren Gelegenheit erwähnten Befunden v. Geleis bei *Colpidium* entspricht, gibt Fig. 14 auf Tafel III wieder. Nach den betreffenden Befunden sind nicht nur links neben den Meridianen I. Ordnung Fibrillen in Form der Meridiane II. Ordnung gegeben, sondern besondere Fasern verlaufen auch rechts und von ihnen sollte gegebenenfalls die Bildung eines indirekten Systems möglich sein. Auf meiner Fig. 14 sieht man in den medianen Partien des Tieres links und rechts neben dem betreffenden Meridian I. Ordnung Fibrillen, man sieht aber auch sehr deutlich, daß diese distalwärts zusammenlaufen, daß sie nichts anderes als Teile der betreffenden Meridiane II. Ordnung sind.

Um nun von vornherein dem möglichen Einwand zu begegnen, daß die Meridiane II. Ordnung sich zumindest durch ihre starke autoplastische Veränderlichkeit, ihre außerordentlich formative Kraft, ja doch wesentlich von den Meridianen I. Ordnung unterscheiden, muß kurz, aber eindeutig gezeigt werden, daß auch in den Meridianen I. Ordnung die gleichen diesbezüglichen Potenzen vorhanden sind, so daß in dieser Beziehung kein wesentlicher, sondern nur ein gradueller, ein quantitativer Unterschied vorliegt. Ich sehe dabei ab von den früher von mir veröffentlichten diesbezüglichen zahlreichen Befunden, weil deren Anführung, als Wiederholung, zu weit führen würde, und gebe nur ein Bild, das die betreffenden Verhältnisse klar und eindeutig zeigt: Fig. 13 auf Tafel III. An den durch große, dicht gelagerte Basalkornapparate kenntlichen Meridianen I. Ordnung sind kräftige formative Prozesse zu sehen, die sich als Schlingen-, Ast- bzw. Ösenbildung darstellen und die kaum schwächer sind als diejenigen, die, in mittleren Umbildungsphasen der Meridiane II. Ordnung, in diesen vorhanden sind.

Weil wir schon bei formativen Reaktionen, autoplastischen Veränderungen, sind, so mag, als Einlage, auch noch auf folgendes eingegangen werden. Im 1. Abschnitt wurde gelegentlich der Kritik des Zweilinienstreifens durch G. v. Gelei erwähnt, daß formative Reaktionen, als Antwort auf Schädlichkeiten, immer in der Richtung auf das engmaschige Gitter gehen. Diese Tatsache zeigt die Fig. 15 auf Tafel III

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

sehr schön. Es handelt sich da um *Glaucoma pyriformis* (Ehrbg.) Schew., das einer 36stündigen Einwirkung einer $^1/_{10}$% NaOH-Lösung ausgesetzt war. Das normalerweise als typisches Streifensystem entwickelte neuroformative System dieser Art hat sich, durch die entsprechende, von der Schädlichkeit ausgelösten formativen Reaktion, in der Richtung auf ein engmaschiges Gitter verändert. Diese Art der formativen Reaktion stellt gewissermaßen den primitiven Gegenpol zu den hier bei *Colpidium colpoda* gezeigten, bereits sehr spezialisierten Reaktionen dar und wurde deshalb auch jetzt gestreift.

Um von dem vorhin, auch in diesem Zusammenhang, erwähnten Zweilinienstreifen eine anschauliche Vorstellung zu geben, diene Fig. 30 auf Taf. IV. Hier sieht man deutlich, wie die größere Maschenweite im neuroformativen System von *Chilodonella uncinata* Ehrbg. (*Chilodon uncinatus* Ehrbg.) dort plötzlich absinkt, wo in den Basalkornreihen die Basalkörner dichter liegen, also mehr Stoßpunkte brauchen, als die größere Maschenweite liefern könnte.

