

Über Kern und Kerntheilung bei den Protozoen.

Von

Dr. August Gruber,

außerord. Professor der Zoologie in Freiburg i. B.

Mit Tafel VIII und IX.

Nachdem in letzter Zeit Werke erschienen sind, welche unsere Kenntnisse über Kern und Kerntheilung bei vielzelligen Pflanzen und Thieren in vollkommener Weise zusammenfassen¹, möchte es geboten erscheinen, auch für die einzelligen Organismen eine ähnliche Übersicht zu geben und speciell die Kernverhältnisse der Protozoen denjenigen der Metazoen gegenüber zu stellen.

Ich hatte die Absicht gehabt, dies in möglichst ausführlicher Weise zu thun, bin aber wieder davon zurückgekommen, da ich mich überzeugt habe, dass unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet, besonders was die Kerntheilung betrifft, doch noch zu unvollkommene sind, als dass es sich lohnen würde, jetzt schon eine eingehende Schilderung davon zu geben.

Es mag daher vorläufig auf die vorzüglichen Darstellungen hingewiesen werden, welche BÜTSCHLI in der Neubearbeitung von BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs² und früher schon in seinen Studien³ von den Kernen der einzelnen Protozoenordnungen gegeben hat, so wie auf die Artikel im Journal de micrographie (1882. Bd. VI), welche BALBIANI's Vorträge über Protozoen behandeln.

Ich will mich dagegen hier mit einer theilweisen Wiederholung und anderen Anordnung jener Angaben begnügen, und zwar hauptsächlich

¹ STRASSBURGER, »Zellbildung und Zelltheilung«. 3. Auflage. Jena 1880. — FLEMING, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.

² Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Die Protozoen v. O. BÜTSCHLI.

³ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. Abhandl. der SENCKENBERG'schen naturf. Gesellsch. Bd. X. 1876.

in der Absicht, einige neue, und wie ich hoffe, nicht ganz uninteressante Thatsachen in einen passenden Rahmen zu bringen. Es mögen zunächst die einzelnen Ordnungen gesondert betrachtet, und dann erst am Schlusse etwaige vergleichende Betrachtungen angestellt werden.

Die Rhizopoden.

Die Kerne der Rhizopoden haben eine ziemliche Männigfaltigkeit aufzuweisen, es ist aber bei ihnen doch ein Typus weitaus der vorherrschendste, nämlich der sogenannte »bläschenförmige Kern«. Man unterscheidet an einem solchen Nucleus eine mehr oder weniger deutliche Kernmembran, einen hellen, scheinbar homogenen Kernsaft und in demselben suspendirt meist ein oder mehrere Kernkörperchen.

Diese Kerne finden wir schon bei den niedersten myxomycetenartigen Plasmodien und es mag daher nicht ungerechtfertigt erscheinen, wenn BÜTSCHLI (l. c.) diese Gestalt des Kernes für die ursprüngliche hält. Doch glaube ich nicht, dass wir uns das erste Erscheinen geformter Kernsubstanz bei den Rhizopoden gleich in Gestalt eines regulären Kernes zu denken haben, sondern ich vermute, dass ein Stadium vorausgegangen ist, wo kleine Körner von Kernsubstanz durch das ganze Protoplasma zerstreut lagen und, dass diese erst später zur Bildung eines eigentlichen Nucleus zusammengetreten sind. In der That giebt es auch Organismen, wo solche Verhältnisse existiren, wie z. B. bei einigen von MAUPAS beschriebenen Formen¹, bei dem sehr niedrigstehenden *Trichosphaerium Sieboldii* (*Pachymyxa hystrix*)², und wahrscheinlich bei einer von mir im Hafen von Genua gefundenen *Pleurophrys* (*P. genuensis*). Bei diesen allen findet man kleine sich stark färbende Kügelchen durch den Körper vertheilt. Auch bei Rhizopoden, welche sonst reguläre Kerne umschließen, findet man manchmal neben diesen noch kleinste Körnchen von Kernsubstanz, worauf C. BRANDT bei *Amoeba proteus* schon früher aufmerksam gemacht hat³, und was zu bestätigen ich selbst öfters Gelegenheit hatte⁴.

Ich möchte nun auf einige besonders typische Repräsentanten der Rhizopoden mit bläschenförmigem Kerne aufmerksam machen, z. B. auf

¹ Comptes rendus. Tome 89.

² GRUBER, Beobachtungen über einige Protozoen. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII.

³ S. Biol. Centralbl. 1. Jahrg. p. 203.

⁴ BRANDT spricht sich in einem Referat im biolog. Centralblatt (Jahrg. III. Nr. 43) dahin aus, als hätte ich die Kernnatur der besagten Körner geleugnet. Es kann dies aus meiner nicht ganz genauen Ausdrucksweise hervorgehen, während ich thatsächlich die »stark lichtbrechenden Kügelchen«, die sich gar nicht färben, nicht mit jenen kleinsten Kernbestandtheilen verwechselte. Letztere erwähnte ich in meiner Arbeit überhaupt nicht (diese Zeitschr. Bd. XXXVIII).

das *Platoum stercoreum* Cienk., welches bekanntlich an seinem Hinterende im Schalenrunde einen runden oder ovalen Nucleus einschließt, der bei diesem Rhizopoden meist außerordentlich deutlich hervortritt. Am frischen Kerne fällt der stark lichtbrechende helle Kernsaft auf, von welchem sich der Nucleolus besonders deutlich abhebt (Fig. 1); wendet man Reagentien an, so bleibt die Gestalt des Nucleus erhalten, die Kernmembran löst sich nicht ab und das Innere färbt sich in verschiedener Weise: Der Kernsaft nämlich bleibt heller, ist aber nicht mehr homogen, sondern fein granulirt, das Kernkörperchen dagegen saugt den Farbstoff begierig auf und erhält sofort eine dunklere Färbung (Fig. 2). Wir können demnach sagen, dass die achromatische Substanz gelöst im Kernsaft enthalten ist, während die chromatische im Nucleolus concentrirt liegt. Es scheint, dass dieser der einzige Träger derselben ist, da in seiner Umgebung weder Fäden noch Körner von dunklerer Färbung zu bemerken sind; d. h. ein Kerngerüst ist bei diesem Nucleus nicht vorhanden. Der Nucleolus ist aber kein homogenes Gebilde, sondern besteht selber wieder aus einer Menge von Körnchen und Kügelchen, welche ein so festes Konglomerat bilden, dass sie oft kaum nachzuweisen sind. Ich glaube, dass bei den meisten Rhizopodenkernen mit einfachem centralen Nucleolus dieser eine solche Zusammensetzung zeigt und dadurch zu jenen Kernformen hinführt, welche zeitweise oder immer eine große Anzahl kleiner Nucleoli umschließen. Noch möchte ich hier den Kern von *Arcella* anführen, da auch dieser äußerst klar den bläschenförmigen Bau zeigt, wie ein Blick auf die Fig. 3 und 4 lehrt, von welchen Fig. 3 den lebenden, Fig. 4 den gefärbten Kern darstellt. Auch hier tritt mit der Anwendung der Konservierungsmittel eine körnige Beschaffenheit des Kernsaftes auf, die den Eindruck macht, als wäre sie nur ein Produkt der Reagentien, ein durch dieselben hervorgerufener Niederschlag und nicht der Ausdruck für präformirte körnige Bestandtheile der chromatischen Substanz. Auch hier wird eine Anordnung irgend welcher Theile zu Fäden oder Netzen vollkommen vermisst.

Etwas verschieden verhält sich ein anderer Kern in Bezug auf seine feinste Zusammensetzung, obgleich er im Leben gar keinen Unterschied mit den eben beschriebenen aufweist. Es ist dies der Nucleus einer Amöbe, die schon seit geraumer Zeit in einem kleinen Glasbehälter auf dem hiesigen zoologischen Institut lebt und zwar in dem vegetabilischen Überzug, welcher sich an den Wänden des Gefäßes angesetzt hat. Dieselbe gleicht vollkommen der von GREEFF beschriebenen *Amoeba terricola*¹, lebt aber nicht außerhalb des Wassers wie diese und hat einen

¹ Über einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizop. Archiv für mikr. Anat. Bd. II.

ganz anders gebauten Nucleus, so dass von einer Identität beider Formen abgesehen werden muss. Vielmehr glaube ich, dass man besagtes Rhizopod mit der *Amoeba verrucosa* Leidy¹ vereinigen kann, die ebenfalls der *Amoeba terricola* in der äußeren Gestalt und der Zähigkeit des Protoplasmas außerordentlich nahe steht. Doch habe ich die Überzeugung, dass mehrere getrennte Arten von ähnlichem Bau existiren und unter dem Artnamen *verrucosa* vereinigt worden sind, da es bei Amöben, besonders bei sehr ähnlich gestalteten, außerordentlich schwierig ist, bestimmte trennende Diagnosen zu geben.

Der Kern der vorliegenden *Amoeba verrucosa* also hat, wie schon bemerkt, einen sehr deutlich ausgesprochenen bläschenförmigen Bau, der Kernsaft ist ganz klar und durchscheinend und das centrale Kernkörperchen scharf davon abgesetzt (Fig. 5). Bei Anwendung ganz starker Vergrößerungen (z. B. HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12 Immers.) sieht man, dass auch hier das Kernkörperchen nicht homogen, sondern aus kleineren Kügelchen zusammengesetzt ist (Fig. 5). Wendet man Färbungsmittel an, so bleiben diese Kügelchen zwar noch sichtbar, werden aber weniger deutlich, dagegen zeigt sich eine andere Erscheinung, die bei den vorhin beschriebenen Kernen nicht zu sehen war. Im Kernsaft nämlich treten äußerst feine Körnchen hervor, so fein, dass sie nur wie ein rother Staub erscheinen (Fig. 6), dabei aber nicht, wie dies bei *Platium* und *Arcella* der Fall war, nur den Eindruck einer künstlich hervorgerufenen Gerinnung machen. Sie scheinen vielmehr wirkliche vorgebildete Chromatintheilchen zu sein, wofür noch der Umstand spricht, dass sie zu feinen Fäden zusammentreten können. Es sind dies strahlenförmig um den Nucleolus angeordnete Linien, die sich zu der sehr starken Kernmembran hinziehen und gleichsam das Kernkörperchen an derselben befestigen. Sehr deutlich sind diese Fäden an dem Kerne zu sehen, den ich auf Fig. 6 dargestellt habe, und der mit absolutem Alkohol und Pikrokarmine behandelt worden war.

Bei dem Kern von *Amoeba verrucosa* könnte man also von einem Kerngerüst sprechen, doch ist dasselbe nur sehr unvollkommen und hat sicher bei der Kerntheilung keine Rolle zu spielen, wie mir einige bis jetzt noch unvollkommene Beobachtungen gezeigt haben².

¹ LEIDY, Freshwater Rhizopods of North America. Report of the U. S. geolog. survey of the territories. Washington 1879.

² Die bekanntesten Rhizopoden mit typisch bläschenförmigem Kern sind folgende: Ein *Myxomyceten*-Plasmodium (CIENKOWSKI, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XII); *Microcometes paludosus* (CIENKOWSKI, ebenda), vielleicht *Protomyxomyces* (CUNNINGHAM, Quart. Journ. of micr. sc. N. S. 21. 1884); *Phoner-gates vorax* (BUCK, diese Zeitschr. Bd. XXX); *Ciliophrys* (CIENKOWSKI, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XII); mehrere Amöbenarten; *Podostoma* (CLAPA-

Die anderen Kernformen, die ich jetzt betrachten möchte, sind diejenigen, wo man nicht eine periphere Zone hyalinen Kernsaftes und ein centrales Kernkörperchen unterscheiden kann, sondern wo der gesammte Kern von nucleolusartigen Kügelchen erfüllt ist, oder im Kernsaft geformte Bestandtheile chromatischer Substanz regellos zerstreut umherliegen, sei es, dass dieselben reguläre Kugelgestalt besitzen oder unregelmäßige Brocken und Fetzen darstellen.

Man nimmt gewöhnlich an, dass solche Kernformen dadurch entstehen, dass sich der einfache Nucleolus durch fortgesetzte Theilung vermehrt habe und dies ist auch in manchen Fällen gewiss richtig; wie z. B. MAX SCHULTZE¹ bestimmt angiebt, dass junge Gromien nur ein Kernkörperchen haben, während die ausgewachsenen Exemplare bekanntlich einen mit kugeligen Elementen dicht erfüllten Kern besitzen sollen. Ich habe selbst versucht, über den Kern der Gromien ganz ins Klare zu kommen, doch ist es mir nie gelungen, denselben durch Anwendung von Reagentien zur Anschauung zu bringen. Wenn also auch hier und anderwärts eine nur zeitweise Vermehrung des einfachen Nucleolus stattfindet, so glaube ich doch, dass es Rhizopoden giebt, wo eine Vielheit von Kernkörperchen stets vorhanden ist, z. B. bei Amöbenformen wie die *Lithamoeba discus* von RAY LANKESTER². Übrigens sind von manchen Autoren Kugeln mit körnigem Inhalte irrthümlicherweise als Kerne beschrieben worden, die in Brutbildung begriffen seien; die Körner sollten durch Platzen der Hülle entleert werden und zu jungen Amöben heranwachsen. Ich habe sehr häufig Gelegenheit gehabt, solche vermeintliche Brutkapseln zu beobachten, konnte aber bei einiger Sorgfalt stets daneben den normalen Kern nachweisen, so dass jene Kapseln vermuthlich als irgend welche parasitische Organismen zu bezeichnen sind.

Außer den, wie ich annehme, stets mit vielen Kernkörperchen versehenen Kernen, giebt es nun noch solche, wo der Kern meist durch und durch hyalin zu sein scheint, während zu Zeiten mehr oder weniger

RÉDE et LACHMANN, Études sur les infus. et les Rhizop. Genève 1868); *Plakopus ruber* (F. E. SCHULZE, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XI); *Cochliopodium pellucidum* (F. E. SCHULZE, ebenda; LEYDY, Freshwater Rhiz. of North America); *Pseudochlamys patella* (HERTWIG u. LESSER, Über Rhizopoden etc. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. X. Suppl.; SCHULZE, ebenda. Bd. XI); *Lecythium hyalinum* (HERTWIG und LESSER, ebenda. Bd. X. Suppl.); *Microgromia socialis* (HERTWIG, ebenda. Bd. X); *Platoum stercoreum* (CIENKOWSKI, ebenda. Bd. XII); *Diphophys Archeri* (HERTWIG und LESSER, ebenda. Bd. X. Suppl.) etc.

¹ Der Organismus der Polythalam.

² Quart. Journ. of micr. sc. Bd. XIX. New Series. 1879. (Während des Druckes dieser Arbeit habe ich selbst solche Amöben aufgefunden.)

regelmäßig gestaltete, geformte Bestandtheile in ihm auftreten. Ob nun diese Körper, welche nichts Anderes sind, als die Träger des Chromatins, wirklich zeitweise ganz fehlen oder nur übersehen worden sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit behaupten, jedenfalls sind sie oft am lebenden Kerne nicht nachzuweisen. So erscheint z. B. der Kern von *Euglypha* meistens ganz homogen, manchmal mit einer helleren Stelle im Centrum (Fig. 8), andere Male dagegen wurden ganz deutliche Körper im Inneren gesehen und, was besonders interessant ist, immer treten die geformten Bestandtheile bei der Vermehrung des Kernes auf (s. ū.). Auch an den Kernen von *Diffugia* sind die erwähnten Einschlüsse öfter dargestellt worden, so von LEIDY¹ bei *Diffugia lobostoma* als reguläre Kügelchen, von *Diffugia urceolata* als große und kleine vielgestaltige Körner. Ich selbst habe auch solche *Diffugianuclei* beobachtet (Fig. 10) und einmal einen solchen, wo jedes Kügelchen noch ein kleineres Korn im Innern enthielt (Fig. 11). Es ist dies eine Erscheinung, welche, wie wir noch sehen werden, auch bei Infusorien nicht selten zu beobachten ist. Als Beweis, dass solche geformten Bestandtheile wirklich das Chromatin des Kernes darstellen, mag der auf Fig. 9 dargestellte, mit Pikrokarmine gefärbte Nucleus von *Diffugia spiralis* dienen, wo die in der Mitte und am Rande zerstreuten Körner sich durch das dunklere Roth vor dem Kernsaft auszeichnen, der in Folge der Behandlung mit Alkohol granulirt geworden ist.

Dass diese Form des Rhizopodenkerns jedenfalls verschieden ist von der zuerst beschriebenen, unterliegt keinem Zweifel, wenn auch manchmal große Ähnlichkeiten zwischen beiden vorhanden sind, z. B. bei Anwesenheit eines gerade besonders deutlichen Kernes im Centrum des hyalinen Kernes. Dass beide Kernarten sich während der Theilung verschieden verhalten können, werde ich auch wahrscheinlich zu machen suchen². Es sind aber außerdem bei den Rhizopoden noch andere Kerne bekannt geworden, welche etwas complicirter gebaut sind. Sie unterscheiden sich von den bisher erwähnten wesentlich dadurch, dass auf die Kernmembran eine schmale Rindenschicht folgt, die aus chromatischer Substanz besteht und nur durch eine schmale Zone von Kernsaft von der centralen Partie getrennt wird, welche dem Nucleolus

¹ Freshwater Rhiz. of North America etc.

² Kerne, wie die eben beschriebenen, besitzen z. B. auch: *Diffugia*, *Cyphoderia Campascus*, *Sphenoderia*, *Euglypha*, *Quadrula*, *Assulina*, *Trinema*, *Hyalosphenia*, *Plagiophrys* (*Pamphagus*) etc. (siehe HERTWIG und LESSER, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. X. Suppl.; F. E. SCHULZE, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XI; LEIDY, Freshwater Rhiz. of North America. Washington 1879), vielleicht auch *Lagena* (SCHULZE, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XIII).

entspricht. Das bekannteste Beispiel hierfür haben wir in dem Kerne von *Amoeba proteus* (Syn. *Amoeba princeps*) (Fig. 12)¹. Hier wird die Rindenschicht, welche übrigens der Membran nicht eng anliegt, von kleinen Körnchen gebildet, die dicht an einander gereiht liegen und nur am lebenden Kerne getrennt erscheinen, während sie bei Anwendung von Reagentien zu einer homogenen Lage verschmelzen. Auf diese Rindenzone folgt, wie gesagt, nur ein dünnes Band hyalinen Kernsaftes (Fig. 12) und darauf die centrale Masse, welche in ihrem Bau dem Nucleolus eines der bläschenförmigen Kerne gleicht, d. h. selbst wieder aus Körnern oder Kügelchen zusammengesetzt ist. Dieser Theil des Kernes tritt eigentlich erst nach Anwendung von Reagentien und besonders nach der Färbung deutlich hervor (Fig. 13), während er am lebenden Kern nicht scharf unterschieden werden kann. Beim gefärbten Nucleolus hebt sich außerdem meistens die Hülle ab, so dass mit aller Deutlichkeit die vier Theile zu sehen sind: Membran, Rindenschicht und Nucleolus, beide Träger der chromatischen Substanz, und Kernsaft. Bei dem Nucleus der einkernigen *Amoeba princeps* (*proteus*) beschreibt BÜTSCHLI² nicht einen einheitlichen Nucleolus, sondern unregelmäßige Stränge und Balken chromatischer Substanz, so dass damit also ein Kerngerüst gegeben wäre. Sind jene einkernige Amöben wirklich kleine *A. princeps* gewesen, so beweist dies, dass bei ein und derselben Art ganz verschiedene Anordnungen der Kernsubstanz möglich sind³.

Schließlich bleibt in der Ordnung der Rhizopoden noch eine Kernform zur Betrachtung übrig, die sich durch eine sehr eigenthümliche Art der Sonderung chromatischer und achromatischer Substanz auszeichnet. Ein solcher Kern wurde zuerst von R. HERTWIG für *Rotalina* beschrieben⁴ und abgebildet. Nach Behandlung mit Osmiumsäure und Karmin stellte sich heraus, dass derselbe aus zwei verschiedenen Hälften besteht: die eine wird nur von einer scheinbar homogenen Masse chromatischer Substanz erfüllt, die andere dagegen bleibt hell und enthält nur ein dunkel gefärbtes Korn in der Mitte. Ich habe diese Rhizopodenart auch untersucht und bin zu demselben Resultat gelangt, wie ein Blick auf Figur 13 beweist. Außerdem habe ich aber diese Kern-

¹ Der Kern von *Amoeba proteus* wurde schon von BÜTSCHLI (Studien etc.) genau beschrieben, später nochmals von mir aus Anlass seiner Theilung (Kernteilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII).

² Studien etc. Abhandl. der SENCKENB. naturf. Gesellsch. Bd. X. 1876.

³ Einen ähnlichen Bau wie der Nucleus der vielkernigen *Amoeba proteus* zeigen außerdem, wie mir scheint, die Kerne von *Amoeba terricola* (s. GREEFF, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. II) und *Amoeba Blattae* (BÜTSCHLI, diese Zeitschrift. Bd. XXX).

⁴ Jen. Zeitschr. Bd. XI.

form noch bei einem anderen Rhizopoden gefunden, nämlich bei einer *Ovulina* und zwar hier mit der kleinen Abweichung, dass in der hellen Hälfte des Kernes nicht nur ein, sondern mehrere Nucleoli lagen. Da F. E. SCHULZE für *Polystomella* einen mit vielen verschiedenen großen kugeligen Bestandtheilen erfüllten Kern beschreibt¹ und M. SCHULTZE angiebt, dass der Kern seiner *Ovulina* wie der von *Gromia* gebaut sei², so kann man vermuthen, dass auch hier Variationen bei ein und derselben Art je nach der Entwicklung nicht ausgeschlossen sind. Nachdem ich so die hauptsächlichsten Formen von Rhizopodenkernen besprochen habe, die bis heute bekannt geworden sind, handelt es sich jetzt darum zu erfahren, wie dieselben sich bei der Theilung verhalten. Leider sind unsere Kenntnisse in dieser Beziehung bis jetzt sehr mangelhafte und es wird vermuthlich noch lange Zeit vergehen bis dieselben in erheblicher Weise vermehrt werden, da man es hier mit schwierig zu beobachtenden Vorgängen zu thun hat, die meist nur ein ganz glücklicher Zufall uns zur Anschauung bringen kann. Über die Theilung des hier zuerst besprochenen bläschenförmigen Kernes liegen, so viel ich weiß, nur drei Beobachtungen vor, wovon zunächst die eine die *Amoeba poly podia* betrifft, an welcher F. E. SCHULZE den Theilungsvorgang hat wahrnehmen können³. Seinen Zeichnungen nach zu urtheilen wäre hier der Theilung eine Vermischung der beiden Kernelemente, Kernsaft und Nucleolus, vorausgegangen, so dass der Nucleus eine gleichmäßige Masse von offenbar dunkler Farbe dargestellt hat, welche darauf durch biskuitförmige Einschnürung und Ausziehung in zwei gleiche Hälften zerfallen ist. Wahrscheinlich hatte sich die chromatische Substanz gleichmäßig durch den ganzen Nucleus vertheilt, so dass dieselbe bei einer Halbierung des Kernes zu ganz gleichen Theilen in jeden Tochterkern übergehen musste. Diese Deutung ist mir deshalb noch wahrscheinlicher geworden, weil BUCK⁴ bei *Arcella*, die ja auch einen bläschenförmigen Kern besitzt, in Theilung begriffene Kerne zeichnet, die ganz homogen sind und demnach auf denselben Vorgang schließen lassen. Eine weitere Beobachtung will GREEFF gemacht haben⁵, die, wenn sie nicht auf Täuschung beruht, merkwürdig genug wäre; sie betrifft seine *Amoeba brevipes*, wo bei einem in Theilung begriffenen Exemplar der runde Kern gerade in die Spaltungslinie gerückt und scharf durchgeschnitten worden sein soll, ohne dass eine biskuitförmige Einschnürung vorausgegangen wäre. Sei dem wie ihm wolle, so geht jedenfalls auch hier aus der betreffenden Abbildung hervor, dass

¹ Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XIII.