Nun, nach Erledigung des ersten Punktes, der Ableitung des indirekten Systems von Meridianen II. Ordnung und Besprechung einiger in diesen Zusammenhang eingefügten Verhältnisse, zum zweiten wichtigen Punkt, zum Übergang der Fibrillen des direkten und indirekten Systems ineinander. Die diesbezüglichen Ausführungen können kurz sein, da das, worauf es ankommt, unmittelbar an Bildern, den Figuren 16 und 17 der Tafel IV, zu sehen ist. Auf der Dorsalseite des hinteren Pols von *Paramaecium* zeigt das auf Fig. 17 mit einer Strichellinie umfahrene Feld, daß hier die vorerst streng eingehaltene Verlaufsordnung, der Ordnungsgrad von direktem und indirektem System, sinkt, so daß die Fibrillen des einen sich in die Fibrillen des anderen Systemanteiles fortsetzen und nun als Bestandteil des anderen Systems weiterlaufen. Fig. 16 auf Tafel IV zeigt dasselbe bei schwächerer Vergrößerung. Es scheint mir jetzt, daß der Ordnungsgrad an der betreffenden Stelle nicht bei allen Tieren soweit sinkt, daß der Übergang der beiden Systemteile ineinander deutlich wird. Bei der Autoplastik des neuroformativen Systems, die fortwährend produktiv alles in gewissen Grenzen abwandelt, ist so eine Ungleichheit unter Individuen der gleichen Art bzw. unter nahestehenden Arten leicht möglich. Diese Verschiedenheit ist vielleicht der Grund, warum v. Gelei diese Stellen nie abbildet bzw. nie gefunden hat. Diese Stellen zu finden, ist auch nicht unbedingt nötig, da in der Ableitung des indirekten Systems von Meridianen II. Ordnung bereits der Beweis für die Wesensgleichheit von direktem und indirektem System vorliegt. Die betreffende Aussage ruht nicht allein auf dem Übergang der Fibrillen der beiden Systemanteile ineinander.

Und nun zum dritten und letzten Punkt, zur Strukturlabilität

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

des indirekten Systems. Sie tritt sinnfällig hervor, wenn man vom strukturintakten, vom positiven Struktur-Zustand ausgeht; dieser zeigt sich auf Fig. 16 und 17 der Tafel IV. Hier liegen die Fibrillen des indirekten und des direkten Systems völlig unversehrt vor. Aber schon die beiden nächsten Figuren 18 und 19 zeigen ein anderes Bild, hier sind nur die Fibrillen des direkten Systems unversehrt, während sich an denjenigen des indirekten Systems schwere Zerfallserscheinungen, Dissoziationen, zeigen, und zwar sind diese auf Fig. 19 weiter gediehen als auf Fig. 18. Beide Bilder sind stärker vergrößerte Stellen aus Fig. 20. Dieses Übersichtsbild zeigt deutlich den ausgesprochen regionären Charakter der Zerfallserscheinungen: In überwiegendem Maße ist das indirekte System bereits völlig verschwunden, resorbiert und nur in kleinen, zerstreut liegenden Regionen ist es noch in dissoziierter Form vorhanden. Fig. 21 zeigt eine starke Verbreiterung der zerfallenen Partien und auf Fig. 22 sind Reste des dissoziierten Systems nur noch in der Region des Äquators eines sich teilenden Tieres. Die Relationskörner aus den Fibrillen des verschwundenen Systemteils, die sogenannten „Gitterkörner", haben sich erhalten, das kommt öfter vor, und sind noch deutlich zu sehen. Aber nicht immer ist es die Teilungsfurche, in der sich letzte Zerfallsreste des indirekten Systems erhalten. So ist z. B. auf Fig. 23 der Tafel IV in dieser Region davon nichts zu sehen, vielmehr haben sich bei diesem in Teilung befindlichen Tier Reste vom indirekten System in kleinen, über das Tier zerstreuten Regionen erhalten. Auf Fig. 24 ist ein *Paramaecium* abgebildet, das unter dem Druck eines über seinen Körper liegenden Algenfadens zur Entquellung kam. In der näheren Umgebung dieser „Klemme" sind noch breit zerfallene Polygone, außerhalb dieser Region sind die Fibrillen dieses Systems schon fast verschwunden, bestenfalls noch als blasse Schemen zu sehen. Dissoziationen des indirekten Systems dürften also auch von äußeren Einflüssen nicht ganz unabhängig sein.

Die Figuren 25—28 zeigen die Verhältnisse im neuroformativen System verschiedener Funktionsphasen der Cytopyge von *Paramaecium*, und zwar Fig. 25 den Ruhezustand, Fig. 26 die Ausstoßungsphase, in der durch den austretenden Kotballen das Plasma stark gedehnt wird. Fig. 27 zeigt eine frühere und Fig. 28 eine späte Regenerationsphase. Bei allen diesen Bildern ist das indirekte System dissoziiert. Daß ein starres Stützsystem diese Vorgänge nur behindern oder gar unmöglich machen würde, wurde nicht nur im 1. Abschnitt bereits betont, sondern leuchtet unmittelbar bei Betrachtung der Bilder, besonders der Fig. 26, ein.