² Der Organismus der Polythal.

³ Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XI.

⁴ Diese Zeitschr. Bd. XXX.

⁵ Archiv für mikr. Anatomie. Bd. II.

ebenfalls der bläschenförmige Bau einer homogenen Struktur Platz gemacht hatte.

Bei diesen Fällen ging gleichzeitig mit der Theilung des Kernes auch die Halbierung des Rhizopoden vor sich, während ich glaube Kerntheilungen bei einer kleinen, nicht näher bestimmten Amöbe nachgewiesen zu haben, wo zunächst das Thier unverändert geblieben ist und wahrscheinlich erst später zur Vermehrung überging¹. Hier behält der Kern seinen bläschenförmigen Bau und es theilt sich zunächst nur der Nucleolus; die beiden Stücke rücken aus einander und dann erst halbirt sich auch der gesammte Kern. Auch auf diese Weise kann eine gleichmäßige Vertheilung der chromatischen Substanz auf die Tochterkerne bewirkt werden, angenommen, dass die Gestalt des Nucleolus eine vollkommen regulär kugelige und die Durchschnürung eine genaue Halbierung war. Merkwürdigerweise ist dies nicht immer der Fall, sondern man trifft häufig Kerne, wo der Nucleolus in zwei ungleiche Stücke zerfallen ist. Eine Erklärung hiervon, ob etwa dem entsprechend auch die Amöbe in zwei ungleichwerthige Abschnitte zerfällt, kann ich leider nicht geben².

Was die Vermehrung der scheinbar ganz hyalinen oder verschiedene geformte Bestandtheile einschließenden Kerne betrifft, so habe ich seiner Zeit bei *Euglypha alveolata* ein Beispiel dafür gegeben³. Hier sieht man in dem zur Theilung sich anschickenden Kerne mit einem Male Körner und Fäden auftreten, welche die gesammte Masse des Kernes erfüllen. Ob zu Anfang nur Körner vorhanden sind und diese sich zu Fäden zusammenlegen oder auswachsen, kann ich nicht angeben, jedenfalls handelt es sich aber hier auch um eine gleichmäßige Vertheilung des wichtigsten Bestandtheiles des Kernes, der chromatischen Substanz; diese wird dadurch erreicht, dass die vorher regellos vertheilten Brocken sich in gleich lange und gleich dicke Fäden verwandeln, die sich in dem immer länger werdenden Kerne in parallelen Zügen anordnen. Mit der bald darauf erfolgenden Durchschnürung, resp. genauen Halbierung des Kernes, wird auch jeder Faden genau halbirt und auf diese Weise die Masse der chromatischen Substanz in den Tochterkernen vollkommen gleich.

Diese Erscheinung erinnert sehr an die bei der Vermehrung der Metazoenkerne sich abspielenden Vorgänge, nur mit dem Unterschied, dass dort die Fäden schon vorher in gleich lange Stücke zerfallen, während sie hier offenbar in toto zugleich mit dem ganzen Kerne durchgeschnürt werden.

¹ Über Kerntheilungsvorg. etc. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII.

² Was BRASS in seinen »Biolog. Studien«, Heft 1, p. 53 über Kerntheilung bei Amöben sagt, konnte ich leider nicht mehr berücksichtigen.

³ Diese Zeitschr. Bd. XXXV. 3. Heft.

Schließlich bleibt mir noch übrig, die Rhizopodenkerne mit Rindenschicht und centralen Kernkörperchen auf ihre Theilung zu prüfen und da liegen Beobachtungen vor, die ich kürzlich bei der vielkernigen *Amoeba proteus* gemacht habe¹. Hier handelt es sich um eine Kernvermehrung ohne nachherige Theilung des Zellkörpers und dieselbe geht wie bei den vorhin genannten kleinen Amöben durch Spaltung und nicht durch Ausziehen des Nucleus vor sich: Zunächst zertheilt sich der Nucleolus in zwei gleiche Hälften, welche etwas aus einander rücken; darauf hin zeigt sich eine Einkerbung an der Rindenschicht, welche schließlich zu einer Durchschneidung des gesammten Kernes führt, woran sich ohne Zweifel auch die Kernmembran theilnimmt. Innere Veränderungen und Umlagerungen der chromatischen Substanz sind also hier durchaus nicht zu sehen.

Zusammenfassung: Die geformte Kernsubstanz tritt bei den Rhizopoden wahrscheinlich zuerst in Gestalt kleiner, durch das Protoplasma zerstreuter Körner auf.

Die verbreitetste Kernform ist die »bläschenförmige«, bei welcher unterschieden wird: die Kernmembran, der Kernsaft und ein centrales Kernkörperchen, das meist aus kleineren Körnern zusammengesetzt ist. Im Kernsaft können feine Bestandtheile der chromatischen Substanz suspendirt sein, die stellenweise als radiäre Fäden Kernkörperchen und Kernmembran verbinden (Fig. 40).

Aus uninucleolären können durch wiederholte Theilung des Nucleolus multinucleoläre Kerne entstehen.

Die Theilung des bläschenförmigen Kernes geht durch Einschnürung oder durch Spaltung vor sich; in ersterem Falle vertheilt sich die chromatische Substanz vorher gleichmäßig durch den ganzen Kern, so dass dieser eine einheitliche Masse darzustellen scheint; dann erfolgt die biskuitförmige Einschnürung und Theilung. Im zweiten Fall halbt sich zuerst der Nucleolus, die Hälften rücken aus einander und dann wird der übrige Kern durchschnitten.

Bei einer zweiten Kernform unterscheidet man: Kernmembran, Kernsaft und darin mehr oder weniger unregelmäßig zerstreute Stücke chromatischer Substanz; bei der Theilung verwandeln diese sich in Fäden, die zuerst ein Knäuelstadium bilden und sich dann der Längsachse des sich dehnenden Kernes parallel anordnen, so dass sie bei der durch biskuitförmige Einschnürung erfolgenden Theilung in gleiche Stücke zerfällt werden².

¹ a. a. O.

² Vor wenigen Tagen fand ich eine Amöbe, in deren Kern die chromatische Substanz eine Art Balkenwerk bildet, ähnlich wie dies BÜTSCHLI von dem Nucleus

Die dritte Kernform zeichnet sich dadurch aus, dass auf die Membran eine meist aus Körnchen bestehende Rindenzone folgt, dann wenig Kernsaft und ein großes centrales Kernkörperchen. Bei der Theilung halbirt sich erst der Nucleolus, die Theile rücken aus einander, dann wird die Rindenzone im Äquator gespalten und schließlich der ganze Kern durchschnitten.

Wieder verschieden gebaut endlich sind die Kerne mancher Foraminiferen; man unterscheidet daran zwei Hälften, die eine ganz von chromatischer Substanz erfüllt, die andere mit einem oder mehreren Nucleoli. Die Theilungsvorgänge sind unbekannt.

Die Heliozoen.

Die Frage, ob es Heliozoen oder wenigstens heliozoenartige Organismen giebt, die keinen Kern besitzen, ist noch nicht mit Sicherheit gelöst, da es sich sehr häufig herausstellt, dass bisher für kernlos gehaltene Formen bei Anwendung von Tinktionsmitteln sich als kernhaltig erweisen. Ich glaube aber, dass es auch hier, wie bei den Rhizopoden, Arten giebt, bei denen die Kernsubstanz noch nicht zur Bildung complicirter gebauter Kerne zusammengetreten ist, sondern nur in kleinen homogenen Partikeln durch das Protoplasma vertheilt liegt. Dies mag z. B. bei *Biomyxa vagans* der Fall sein, die ich kürzlich darauf hin untersuchte¹ und wahrscheinlich sind auch die zahlreichen sich roth färbenden Kugeln im Protoplasma von *Myxastrum liguricum* aus dem Hafen von Genua² so zu deuten. Es ist wohl denkbar, dass auch bei manchen als kernlos bezeichneten Formen ähnliche Verhältnisse sich herausstellen werden, so z. B. bei *Arachnula impatiens*³, die übrigens auch mit *Biomyxa* identisch sein könnte, bei *Myxastrum radians* Häckel⁴, *Monobia confluens* Schneider⁵ u. a. m. Was nun die eigentlichen Kerne der Heliozoen betrifft, so sind da sehr wenige Variationen vorhanden und alle sind nach dem nämlichen Typus gebaut, der dem sogenannten »bläschenförmigen« der Rhizopoden entspricht. Man unterscheidet Kernmembran, Kernsaft und ein centrales Kernkörperchen. In solcher Gestalt zeigt sich der Kern der meisten Heliozoen, besonders der kleineren Arten unter denselben. Komplirter einkernigen *Amoeba proteus* beschreibt (s. o.). Ich glaube, dass ich dieselbe Art vor mir hatte, wie BÜTSCHLI, und dass dieselbe mit *A. proteus* nicht zusammenhängt.

¹ Die Protozoen des Hafens von Genua. Nova Acta Leop. Carol. Bd. XLVI. Nr. 4. ² a. a. O.

³ CIENKOWSKY, Über einige Rhizop. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XII.

⁴ Monographie d. Moneren. Jen. Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. IV.

⁵ *Monolia confluens*; nouv. monère. Arch. de zool. expér. T. VII.

kationen dieses einfachen Verhaltens weisen bis jetzt nur zwei Formen auf, nämlich *Actinophrys* und *Actinosphaerium*.

Bei *Actinophrys* nämlich ist unter der Kernmembran eine ziemlich mächtige Rindenschicht abgelagert, so dass zwischen dieser und dem großen meist unregelmäßigen Nucleolus nur eine schmale Zone von Kernsaft zu sehen ist. Dass sowohl das Kernkörperchen, als die Rinde Träger der chromatischen Substanz sind, zeigt ein Blick auf Figur 14, welche einen mit Pikrokarmine gefärbten *Actinophryskern* darstellt.

Bei *Actinosphaerium* scheint manchmal auch eine Rindenzone vorhanden zu sein, aber wohl nicht regelmäßig. Dagegen ist hier der Nucleolus nicht immer einfach, sondern es sind zahlreiche Kernkörperchen vorhanden (Fig. 15). Von BÜTSCHLI (Studien etc.) wurden außerdem Fäden beschrieben, welche sich radienförmig von den Nucleoli zur Kernmembran hinziehen und die demnach vollkommen den bei *Amoeba verrucosa* beschriebenen Gebilden entsprechen würden. Ich selbst habe dieselben niemals beobachten können und fand den Kernsaft nach der Präparation nur immer fein granuliert.

Was nun die Theilung der Heliozoenkerne betrifft, so existiren über dieselbe bei der erstgenannten Kernform nur zwei Angaben, eine von F. E. SCHULZE über *Actinolophus pedunculatus*¹ und die andere von R. HERTWIG über *Acanthocystis aculeata*². F. E. SCHULZE sagt darüber (p. 396): »Zunächst tritt mit großer Beständigkeit eine Zweitheilung des Kernes ein. Dieselbe leitet sich regelmäßig mit einer Streckung und nachfolgender Biskuitformbildung und schließlichem Zerfall des Kernkörperchens in zwei Stücke ein, deren jedes mit einem besonderen hellen Hofe umgeben ist. Diese beiden neugebildeten Kerne rücken alsdann aus einander.«

HERTWIG spricht sich folgendermaßen aus (p. 337): »Ich fand Kerne, deren Kernkörper langgestreckt war, während die Kernblase eine ringförmige Einschnürung zeigte. In anderen Fällen hatte der Nucleolus die Gestalt einer gekrümmten Hantel angenommen, dessgleichen der ihn umhüllende Kernraum. Diese Angaben machen es mir wahrscheinlich, dass die in Zweizahl vorhandenen Kerne durch biskuitförmige Einschnürung und Theilung des Mutterkerns entstanden sind.«

Es lässt sich nach diesen Angaben noch kein genügendes Bild von dem Kerntheilungsprocesse entwerfen, jedenfalls ergibt sich aber daraus, dass derselbe zuerst an dem centralen Kernkörperchen, dem Träger der chromatischen Substanz abläuft.

Was die Kerne von *Actinophrys* und *Actinosphaerium* betrifft, so ist

¹ Archiv für mikr. Anatomie. Bd. X.

² Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XI.

über die Vermehrungsweise des ersteren gar nichts bekannt, während es mir bei letzteren gelungen ist den ganzen Verlauf der Theilung ziemlich vollständig und, wie ich hoffe, auch richtig zu erschließen und ich darf wohl jene Angaben der Vollständigkeit halber hier kurz wiederholen¹. Der Gang des Processes scheint mir demnach folgender zu sein: Die Kernkörperchen ordnen sich in zwei gleichmäßige Reihen, welche sich parallel zu einander lagern; sie verschmelzen zu zwei gleich langen und gleich dicken Platten, die in der Mitte des Kernes sich dicht an einander legen, um dann gegen die Pole immer weiter aus einander zu rücken. In diese Platten scheinen nicht nur die Nucleoli sondern auch die sonst im Kernsaft diffus vertheilte chromatische Substanz des Kernes einzugehen, da der übrige Nucleus in diesem Stadium nach der Färbung ganz hell bleibt. Während die Streifen aus einander rücken, sieht man zwischen ihnen feine Körnchen auftreten, die sich zu Linien ordnen und im Äquator eine Art Zellplatte bilden. Die Kernmembran ist während dieses ganzen Processes unverändert geblieben und wird wahrscheinlich erst eingeschnürt, nachdem sich die beiden Streifen aus chromatischer Substanz erst zu halbmondförmigen und dann zu kugelförmigen Massen zusammengezogen, mit anderen Worten bis sich zwei große Nucleoli gebildet haben. Nach der Theilung besteht dann also der Kern aus Membran, einem farblosen Kernsaft und dem großen primären Nucleolus. Dieser verwandelt sich nun nicht direkt durch Theilung in die definitiven Nucleoli, sondern er fließt gleichsam aus einander, d. h. der wachsende Kern erfüllt sich ganz mit körniger Substanz, welche die Farbe annimmt, wie der Kernsaft des fertigen Kernes, und in dieser treten zuerst winzig klein und dann immer größer werdend die Kernkörperchen auf².

Dieser ganze die Kernteilung begleitende Process hat offenbar keine andere Bedeutung, als die chromatische Substanz im Kern in eine Gestalt zu bringen, in der eine genaue Vertheilung zu halb und halb für die Tochterkerne leicht ausführbar ist.

Zusammenfassung: Der Kern der Heliozoen besteht aus Kernmembran, hellem Kernsaft und centralem Kernkörperchen, oder aus denselben Bestandtheilen und zahlreichen Nucleoli, oder endlich aus Kernmembran, anliegender Rindenschicht, Kernsaft und centralem Nucleolus. Die Theilung spielt sich zuerst am Nucleolus ab; bei den mul-

¹ a. a. O. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII.

² BRANDT glaubt, dass die von mir als uninucleoläre Kerne bezeichneten Körper keine Kerne, sondern die von ihm beschriebenen Parasiten »Pythium Actinosphaerii« seien; ich kann mich aber zu dieser Annahme noch nicht entschließen (vgl. meine Erwiderung an BRANDT. Biol. Centralbl. Bd. III. Nr. 17).

tinucleolären Kernen verschmelzen die Kernkörperchen zu zwei kongruenten Platten, welche aus einander rücken; dann spaltet sich der Kern und in ihm scheiden sich wieder die Nucleoli aus.

Die Radiolarien.

Bei den Kernen der Radiolarien finden wir sehr mannigfaltige und oft schwierig zu deutende Verhältnisse, so dass es nicht leicht ist, in Kürze eine umfassende Darstellung davon zu geben. Leider bin ich auch nicht im Stande, hier eigene Beobachtungen zur Ergänzung aufzuführen, da ich bisher noch keine Gelegenheit hatte, Radiolarien auf diese Punkte hin zu untersuchen. Ich werde hier nur die einfachsten und verständlichsten Formen besprechen.

Bekanntlich muss man bei den Radiolarien unterscheiden zwischen den großen in der Einzahl vorhandenen und den in der späteren Entwicklung auftretenden kleinen Nuclei, die sich offenbar in ihrer feineren Zusammensetzung wesentlich unterscheiden. Die großen Kerne zeichnen sich stets durch den Besitz einer festen Membran aus, die manchmal buckelförmige Erhebungen zeigt und außerordentlich dick werden kann. Diese Membran umschließt einen homogen oder körnig erscheinenden Kernsaft und in diesem liegen die Hauptträger der chromatischen Substanz, die mannigfach gestalteten und verschieden gelagerten Nucleoli. Im Kernsaft selber können feine Strahlensysteme sichtbar werden, die radiär vom Centrum nach der Peripherie hinziehen; ich kann aber nicht angeben, ob sie aus chromatischen Körnern zusammengesetzt werden. Gewöhnlich findet man in einem solchen Kern mehrere Nucleoli und wo ein einziger vorhanden ist, kann sich derselbe durch Zerfall in eine größere Anzahl verwandeln. Das beste Beispiel hierfür ist das bandförmige, vielfach gewundene Kernkörperchen von *Thalassicolla nucleata*¹, welche sich durch öftere Spaltung in kleine Körner umzuwandeln im Stande ist. Was diese Kerne von denjenigen der Rhizopoden und Heliozoen unterscheidet, ist die anscheinend dichtere, körnige Beschaffenheit des Kernsaftes, der hier nicht den Eindruck einer flüssigen Substanz macht. Es giebt aber Radiolarienkerne, welche mit den »bläschenförmigen« der beiden erstgenannten Ordnungen vollkommen übereinstimmen. So findet man nach HERTWIG beim jugendlichen *Acanthostaurus* einen Kern, der eine breite Rindenschicht und einen großen centralen Nucleolus aufweist, die durch einen schmalen Saum hyalinen Kernsaftes von einander getrennt werden, also ganz ähnlich wie z. B. bei *Actinophrys*, während der Kern der Monopyleen meist ganz und gar wie etwa der oben beschriebene von Pam-

¹ HERTWIG, Zur Histologie d. Radiol. Leipzig 1876.

phagus gebaut ist und somit wie der Nucleus vieler Rhizopoden und Heliozoen. Man unterscheidet hier eine Kernmembran, einen hyalinen Kernsaft und im Centrum einen einfachen Nucleolus.

Es ist nicht ohne Interesse, dass gerade bei dieser Familie die Nuclei denjenigen vieler monothalamen Rhizopoden so vollkommen gleichen, da die Centrakapsel dieser Radiolarien in ihrer Gestalt und durch die Anwesenheit eines einzigen Kernes sehr einer Monothalamie gleicht, wozu noch, wie bei *Cystidium inerme* (HERTWIG) der Mangel eines Skeletts kommen kann. Denkt man sich bei diesem letztgenannten Radiolar die Gallerte und die gelben Zellen weg, so glaubt man einen Gromia- oder Microgromia-artigen Wurzelfüßer vor sich zu haben. Ob die Übereinstimmung der Kerne und die große Ähnlichkeit im Körperbau solcher Vertreter verschiedener Ordnungen auf einen genetischen Zusammenhang schließen lassen können, scheint mir vor der Hand nicht zu beantworten, aber nicht unwahrscheinlich. Noch eine Form der Radiolariennuclei will ich hier erwähnen, nämlich diejenige mancher Tripyleen (HERTWIG, l. c.), wo der Kernsaft von einem Netzwerk feiner granulierter Fäden durchzogen wird, welche BÜTSCHLI¹ mit Recht zu dem Kerngerüst des Metazoenkerns in Parallele setzt, denn offenbar haben wir es hier mit einer netzförmigen Anordnung der chromatischen Substanz zu thun. Es sind außerdem noch Nucleoli vorhanden und diese liegen immer in den Maschen, welche die sich kreuzenden Linien bilden.

Anders verhalten sich die kleinen Kerne der vielkernigen Zustände bei den Radiolarien: Hier soll eine Membran niemals vorhanden sein; eine Scheidung in Kernsaft und Nucleoli findet nicht statt, wohl aber scheint mir die chromatische Substanz bei manchen in Körnern abgelagert zu sein, wie sich dies bei dem Theilungsprocesse herausstellt (s. u.). Die Gestalt dieser Kerne ist eine kugelige oder ovale und außerdem giebt es nach BRANDT² Kerne, welche vollkommen wie Amöben aussehen (Sphärozoiden).

Was schließlich die Theilungsvorgänge bei den Radiolarienkernen betrifft, so ist darüber noch wenig Sicheres zu berichten. Besonders sind wir über die Vermehrung der großen Nuclei einkörniger Stadien sehr im Unklaren und besitzen nur die Untersuchungen R. HERTWIG's an *Acanthometriden*³, welche aber — wie dies schon BÜTSCHLI (l. c.) ausgesprochen hat — noch so viel Befremdendes, mit unsern sonstigen Kenntnissen schwierig zu Vereinbarendes enthalten, dass ich hier

¹ Klassen und Ordnungen etc.

² »Untersuchungen an Radiol.« Monatsber. der königl. Akad. der Wissensch. Berlin 1884.

³ R. HERTWIG, Der Organismus der Radiol. Jena 1879.

nicht näher darauf eingehen könnte, ohne der Übersichtlichkeit meiner Darstellung Eintrag zu thun.

Über die Theilungsvorgänge der kleinen Kerne vielkerniger Sphärozoiden berichtet BRANDT¹, dass die amöbenartigen Formen durch einfaches Ausziehen in zwei Hälften zerfallen, während man bei den ovalen Nuclei Körnchen auftreten sieht, die sich in parallele Streifen in der Längsrichtung anordnen, ehe die Durchschnürung erfolgt, ein Vorgang, der etwa an die Theilung des Nucleus von *Euglypha alveolata* erinnern würde und ebenfalls den Zweck hätte, die chromatische Substanz in zwei gleiche Quanta zu zerlegen².