Daß die indirekten Systeme grundsätzlich bei allen Tieren der *Paramaecium*-Gruppe gleich sind, zeigt Fig. 29: Es ist das neuroformative System von *Uronema marinum* Duj. (*Loxocephalus* vgl. *putrinus* Kahl), über das im 1. Abschnitt mancherlei zu sagen war.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Die Zusammenfassung der in diesem zweiten Abschnitt vorgeführten Tatsachen ergibt somit folgendes:

1. Das indirekte System der *Paramaecium*-Gruppe läßt sich von Meridianen II. Ordnung herleiten, ist somit ein Teil des neuroformativen Systems mit dem für dieses System charakteristischen Potenzen.

2. Die Strukturlabilität der Fibrillen des indirekten Systems ist sehr groß, weit größer als jene der direkten Fibrillen, so daß das indirekte System als stützendes Skelettgitter gar nicht in Frage kommen kann, denn das wäre ein Skelett, das in seiner Festigkeit bzw. Widerstandsfähigkeit noch hinter nervösen Gebilden zurückstände!

3. Die Funktion des indirekten Systems kann nur eine temporäre sein, weil es zeitweise fehlt, dissoziiert und resorbiert wird. Ein ähnliches temporäres Verhalten zeigen die Meridiane II. Ordnung, nur kommt es hier in den Zwischenzeiten nicht zu Dissoziation und Resorption.

4. Worin die Funktion des indirekten Systems im einzelnen besteht, deutet sich bis jetzt nur im allgemeinen an: Sie wird grundsätzlich ähnlich wie diejenige der Meridiane II. Ordnung sein und dürfte in der Ausstoßung jener Gebilde bestehen, die durch die „Gitterkörner" dem System angeschlossen sind.

5. Auch die Neuentstehung des resorbierten Systems ist im einzelnen noch nicht verfolgt. Zweifellos entsteht es aus den Fibrillen des direkten Systems, und zwar aus jenen Schlingen, die sich nach links und von den „Meridianen I. Ordnung", denn diesen entsprechen ja die direkten Fibrillen, ausbilden und die nichts anderes als Ansätze zu Meridianen II. Ordnung darstellen. Solche Schlingen, die in den Bereich des indirekten Systems hineinreichen, sind auf Fig. 18 und 19 zu sehen. Besonders deutlich auf Fig. 18. Hier steht die Schlinge noch mit dem Dissoziationsrest eines Polygons in Zusammenhang.

Schriftennachweis.

Bresslau, E. (1921/22): Ein Verfahren zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von Infusorien und anderen Protozoen. Mikrokosmos 15.

Gelei, Gábor v. (1937): Ein neues Fibrillensystem im Ectoplasma von Paramaecium usw. Arch. f. Protistenkde. 89.

— (1940): Cinetochilum und sein Neuronemensystem. Arch. Protistenkde. 94.

Gelei, J. v. (1929): Sensorischer Basalapparat der Tastborsten und der Syncilien bei Hypotrichen. Zool. Anz. 83.

— (1933): Über den Bau, die Abstammung und die Bedeutung der sog. Tastborsten bei den Ciliaten. Arch. Protistenkde. 80.

— (1939): Das äußere Stützgerüstsystem des Paramaeciumkörpers. Arch. Protistenkde. 92.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Klein, B. M. (1926): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. Arch. Protistenkde. 57.
— (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Arch. Protistenkde. 58.
— (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ibid. 62.
— (1929): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems der Ciliaten. Ibid. 65.
— (1930): Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. IV. Ibid. 69.
— (1931): Über die Zugehörigkeit gewisser Fibrillen bzw. Fibrillenkomplexe zum Silberliniensystem. Ibid. 74.
— (1932): Das Ciliensystem in seiner Bedeutung für Lokomotion, Koordination und Formbildung, mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. Erg. d. Biologie, Bd. 8.
— (1934): Strukturelle und formative Reaktionen des Silberliniensystems. Annales de Protistologie, Bd. 4.
— (1934/35): Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten. I. u. II. Ann. d. R. Ist. Agrario di Milano, Bd. 4 u. 6.
Klein, B. M. und Mißriegler, A. (1935): Die Darstellung des Silberlinien- oder neuroformativen Systems nebst Grundsätzlichem zur Silbermethodik. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd. 52.
Klein, B. M. (1936): Beziehungen zwischen Maschenweite und Bildungsvorgängen im Silberliniensystem der Ciliaten. Arch. Protistenkde. 88.
— (1937): Regionäre Reaktionen im Silberlinien- oder neuroformativen System der Ciliaten. Arch. Protistenkde. 88.
— (1939): Silberliniensystem und Cytopygentätigkeit bei Colpidium. Ibid. 92.
— (1940): Verschiedenartige Entformungen entquellender Ciliaten. Cytologia, Bd. 10, Nr. 4: 423—433 (Tokyo).
Párducz, B. (1939): Körperbau und einige Lebenserscheinungen von *Uronema marinum* Duj. Arch. Protistenkde. 92.