Zusammenfassung: An dem großen Kerne einkerniger Radiolarien kann man folgende Hauptformen unterscheiden:

Kerne mit bläschenförmigem Bau (Kernmembran, heller Kernsaft, centrales Kernkörperchen), ganz gleich wie bei vielen Rhizopoden und Heliozoen; Kerne von demselben Bau mit Rindenschicht (wie bei Actinophrys); Kerne mit sehr starker Membran, dunklerem, oft körnigem Kernsaft, in welchem manchmal radiäre Streifen zu sehen sind (der Nucleolus in der Einzahl oder meist in viele Stücke zerfallen); endlich Kerne mit netzförmiger Anordnung der chromatischen Substanz und vielen Nucleoli in deren Maschen. Theilungsvorgänge bei keinem dieser Kerne genügend bekannt.

Die kleinen Nuclei vielkerniger Radiolarien sind entweder amöbenförmig und theilen sich durch einfache Einschnürung oder sie sind ganzrandig rund oder oval und theilen sich unter streifiger Anordnung der chromatischen Substanz.

Die Sporozoen.

Unter den Sporozoen sind die Kerne nur bei den Gregariniden bekannt geworden, und zwar zeigen dieselben auch hier wie bei vielen der bisher beschriebenen Formen einen bläschenförmigen Bau, d. h. eine deutliche Kernmembran umschließt zunächst einen hellen, flüssigen Inhalt — Kernsaft —, der am lebenden Kerne gar keine weitere Differenzierung zeigt und nach Behandlung mit Reagentien ein granulirtes Aussehen bekommen kann.

Es soll nun Kerne geben, wo der Kernsaft den einzigen Inhalt des Nucleus ausmacht, wo wenigstens geformte Bestandtheile nicht zur Anschauung kommen, während bei anderen ein oder mehrere Nucleoli vorhanden sind. Es wird angegeben, dass im Centrum des Kernes ein

¹ l. c.

² HERTWIG (Histol. der Radiol. p. 45) beschreibt ebenfalls die Theilung der kleinen Kerne von *Collozoum inerme*, aber ohne etwas vom Streifigwerden derselben gesehen zu haben.

Haufen kleinster Nucleoli vorhanden ist, welche so nahe an einander liegen, dass sie aussehen wie eine Masse — ein Verhältnis, was uns sehr an die Rhizopoden-Nucleoli erinnert, die auch oft aus kleineren Körnchen zusammengesetzt sind. Bei multinucleolären Kernen findet man häufig neben ganz kleinen noch einen größeren Nucleolus, der sich in der Struktur etwas von diesen unterscheidet. Neuerdings hat SCHNEIDER bei *Klossia octopiana* einen solchen Fall genauer beschrieben¹ und will bemerkt haben, dass der große Nucleolus aus zwei Schichten besteht, einer dicken dunkeln Rinde und einem hellen hyalinen Inhalt. Aus einer Art Mikropyle, welche die Rinde durchsetzt, trete nun tropfenweise der hyaline Inhalt aus und bilde die zahlreichen kleinen Nucleoli (nucléolites), während das eigentliche Kernkörperchen an Umfang abnehme. Wenn sich dieser Vorgang als thatsächlich erweist, so steht er vor der Hand allein da in der Physiologie des Kernes überhaupt. Die Nucleoliten sollen beiläufig bemerkt zu den später so zahlreich auftretenden neuen Kernen werden.

Es muss hier noch bemerkt werden, dass BÜTSCHLI (Klassen und Ordn. etc.) glaubt Andeutungen davon gesehen zu haben, dass der Nucleolus an der Kernhülle angeheftet sei (*Monocystis magna*), und dass bei *Clepsidrina ovata* nach Behandlung mit Essigsäure ein Kernnetz hervortritt. Nach AIMÉ SCHNEIDER² verhalten sich die zahlreichen Kerne, welche in den Psorospermien vor der Sporulation zu sehen sind, anders als die primären, d. h. sie sind vollkommen homogen und weisen keinen bläschenförmigen Bau mehr auf.

Was die Theilungsvorgänge betrifft, so sind dieselben nur von letztgenannten Kernen bei *Klossia octopiana* bekannt geworden³ und bestehen in einer biskuit- oder hantelförmigen Umgestaltung des Nucleus und nachher erfolgendem Ausziehen desselben, und zwar sollen hier nach SCHNEIDER bei der erstmaligen Theilung die Kerne sich länger ausziehen als bei den darauf folgenden. Von einer Anordnung der chromatischen Substanz in Streifen oder Fäden ist dabei nichts bekannt geworden.

Zusammenfassung: Der Kern der Gregariniden zeigt den bläschenförmigen Bau, Membran, heller Kernsaft, ein oder zahlreiche Nucleoli.

Theilung in diesem Stadium nicht bekannt.

Die zahlreichen kleinen, für die Sporen bestimmten Kerne sind ganz homogen.

Theilung derselben durch biskuitförmige Einschnürung.

¹ Nouv. observ. sur la sporulation du *Klossia octopiana*. Arch. d. zool. exp. et géner. 2^e Série. T. I. 1883.

² l. c.

³ SCHNEIDER, l. c.

Die Infusorien.

A. Die Flagellaten.

1) Flagellaten im engeren Sinne.

Während bei allen übrigen größeren Gruppen der Protozoen der Kern in seiner äußeren Gestalt sowohl wie in seinem feineren Bau mehr oder weniger erhebliche Variationen zeigt, kennt man in konstanter Gleichförmigkeit bei den eigentlichen Flagellaten nur einen einzigen Kerntypus, nämlich einen ausgesprochen bläschenförmigen. Man unterscheidet eine wohl immer sehr feine Kernmembran, einen ganz hellen Kernsaft und im Centrum ein deutlich hervortretendes Kernkörperchen. Abweichungen von diesem Bau sind äußerst selten und es scheint mir noch nicht festgestellt, ob dieselben, wo sie angegeben wurden, nicht auf pathologischen oder mit der Vermehrung zusammenhängenden Veränderungen beruhen (vgl. z. B. den Kern von *Anisonema Acinus* bei BÜTSCHLI, diese Zeitschr. Bd. XXX).

Es scheint, dass nie eine Vermehrung des Nucleolus beobachtet wird, wenigstens habe ich nirgends Angaben darüber gefunden und auch selbst nichts Derartiges wahrnehmen können¹. Eine Ablagerung chromatischer Substanz an anderen Orten des Kernes, als im Nucleolus, kommt offenbar auch nicht vor und damit stimmt auch die — so viel ich weiß — einzige genauere Angabe über Kerntheilung bei Flagellaten, welche wir besitzen. Es wurde dieselbe von BÜTSCHLI bei *Anisonema sulcatum* folgendermaßen beschrieben²: »Durch Behandlung der sich theilenden Thiere mit verdünnter Essigsäure gelingt es über das Verhalten des Kernes Einiges zu ermitteln. Schon kurz vor oder mit dem Erscheinen der Theilungsfurche findet man den Kern bandförmig langgestreckt in der Querrichtung des Thierleibes. Bei dem in erwähnter Figur (ebenda Taf. XIV Fig. 48) wiedergegebenen Präparat schien auch eine ziemlich deutliche längsfaserige Differenzirung des Binnenkörpers eingetreten zu sein, und eine Anschwellung dieser Längsfasern zu knötchenartigen Verdickungen war an ihrem einen Ende recht deutlich zu sehen. Nachdem die Durchfurchung einige Fortschritte gemacht hat, trifft man das Kernband in der Mitte verdünnt, die Enden dagegen angeschwollen und in jedem derselben einen deutlichen Binnenkörper, der mit dem der anderen Seite noch durch ein feines Verbindungsfäd-

¹ Ob die von STEIN angegebene Verwandlung des Kerninhalts von *Euglena viridis* in sporenartige Körner dahin zu deuten ist, scheint mir zweifelhaft.

² Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten u. einiger verw. Org. Diese Zeitschr. Bd. XXX.

chen zusammenhängt. Bei noch weiter fortgeschrittenen Theilungszuständen sah ich schließlich die schon ganz abgerundeten Kerne der beiden Sprößlinge nur noch durch einen feinen ziemlich langen Verbindungsfaden zusammenhängen.«

Aus dieser Beschreibung BÜTSCHLI'S und seinen Abbildungen geht hervor, dass die Anordnung der Kernbestandtheile, Kernsaft und Kernkörperchen, während der Theilung dieselben bleiben, dass also auch im Kernsaft keine chromatischen Bestandtheile suspendirt sind. Dieselben bleiben auf den Nucleolus beschränkt und hier sehen wir sie wie gewöhnlich eine Bildung von parallelen Fäden eingehen, welche dann bei der biskuitförmigen Durchschnürung des Kernes genau halbirt werden.

Zusammenfassung: Der Kern der Flagellaten ist bläschenförmig; Kernmembran, hyaliner Kernsaft, Kernkörperchen. Bei der Theilung werden alle Theile gleichmäßig biskuitförmig eingeschnürt, der Nucleolus unter Bildung von parallelen Längslinien.

2) Noctilucen.

Bei den Noctilucen kommen zwei Gattungen in Betracht, *Noctiluca* (SURIRAY) und *Leptodiscus* (HERTWIG)¹. Bei ersterer scheint der Nucleus aus einer körnigen Masse mit eingestreuten nucleolusartigen Bestandtheilen gebildet, während er bei *Leptodiscus* aus zwei verschiedenartigen Theilen zusammengesetzt ist, einer größeren, welche dunkler und körnig erscheint, und einer kleineren aus hellerer hyaliner Substanz bestehenden.

Merkwürdigerweise enthält hier nicht, wie bei *Rotalia* unter den Rhizopoden (s. o.), der körnige Theil die chromatische Substanz, sondern vielmehr der hyaline, da er bei der Tinktion die Farbe viel rascher aufnimmt. Allerdings färbt sich die körnige Schicht zwar langsamer, aber mit der Zeit eben so stark. Dasselbe Verhältnis werden wir bei dem ciliaten Infusorium *Spirochona gemmipara* später wiederfinden.

Außer diesem gewöhnlich vorkommenden Bau des *Leptodiscus* kernes beschreibt HERTWIG auch noch abweichende, nur einmal beobachtete Formen, von welchen die eine sehr an den *Rotaliakern* erinnert, da hier auch im hyalinen Theil Kernkörperchen zu liegen scheinen.

Theilungszustände des Noctilucakernes bei der Schwärmerbildung hat ROBIN² beobachtet. Der Kern streckt sich dabei in die Länge und der centrale, sich durchschnürende Abschnitt wird längsgestreift.

¹ Jen. Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XI.

² Archives anat. et physiol. 1878.

3) Die Cilioflagellaten.

Bei den Cilioflagellaten ist, so weit ich dies aus den Darstellungen anderer Autoren entnehmen und aus eigenen Beobachtungen schließen kann, der Kern massiv, d. h. die Kernmembran umschließt eine dichte Masse von Kernsubstanz, in welcher aller Wahrscheinlichkeit nach das Chromatin in Gestalt kleiner Körnchen enthalten ist. Dadurch schließt sich der Nucleus der Cilioflagellaten eng an denjenigen der bewimperten Infusorien an. Über Kerntheilungsvorgänge ist meines Wissens bei dieser Gruppe nichts bekannt geworden.

Zusammenfassung: Der Kern der Cilioflagellaten zeigt den »massiven« Bau. Theilung unbekannt.

B. Die Ciliaten.

Bei den bewimperten Infusorien ist es sehr schwierig, in Kürze von den Kernverhältnissen ein Bild zu geben, das die unendlich mannigfaltigen Formen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt zusammenfasst. In keiner anderen Abtheilung des Protozoentypus sind so viele Variationen im Bau des Kernes gegeben, so große Verschiedenheiten selbst bei ganz nahestehenden Arten. Ich kann demnach hier nicht, wie ich dies bisher gethan, alle wichtigsten Kernformen beschreiben, sondern muss eine Auswahl treffen, wenn ich nicht das Kapitel über Gebühr ausdehnen will.

Zunächst wird es sich fragen, ob auch hier Arten vorkommen, bei welchen die Kernsubstanz in zahlreicheren kleinen Bestandtheilen durch das Protoplasma des Körpers vertheilt ist, so wie das bei manchen Rhizopoden und Heliozoen der Fall war. In der That giebt es solcher Infusorien nicht wenige und zwar wird man zunächst an diejenigen denken, welche schon seit längerer Zeit als vielkernige bezeichnet worden sind, also die Arten der Gattung *Opalina* und das hypotriche *Loxodes rostrum*, zu welchen noch einige Oxytrichinen kämen, deren Kerne zuerst MAUPAS¹ beobachtet zu haben scheint, und auf die ich noch zu sprechen kommen werde. Doch werden diese Infusorien erst in zweiter Linie zu nennen sein, da es noch andere giebt, bei denen die Vertheilung resp. Verkleinerung der Kernsubstanz eine noch viel weitgehendere ist. Dazu gehört zunächst die Gattung *Choenia* (QUENNERSTEDT²) mit der einzigen

¹ Sur quelques protorganismes multinucléés. Comptes rendus T. 89. Die ausführliche Abhandlung von MAUPAS »Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés« erscheint eben in den Archives de zool. expér. et géner. 2. Série. Tome I. Bis jetzt kamen mir der Anfang und 6 Tafeln zu Gesicht. Leider kann ich die Arbeit hier nicht mehr berücksichtigen.

² QUENNERSTEDT, Sveriges Infusoriefauna. 1867.

Art *Choenia teres*, ein holotriches marines Infusorium. Ich fand dasselbe ziemlich häufig im Hafen von Genua und es fiel mir gleich auf, dass bei der Tinktion kein Kern zum Vorschein kam; ich wendete nun meine ganze Sorgfalt auf die Präparation, aber immer mit demselben Resultat, dass nämlich an keinem der tingirten Chönien ein Nucleus zu sehen war, während andere zufällig mit gefärbte Infusorien ausgezeichnete Kernfärbung aufzuweisen hatten.

Meistens waren dagegen die Exemplare von *Choenia teres* im Ganzen viel dunkler gefärbt, als die übrigen Infusionsthier und zwar entsprach der Farbton der ersteren etwa demjenigen der Kerne von letzteren, so wie dies auf Fig. 23 zu sehen ist, wo eine *Choenia teres* und daneben ein *Euplotes charon* genau nach der Natur dargestellt wurde. Die dunkel gefärbte Substanz der *Choenia* hat sich dabei in Folge der Reagentien auf der einen Seite von der Peripherie zurückgezogen. Bei anderen, besser erhaltenen Individuen dagegen ist der ganze Körper gleichmäßig tingirt, und man bemerkt außer der Grundfarbe noch feinste dunklere Körnchen reichlich darin umhergestreut (Fig. 22 und 24). Diese treten nur bei ganz starker Vergrößerung hervor, während sie sonst zum Ton der Gesamtfärbung beitragen. Da nun ein Kern vollkommen fehlt, so wird man wohl nicht irren, wenn man annimmt, dass diese feinen Körner die hauptsächlichlichen Träger der Kernsubstanz und zwar des Chromatins sind, welches vielleicht außerdem noch das Protoplasma in nicht wahrnehmbaren Bestandtheilen imprägnirt. Ein einziges Mal gelang es mir ein Präparat zu erhalten, wo das Körperprotoplasma sich kaum tingirt hatte, die Körnchen dagegen um so deutlicher hervortraten (Fig. 25). Dieselben schienen zudem etwas größer zu sein, als ob hier aus irgend welchem Grunde das Gesammte, wie wir annahmen auch im Protoplasma vertheilte Chromatin sich in ihnen concentrirt hätte. Solche Zustände der *Choenia* sind deshalb interessant, weil sie uns zu anderen Infusorienformen hinführen, bei welchen zwar auch noch kein eigentlicher Kern vorhanden ist, die Körner aus Kernsubstanz aber immer sehr deutlich sind.

Es handelt sich hier zunächst um *Trachelocerca phoenicopterus* Cohn., bei welcher ich sehr eigenthümliche Kernverhältnisse vorfand. Am lebenden Infusorium sieht man gar nichts von einem Nucleus, und so hat auch der Entdecker dieser Art, COHN¹, vom Kerne keine Erwähnung gethan. Es ist mir gelungen, aus dem Hafen von Genua zahlreiche Exemplare dieser Art zu erhalten und durch geeignete Tinktion über deren Kernverhältnisse ins Klare zu kommen.

¹ Infusorien im Seeaquarium. Diese Zeitschr. Bd. XVI. 3. Heft.

Kerne, wie wir sie sonst bei den Infusorien zu finden gewohnt sind, hat die *Trachelocerca* nicht aufzuweisen, sondern man findet vielmehr Gruppen kleiner runder Körner, welche in ziemlich gleichmäßigen Abständen auf einander folgend von vorn nach hinten in einer Reihe angeordnet liegen (Fig. 26). Oft sieht man deutlich einen hellen Hof um diese Körnchen her, so dass die einzelne Gruppe etwa aussieht wie ein bläschenförmiger Kern mit zahlreichen Nucleoli. Die Zahl der Körner ist eine wechselnde, immerhin fällt es aber bei dem eben geschilderten Zustande auf, wie gering die Masse chromatischer Kernsubstanz im Verhältnis zum Körperplasma ist. Nun findet man aber häufig andere Exemplare, wo die Chromatinkörper in Vermehrung begriffen sind und aus ihrem engeren Verbands austreten, so dass man die frühere Anordnung in Gruppen kaum mehr erkennen kann (Fig. 27). Diese Vermehrung der Körner kann schließlich so überhand nehmen, dass dieselben den größten Theil des Körpers erfüllen (Fig. 28), wodurch dann ein Zustand erreicht ist, der den bei *Choenia teres* vorgefundenen Verhältnissen sehr gleicht. Dass diese Körner wirklich aus Chromatin bestehen, sieht man auch daran, dass bei anderen zufällig mit gefärbten Infusorien die Kerne denselben Farbenton haben (Fig. 28 E). Was diese Vermehrung und Vertheilung der chromatischen Substanz für einen Zweck hat, bin ich nicht im Stande zu sagen, jedenfalls aber wird sie für das Infusorium von Bedeutung sein. Sehen wir doch auch bei Infusorien mit normalen Kernen periodisch eine solche Wucherung und Zersplitterung der Kernsubstanz auftreten und zwar nach der Konjugation. Man vergleiche mit einer *Trachelocerca* im eben beschriebenen Stadium ein *Paramecium putrinum* nach aufgehobener Konjugation (Fig. 19) und man wird zugeben müssen, dass hier ein ähnlicher Process vorliegt. Warum demselben bei den wenigkernigen Infusorien erst eine Konjugation vorgehen muss, vermögen wir heute noch nicht anzugeben. Man könnte den ganzen Vorgang mit einem Gährungsprocesse vergleichen, aus welchem das Individuum geläutert wieder hervorgeht und nach dessen Ablauf die Kernsubstanz und die Zellsbstanz wieder in ihre normalen Volum- und Formverhältnisse zurückkehren.

Im Anschluss an *Trachelocerca* wären nun Infusorien zu erwähnen, bei denen zwar immer noch die Kernsubstanz an kleine und zahlreiche Körner gebunden ist, wo aber diese Körperchen häufig so regelmäßig gestaltet und relativ umfangreich sind, dass man sie als Kerne und somit das Infusorium als ein vielkerniges bezeichnen kann. Hierher gehören zwei *Oxytricha*-Arten, welche beide seiner Zeit von Cohn beschrieben worden sind¹ und zwar *Oxytricha scutellum* Cohn und *Oxy-*

¹ Infusorien im Seeaquarium. Diese Zeitschr. Bd. XVI.

tricha flava Cohn, oder wie SAVILLE KENT¹ sie umgetauft hat, *Holosticha flava* mit ihren verschiedenen Farbennuancen. Auch hier wurde zuerst von Kernen nichts bekannt, weil dieselben ohne Anwendung von Reagentien nicht sichtbar zu machen sind, während sie bei passender Färbung immer mit wünschenswerther Deutlichkeit hervortreten. Ich habe zum öfteren Gelegenheit gehabt diese beiden Oxytrichinen zu untersuchen und ihre Kernverhältnisse festzustellen. Ob es dieselben Arten sind, bei denen auch MAUPAS Vielkernigkeit nachgewiesen hat, kann ich nicht sagen, weil die genauere Beschreibung, welche dieser Forscher versprochen, zur Zeit noch nicht erschienen ist².

Was *Oxytricha scutellum* betrifft, so ist die Zahl der Kerntheile meistens eine sehr große, so dass es oft den Eindruck macht, als übertreffe die Kernsubstanz an Volum die Substanz des Körpers. Die Körner können entweder gleichmäßig rund und alle unter einander gleich groß sein, oder sie sind mehr oder weniger unregelmäßige Brocken von wechselnder Größe, die kleinsten nur bei starker Vergrößerung sichtbar (Fig. 32, 33). Die Zahl und Ungleichheit der Kernbestandtheile nimmt mit der Größe des Infusoriums zu (vgl. Fig. 34 und 32), während die kleinsten Exemplare die größten und regelmäßigsten Kerntheile umschließen, ein Umstand, welcher mit den bei der Theilung sich abspielenden Vorgängen zusammenhängt, auf welche wir später noch zu sprechen kommen werden.

Ganz dieselben Verhältnisse finden sich auch bei *Oxytricha flava*; ebenfalls die Vielzahl der Kernbestandtheile durch das Protoplasma zerstreut (Fig. 30), auch hier bald regelmäßige Kügelchen darstellend, bald in mannigfache ungleiche Splitter zerfallen, die man nicht als Kerne mehr bezeichnen kann (Fig. 30).

Eine besondere Struktur ist an solchen Kernbestandtheilen nicht wahrzunehmen, außer einer feinen Körnelung im Inneren und es finden sich neben ihnen niemals Gebilde, welche man als Nebenkerne bezeichnen könnte.

Bei *Urostyla grandis*, bei welcher lange Zeit kein Kern hat aufgefunden werden können, hat BALBIANI³ mit Hilfe von Methylgrün einen solchen doch nachweisen können und beschreibt ihn als rosenkranzförmig ungemein in die Länge gezogen und sehr zahlreiche Windungen beschreibend, so dass ein solcher Knäuel hunderte kleiner Körnchen enthält.

¹ A manual of the Infusoria. London 1884—1882.

² Siehe die Anmerkung 4 auf p. 140.

³ S. Les organismes unicellulaires. Leçons faites au Coll. de France par le prof. BALBIANI. Journal de Micrographie. 1884. Bd. V. p. 259.

Denkt man sich bei den eben beschriebenen Oxytrichinen die Kernbestandtheile unter einander verbunden, was übrigens hier sicher nicht der Fall ist, so bekäme man dasselbe Verhalten wie bei Urostyla, das man vielleicht als eine höhere Differenzirung des ersteren auffassen könnte.