Figurenerklärung zu Tafel III und IV.

Alle Präparate sind mit meiner Silbermethode dargestellt.

Tafel III.

Fig. 1 Neuroformatives System von *Colpidium colpoda* Ehrbg. Übersichtsbild. Vergr. 600.
„ 2 Teil des neuroformativen Systems von *Colpidium colpoda* Ehrbg. Meridiane 2. Ordnung einfach. Vergr. 2000.
„ 3 Dasselbe. Meridiane 2. Ordnung einfach, einer von ihnen zeigt eine formative Reaktion gelegentlich einer Unterbrechung. Vergr. 2000.
„ 4 Dasselbe. Meridiane 2. Ordnung verdoppelt. Vergr. 2000.
„ 5 Dasselbe. Meridiane 2. Ordnung im ersten Stadium der Netzbildung. Vergr. 2000.
„ 6 Dasselbe. Meridiane 2. Ordnung in voller Netzbildung. Vergr. 2000.
„ 7 Dasselbe. Meridiane in Netzbildung mit Protichocystenkörnern. Vergr. 2000.
„ 8 Erste Bildungsstufe eines indirekten Systems im neuroformativen System von *Colpidium colpoda* Ehrbg. Vergr. 2121.

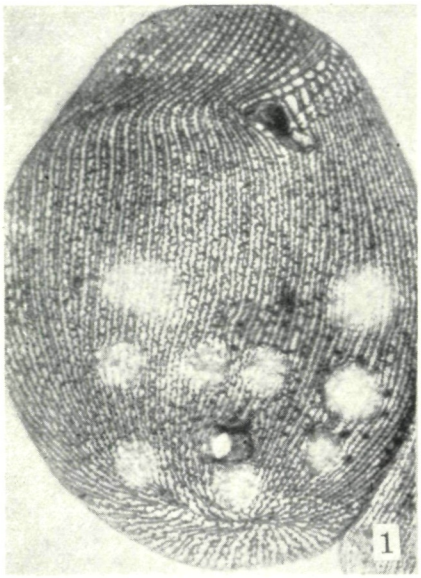
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

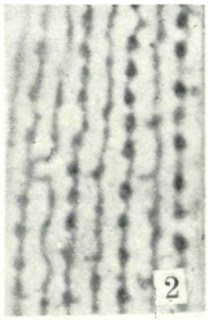
Fig. 9 Dasselbe, weiter fortgeschritten. Vergr. 2121.
„ 10 Dasselbe, noch weiter fortgeschritten. Vergr. 2121.
„ 11 *Colpidium colpoda* Ehrbg. Indirektes System in den eingerahmten Feldern völlig ausgebildet. Vergr. 2121.
„ 12 Dasselbe. Vergr. 800.
„ 13 Formative Reaktionen in den Meridianen 1. Ordnung von *Colpidium colpoda*. Vergr. 2000.
„ 14 Neuroformatives System von *Colpidium campylum* Stockes. Verdoppelte Meridiane 2. Ordnung. Vergr. 1200.
„ 15 Teil des neuroformativen Systems von *Glaucoma pyriformis* (Ehrbg.) Schew., von einem Tier, das 36 Stunden in $^1/_{10}$% NaOH-Lösung lebte. Regression auf engmaschiges Gitter. Vergr. 1200.

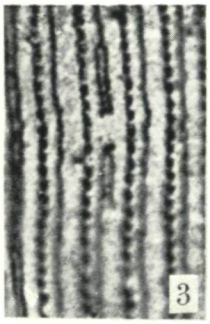
Tafel IV.