Noch glaube ich hier einiger Infusorien Erwähnung thun zu müssen, die sich in Bezug auf die Vertheilung der Kernsubstanz ähnlich verhalten, wie die vorhergehenden; es sind dies die interessanten opalinaartigen Schmarotzer der Cephalopoden, welche von FÖTTINGER entdeckt und beschrieben worden sind¹. Auch hier findet sich die Kernsubstanz reichlich durch den ganzen Körper vertheilt und zwar einmal als zusammenhängender vielfach gekrümmter und verästelter Strang, oder in zahlreichen durch Zerfall dieses Stranges entstandenen Brocken. Bei *Benedenia elegans* zeichnet FÖTTINGER Stadien, wo man die Auflösung des Kernbandes in lose Fetzen sehr deutlich sieht, und andere, wo das Infusorium von lauter rundlichen Brocken erfüllt ist, ähnlich wie bei den oben genannten Oxytrichen. Bei *Benedenia coronata* findet sich ein förmliches Netzwerk von Kernsubstanz, welches man aber nicht mit dem sogenannten Kerngerüst der Metazoenkerne homologisiren darf, weil es ja nicht einen Theil des Nucleus, sondern diesen selbst darstellt. Auch hier wurde eine Auflösung des zusammenhängenden Netzes in einzelne lose Stücke beobachtet.

Ähnliche Verhältnisse finden sich auch bei einem im Regenwurm schmarotzenden heterotrichen Infusorium, der *Plagiotoma Lumbrici* Duj.

Die Tendenz, zahlreichere Punkte des Körperplasmas mit der Kernsubstanz in Berührung zu bringen, spricht sich auch in den bandartigen oder noch mehr den rosenkranzförmigen Kernen mancher Infusorien aus (z. B. Vorticellinen, Spirostomeen und Stentorinen); doch kann man hier eine größere Konstanz in der äußeren Form dieser Elemente beobachten, die zwar, wie bei *Loxophyllum meleagris*, noch sehr unregelmäßig sein können, und man weiß nichts von der oft regellosen Zersplitterung des Nucleins, wie wir es bei den erstgenannten Formen vorfanden. Zudem entspricht nun dem einzelnen Kernstück auch ein Nebenkern, wie dies MAUPAS nachgewiesen hat².

Denkt man sich diese Konstanz im Bau der einzelnen Kerntheile auch auf Formen übertragen, wo diese nicht, wie z. B. bei den Stentorinen, durch einen Faden von Kernsubstanz unter einander zusammenhängen, so erhalten wir die bisher schon als vielkernig bezeichneten Infusorien,

¹ FÖTTINGER, Recherches sur quelques infusoires nouveaux parasites des céphalopodes. Archives de Biologie. Vol. II.

² a. a. O. Anmerkung.

wie *Opalina* und *Loxodes rostrum*¹. An den einzelnen Nuclei der rosenkranzförmigen und der vielkernigen Infusorien treten meist schon deutliche Differenzirungen auf, so umschließt das Kernstück von *Stentor* oft deutlich gesonderte Chromatinkörner, so sieht man im Nucleus von *Opalina* ein kleines, centrales, nucleolusartiges Korn, so unterscheidet man am Kern von *Loxodes* eine Rindenschicht und ein größeres centrales Kernkörperchen. Auf solcher verschiedenartiger Anordnung der Kernsubstanzen beruhen auch alle Unterschiede, die wir — abgesehen von der äußeren Gestalt — an den Nuclei der ein- oder zweikernigen Infusorien zu verzeichnen haben. Im Allgemeinen besteht aber fast jeder Infusorienkern aus einer Membran und einer dichten massiven mehr oder weniger körnigen Innenmasse (letztere vgl. Fig. 48). Je nach der Größe und Zahl der Körner treten dieselben mehr oder weniger deutlich hervor, jedenfalls sind sie aber die Hauptträger des Chromatins, wie die eigentlichen Nucleolen. Gar nicht selten differenziert sich das Kernplasma in der Weise, dass um die Körner her kleine Höfe entstehen, welche bei der Tinktion die Farbe nicht so schnell annehmen, während das von ihnen umschlossene Korn sich dunkel färbt, also offenbar aus chromatischer Substanz besteht² (Fig. 46). Man hat diese bläschenartigen Gebilde hin und wieder mit einer Vermehrung durch den Kern in Zusammenhang bringen wollen, so zwar, dass dieselben Keime darstellen sollten, welche ausschwärmen und zu neuen Individuen anwachsen könnten. Diese Behauptung ist übrigens noch nie bewiesen worden und darf gewiss als irrig angesehen werden. Was freilich diese Differenzirung im Nucleus zu bedeuten hat, ist bis jetzt noch nicht sicher zu sagen.

Es giebt nun zahlreiche Abweichungen von dem einfachen »massiven«³ Infusorienkerne, deren ich nur einige wenige anführen will. So fand ich bei einer nicht näher bestimmten *Trachelius*-Art einen typischen bläschenförmigen Kern, wie bei den Flagellaten, Heliozoen etc., eine Kernmembran, eine Zone helleren Kernsaftes und im Centrum einen ziemlich umfangreichen Nucleolus (Fig. 47).

Bei vielen *Oxytrichinen* findet sich in der Mitte des Kernes eine Art Spaltraum von linsenförmiger Gestalt, der den Kern in zwei Hälften zu theilen scheint. Bei *Chilodon cucullulus* liegt im Centrum eine Masse

¹ Die Angabe von WRZESNIEWSKI, dass die einzelnen Kerne von *L. rostrum* zusammenhängen (diese Zeitschr., 1870), ist später von BÜTSCHLI wieder bestritten worden und ich kann aus eigener Anschauung letztgenanntem Forscher beipflichten.

² Diese Erscheinung ist schon seit längerer Zeit bekannt und von BÜTSCHLI, WRZESNIEWSKY u. A. genau beschrieben worden.

³ R. HERTWIG, Beitr. z. e. einheitl. Auffassung der versch. Kernformen. Morph. Jahrbuch. Bd. II.

hellen Kernsaftes, welche einen nucleolusartigen Bruchtheil der körnigen Kernsubstanz umschließt, während bei *Chilodon curvidentis* der ganze Nucleus aus einem Konglomerat kleiner Kugelchen besteht, die ihm ein maulbeerartiges Ansehen geben¹, so dass man fast die Existenz einer Kernmembran in Zweifel ziehen möchte. Ähnlich ist nach CLAPARÈDE und LACHMANN² auch der Kern von *Metopus sigmoides* gebaut.

Sehr eigenthümlich und in seiner Struktur unter den Infusorien einzeln dastehend ist bekanntlich der Kern von *Spirochona gemmipara*, der aus zwei Abschnitten, einem größeren, aus feinkörniger Masse bestehenden, und einem kleineren homogenen³. Er gleicht somit vollkommen den oben beschriebenen Kernen der Rhizopoden, *Rotalia*, *Ovulina* und noch mehr demjenigen des noctilucaartigen *Leptodiscus*, denn es scheint aus HERTWIG's Beschreibung hervorzugehen, dass auch hier die homogene Hälfte aus chromatischer Substanz bestehe, da sie die Farbe rascher annimmt als die körnige. Bezüglich der näheren Beschreibung und dem merkwürdigen Verhalten dieses Kernes bei der Theilung muss ich auf das Original verweisen. Die Nebenkern der Infusorien sind wegen ihrer Kleinheit schwieriger zu untersuchen, man kann aber so viel mit Sicherheit angeben, dass sie im Allgemeinen mit den Hauptkernen im Bau übereinstimmen, d. h. sie sind »massiv« und feinkörnig und besitzen eine Membran, unter welcher manchmal eine feine Zone hyalinen Kernsaftes sichtbar wird, so dass dann der Nebenkern einen Anklang an den bläschenförmigen Bau zeigt.

Was die Theilungsvorgänge bei den Infusorienkernen betrifft, so kennt man schon lange — hauptsächlich durch die Untersuchungen BÜTSCHLI's — das Streifigwerden derselben, welches darauf beruht, dass die oben erwähnten Chromatinkörner zu Fäden werden, sei es, dass jedes einzelne zu einem Faden auswächst, sei es, dass eine Mehrzahl zu einem solchen zusammentritt. Es wird dadurch die chromatische Substanz in eine leicht zu gleichen Hälften theilbare Form gebracht, und zwar werden die Fäden in der Weise halbirte, dass der Kern Anfangs Biskuitform annimmt und sich dann meist unter Bildung eines langen dünnen Verbindungsstückes auszieht. Bei den bandförmigen Kernen mancher Infusorien braucht der Nucleus weiter keine umfassende Vorbereitungen durchzumachen. So sehen wir ihn z. B. bei *Euplotes* mit dem Zellkörper durchgeschnürt werden (Fig. 20) und bei manchen Vorticellinen sich ausziehen, ohne dass er vorher wesentlich die Gestalt

¹ Festschrift der naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. 4883.

² Études sur les Infusoires et les Rhizopodes.

³ R. HERTWIG, Über den Bau und die Entwicklung von *Spirochona gemmipara*. Jenaische Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XI.

geändert hätte (Fig. 24). Viel weitergehend sind die Veränderungen natürlich bei Kernen, wie dem von *Chilodon curvidentis*, wo ich den Theilungsvorgang genauer beschrieben habe¹.

Auch bei den Nebenkernen treten anstatt der Körner Fadensysteme bei der Theilung auf, und zwar in noch viel regelmäßigerer Anordnung zur Spindelfigur, so dass dabei die Erscheinungen ganz an die bei der Theilung der Metazoenkerne beobachteten Vorgänge erinnern².

Zu unterscheiden von der regulären Theilung sind die Zersplitterungen der Nuclei, wie sie nach der Konjugation beobachtet wurden, verbunden mit allen möglichen regellosen Wucherungen der Kernsubstanz. Hierbei wird das Auftreten von Fäden vollkommen vermisst, während dasselbe zu gleicher Zeit an den auf regelmäßige Art sich theilenden Nebenkernen sehr deutlich zu bemerken ist. Es scheint mir dies ein Beweis dafür zu sein, dass das Streifigwerden der Kerne bei der Theilung nicht bloß auf mechanischen als Folge der Theilung auftretenden Vorgängen, einem Zug oder dgl. beruhen, sondern, dass es den Zweck der gleichmäßigen Vertheilung des Chromatins zu erfüllen hat; es wäre sonst nicht zu verstehen, warum diese Kernfiguren nicht auch bei der unregelmäßigen Theilung auftreten sollen, da diese bei den Protozoen von der regelmäßigen nicht wesentlich verschieden ist.

Bei den aus zahlreichen Stücken bestehenden Kernen, sowohl wie bei den in der Zweizahl vorhandenen hat man der Theilung eine Verschmelzung der Bestandtheile zu einer Masse vorausgehen sehen, an welcher dann erst die regelmäßige Halbierung zum Zweck gleicher Vertheilung der Kernsubstanz auf die Tochterindividuen vor sich geht³.

Von denjenigen Infusorien, wo die Kernsubstanz in sehr zahlreichen Stücken durch den Körper vertheilt ist, habe ich eine Theilung nur bei *Oxytricha scutellum* beobachtet, die man schon als vielkernig bezeichnen könnte. Auch hier fließen die lose zerstreuten Chromatinkugeln zu einem Klumpen zusammen, welcher dann entsprechend dem Körper in zwei Hälften getrennt wird. Merkwürdigerweise zerfallen die beiden Theilstücke der Kernmasse sofort wieder, noch ehe das Infusorium sich getheilt hat, und zwar geschieht dies in ganz regelmäßiger Weise unter Annahme der Hantelform (Fig. 35). Auch die zwei Stücke in jeder Hälfte des Thieres theilen sich gleich wieder zu vieren und letztere thun dasselbe, so dass ich *Oxytrichen* fand, wo schon wieder acht Kernkugeln gebildet waren ehe die Halbierung des Infusoriums vollendet war

¹ a. a. O.

² Vgl. auch hier die bekannten Untersuchungen von BÜTSCHLI, l. c.

³ BÜTSCHLI erwähnt, dass bei der Theilung von *Loxodes rostrum* die Kerne nicht verschmelzen, was also eine Ausnahme wäre.