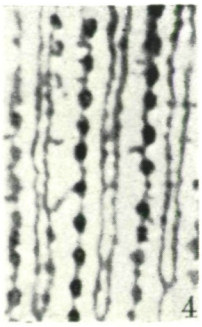
Fig. 16 Neuroformatives System von *Paramaecium*. Hinterer Pol, Dorsalseite. Direktes und indirektes System. Vergr. 1066.
„ 17 Dasselbe, stärker vergrößert. Im umstrichelten Feld Übergang der direkten und indirekten Fibrillen ineinander. Vergr. 2121.
„ 18 *Paramaecium*. Regionäre Dissoziation der indirekten Fibrillen. Vergr. 2800.
„ 19 Dasselbe, Dissoziation weiter fortgeschritten. Vergr. 2800.
„ 20 Regionärer Zerfall und Resorption des indirekten Systems bei *Paramaecium*. Vergr. 635.
„ 21 Die Zerfallspartien sind stark verbreitert. Vergr. 635.
„ 22 Dissoziierte Reste des indirekten Systems in der Teilungsfurche. *Paramaecium*. Vergr. 635.
„ 23 Regionärer Zerfall bzw. regionäre Resorption bei einem in Teilung befindlichen *Paramaecium*. Vergr. 635.
„ 24 Regionäre Zerfallsreaktion durch Algenfaden bedingt. Vergr. 800.
„ 25 Neuroformatives System der Cytopyge von *Paramaecium*. Ruhestadium. Vergr. 800.
„ 26 Dasselbe, Ausstoßungsphase. Vergr. 800.
„ 27 Dasselbe, frühe Regenerationsphase. Vergr. 800.
„ 28 Dasselbe, späte Regenerationsphase. Vergr. 800.
„ 29 Neuroformatives System von *Uronema marinum* Duj. (*Loxocephalus* vgl. *putrinus* Kahl). Vergr. 800.
„ 30 Zweilinienstreifen bei *Chilodonella uncinata* Ehrbg. (*Chilodon uncinatus* Ehrbg.). Vergr. 2800.

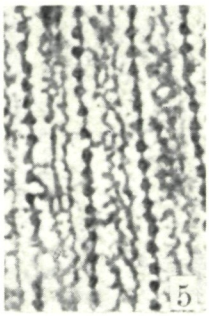
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

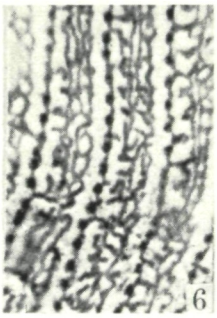

1

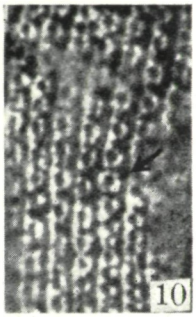

2

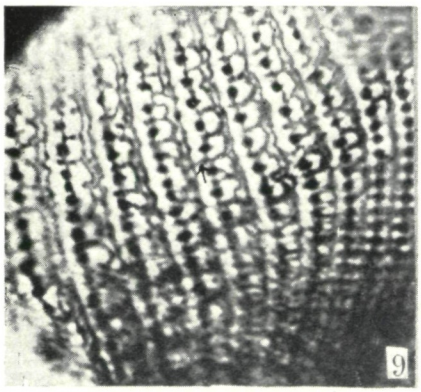

3

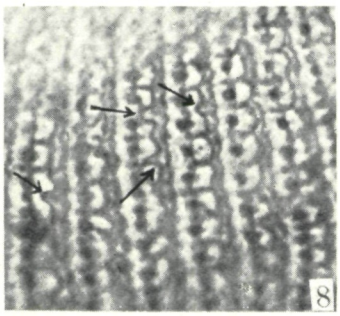

4

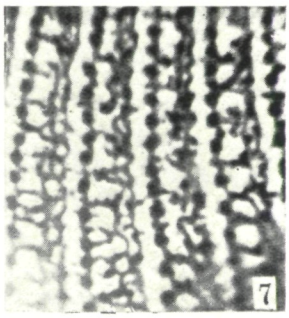

5

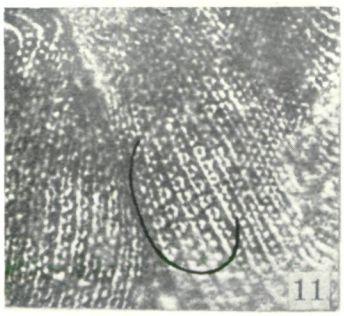

6


10

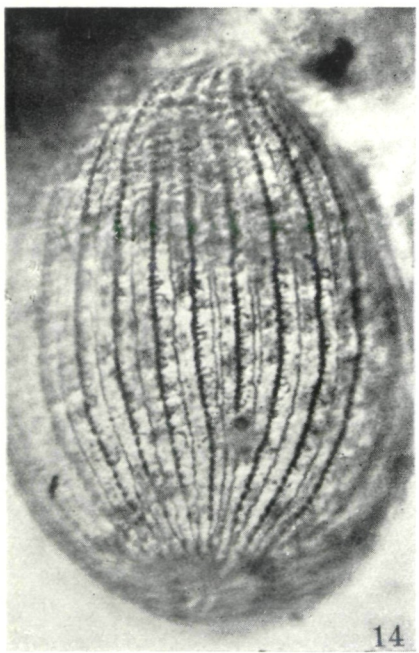

9


8

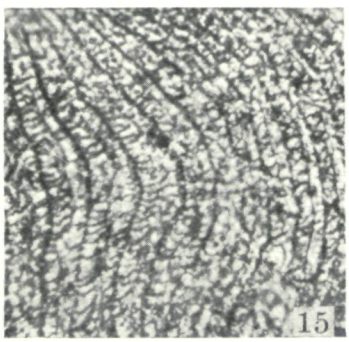

7


11

12

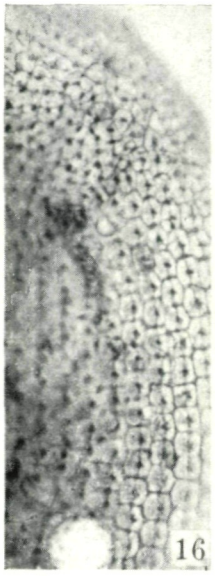

14

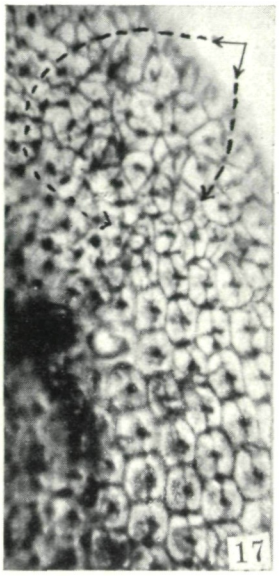
13


15

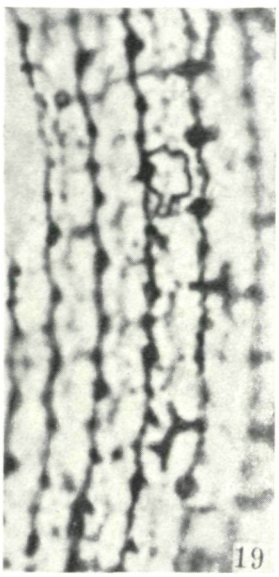
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

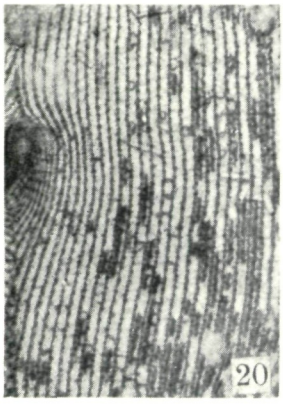
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

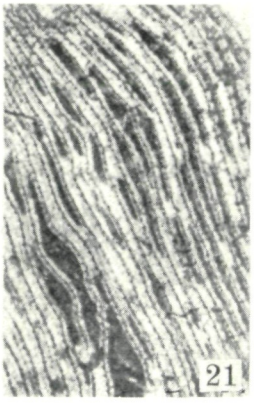

16

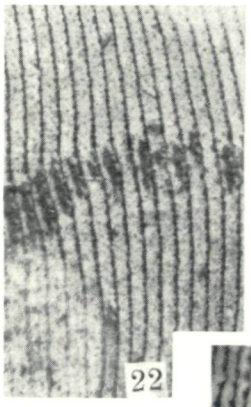

17

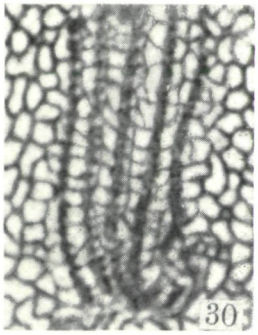
18


19


20


21

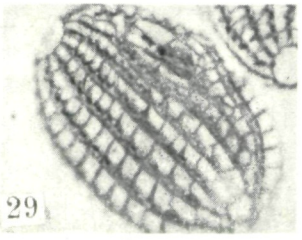

22


30

25

26

23


29

24

27

28

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: Äußeres Stützgerüst und neuroformatives System der Ciliaten. Eine grundsätzliche Betrachtung und Auseinandersetzung. Tafel III, IV. 20-53