(Fig. 37). Es scheint dabei, dass die einzelnen Kernbestandtheile der beiden Körperhälften im Tempo der Theilung korrespondiren, denn auf Präparaten, wie dem in Fig. 36 abgebildeten, entspricht in jedem der entstehenden Tochterindividuen ein Kern dem anderen: an zwei Stücken bemerkt man noch gar keine Veränderung, zwei sind etwas langgestreckt, zwei andere zeigen eine seichte Einkerbung und die beiden übrigen endlich sind beinahe durchgeschnürt.

Die Vermehrung der Kugeln geht auch nach der Halbierung des Infusoriums noch längere Zeit weiter und scheint später in regellosen Zerfall auszuarten. Darauf beruht der oben schon erwähnte Umstand, dass kleinere Individuen weniger und regelmäßiger Kernstücke umschließen. Von einer streifigen Veränderung im Inneren solcher in Theilung begriffener Kernstücke konnte ich nichts bemerken; es mag dies darauf beruhen, dass die Objekte zu klein und zu ungünstig sind, um solche Feinheiten wahrzunehmen, doch könnte ein solcher Vorgang hier wohl fehlen, angenommen, dass die Kernbestandtheile aus gleichmäßig verteilter chromatischer Substanz bestehen.

Zusammenfassung: Bei den ciliaten Infusorien kann die Kernsubstanz in der Zellsubstanz aufgelöst enthalten sein, in so feinen Körnchen, dass solche nur mit stärksten Vergrößerungen wahrnehmbar sind (*Choenia teres*, *Trachelocerca phoenicopterus*). Die Kernbestandtheile können größere, meist kugelige Körperchen darstellen (*Oxytricha scutellum* und *flava*), welche bei der Theilung zuerst in einen Klumpen verschmelzen.

Die Kernsubstanz kann Bänder und Netze bilden, welche zeitweise in Stücke zerfallen (*Benedenia*, *Plagiotoma*). Aus diesen Verhältnissen lassen sich die eigentlichen rosenkranzförmigen (*Stentorinen*) und bandförmigen (*Spirostomeen*, *Vorticellinen* etc.) Kerne ableiten. Auch hier findet vor der Theilung ein Zusammenballen statt.

Die Mehrzahl der Infusorien besitzt nur einen oder seltener zwei Kerne, deren Gestalt bei den einzelnen Arten eine äußerst mannigfache ist. Außer denselben finden sich noch in wechselnder Zahl die Nebenkerne vor.

Der Infusorienkern ist meistens massiv und von einer Kernmembran umhüllt. Die Kernsubstanz ist reichlich von Chromatinkörnern durchsetzt, welche verschiedenartige Anordnungen annehmen können. Auch die Nebenkerne sind massiv und wahrscheinlich immer feinkörnig.

Bei der Theilung bilden die Chromatinkörner Fäden, welche sich der Längsachse des sich streckenden Kernes parallel legen und welche in der Mitte durchgeschnürt werden.

C. Die Suctorien.

Bei dieser Abtheilung der Infusorien finden wir sehr häufig die Kernsubstanz in reichlichem Maße durch das Protoplasma des Körpers vertheilt und zwar geschieht dies nicht sowohl dadurch, dass eine Vielzahl von Kernen oder Kernstücken auftritt, sondern mittels einer vielfachen Verästelung oder Verschlingung des Kernes. Diese Bauweise des Nucleus, die wir ja auch theilweise bei den ciliaten Infusorien vorgefunden haben, steht hier bekanntlich in Beziehung zur Sprossenbildung, in der Weise, dass die Spitzen der Verzweigungen in die Knospen hineinwachsen und sich dort zu eigenen Kernen der letzteren abschnüren; auch können, wie bei den früher genannten Ciliaten, vom Kerne unregelmäßige kleine Brocken abgelöst werden, über deren Bedeutung auch hier nichts ermittelt ist¹. Bei dem eigenthümlichen *Dendrosoma radians*, wo sich die Knospen nicht ablösen und eine baumförmige mit einer wurzelartigen Basis versehene Kolonie entsteht, trennen sich die seitlichen Fortsätze des Nucleus auch nicht los und es hängen somit die Kerne der einzelnen Sprossen unter einander zusammen². Die Zusammensetzung dieser verzweigten Suctoriennuclei ist eine sehr einfache, indem sie in ihrer Gesamtheit eine gleichmäßig feinkörnige Masse darstellen, die von einer Kernmembran umschlossen wird. Über ein Auftreten größerer Chromatinkörner oder sonstiger auffallender Differenzirungen ist, so viel ich weiß, nichts bekannt geworden. Eben so häufig oder häufiger als diese sind die unverzweigten, gestreckten, ovalen oder runden Kernformen und auch bei diesen unterscheidet man die Kernmembran und das gleichmäßig körnige Innere, wobei zu bemerken ist, dass die einzelnen Körner hier meist größer sind, so dass man sie bei starker Vergrößerung einzeln und regelmäßig neben einander liegen sieht. Es ist mir nur ein einziger Fall bekannt geworden, wo im Innern von solchen Acinetenkernen größere nucleolusartige Stücke gesehen wurden und zwar bei der von FRAIPONT beschriebenen *Acineta vorticelloides*³. Bei der Tinktion erhielten dieselben eine dunklere Farbe, was sie als chromatinhaltig erkennen lässt. Dass aber auch die kleinen, oben erwähnten Körnchen aus chromatischer Substanz bestehen, kann wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, denn wir sehen sie beim Theilungs-

¹ R. HERTWIG, der diese Beobachtung gemacht (»Über den Bau und die Entw. von *Podophrya gemmipara*«. *Morphol. Jahrb.* Bd. 1), vermuthet zwar, dass diese Stücke durch feine Fäden mit dem Nucleus zusammenhängen, mir scheint dies aber nach meinen eigenen Beobachtungen nicht der Fall zu sein.

² Siehe SAVILLE KENT, a. a. O.

³ FRAIPONT, *Recherches sur les Acinétiens de la côte d'Ostende.* Bruxelles 1878.

vorgange des Kernes sich in Fäden verwandeln, wie dies bei den Ciliaten geschieht. Das einzige Beispiel für diesen Vorgang, welches genauer beschrieben wurde, betrifft den Kern von Podophrya gemmipara nach den Untersuchungen BÜRSCHL's¹ und hier handelt es sich nicht um eine Halbierung, sondern um die Abschnürung eines kleineren Kernstücks für den Schwärmsprössling. Wenn man die Umwandlung der Chromatinkörner in Fäden sich aus dem Grunde entstanden denkt, um eine Vertheilung derselben zu gleichen Hälften zu ermöglichen, so sollte sie hier, wo keine Halbierung stattfindet, vermisst werden. Wenn sie doch vorkommt, so kann dies darauf beruhen, dass die Tendenz zu dieser Veränderung dem Kerne innewohnt und sich dokumentirt, auch wenn von der gewöhnlichen Art der Vermehrung, der Theilung in zwei gleiche Hälften, Abstand genommen wurde, oder es muss auch für den kleineren Schwärmspross ein ganz bestimmtes Quantum von Kernsubstanz abgetheilt werden, wozu ebenfalls die Umlagerung der Chromatinkörner nöthig wäre.

Ich glaube sicher behaupten zu können, dass auch hier Abschnürungen vorkommen, wo es auf das bestimmte Quantum des abgeschnürten Theiles nicht ankommt und wo dann keine Fadenbildungen sichtbar werden. Dahin gehören, glaube ich, die früher von mir bei Acineta mystacina gemachten Beobachtungen², wo die Acinete in mehrere Stücke zerfällt und eben so der Kern, und zwar geschieht dies in ganz unregelmäßiger Weise, wie ich erst später gefunden habe, nicht gesetzmäßig, wie ich früher annahm³.

Zusammenfassung: Der Kern der Suctorien ist entweder verzweigt, oder abgerundet. Er besteht aus einer dichten massiven Kernsubstanz, in welcher die Chromatinkörner oft sehr deutlich hervortreten. Bei der regulären Theilung verwandeln sich die Körner in Fäden, welche durchgeschnürt werden.

Wir sehen also, dass es Protozoen giebt, bei welchen die Kernsubstanz in zahlreichen Körnern durch das Protoplasma der Zelle vertheilt sein kann, manchmal in so winzigen Bestandtheilen, dass sie nach der Tinktion nur bei starken Vergrößerungen gleichsam als ein Niederschlag sichtbar wird.

Bei anderen sind solche Nucleinbrocken zwar immer noch sehr

¹ Jenaische Zeitschr. für Med. und Naturwissensch. Bd. X.

² Kleine Beitr. zur Kenntnis der Protozoen. Berichte der naturforschenden Gesellsch. zu Freiburg. Bd. VII.

³ So entstandene Theilstücke haben manchmal ein Wimperkleid, manchmal Tentakeln, ohne dass man eine Regel darin sehen könnte.

zahlreich, aber doch schon größer und theilweise auch regelmäßiger gestaltet, so dass man dieselben schon eher als kleine Kerne bezeichnen könnte und solche Formen leiten zu den eigentlich vielkernigen hin.

Es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass bei denjenigen Protisten, die wir als kernlos bezeichnen, die Kernsubstanz mehr oder weniger vollkommen gelöst in der Zellsubstanz enthalten ist und dass man sich phyletisch das erste Auftreten gesonderter, geformter Kernsubstanz nicht gleich in Gestalt eines Kernes, sondern in solchen feinen Nucleinkörnchen zu denken hat.

Die Bildung eines eigentlichen Kernes hängt jedenfalls mit der Fortpflanzung, zunächst mit der regulären Theilung zusammen, denn sie macht es möglich, dass sicherer und rascher eine gleichmäßige Vertheilung der Kernsubstanz auf die beiden Tochterindividuen herbeigeführt wird.

Wenn dennoch bei manchen Protozoen und gerade auch bei höher stehenden, wie den Infusorien eine solche — wie ich annehme — primitive Vertheilung des Nucleins in der Zelle, d. i. eine innigere Mischung von Kern- und Zellsubstanz bestehen bleibt, so hat dies jedenfalls eine Bedeutung für das Thier, zumal wir ja wissen, dass auch die ein- oder wenigkernigen Infusorien nach aufgehobener Konjugation eine Zeit lang zu solchem Zustande zurückkehren können, wo sie dann dicht mit kleinen Nucleinbrocken erfüllt sind.

Da auch jene erstgenannten Protozoen einer regulären Theilung unterliegen, so muss auch hier eine gleichmäßige Vertheilung des Chromatins auf die Tochterindividuen statthaben und diese wird — allerdings langsamer — dadurch erreicht, dass alle die gesonderten Kernbestandtheile in eine Masse verschmelzen, die dann halbtirt wird. Dasselbe geschieht bekanntlich bei den zahlreichen Kernen des Actinosphaerium (in der Cyste), bei den gegliederten Kernen mancher Infusorien und bei den in der Zweizahl vorhandenen Nuclei der Oxytrichinen¹.

Bei den Kernen der Protozoen sind zwei Typen die häufigsten, der bläschenförmige, welcher den meisten Rhizopoden, Heliozoen, Sporozoen und allen eigentlichen Flagellaten zukommt und sich außerdem vereinzelt noch bei Radiolarien und Ciliaten findet, und der massive, den fast alle Ciliaten und Suctorien aufweisen. Die Nebenkerne, welche wahrscheinlich auf die Ciliaten beschränkt bleiben, sind ebenfalls nach diesem Typus gebaut. Die Kerntheilungsvorgänge beruhen meist darauf, dass

¹ Wie schon erwähnt, macht *Loxodes rostrum* nach BÜTSCHLI eine Ausnahme. Bei *Opalina* ist auch keine Kernverschmelzung bekannt geworden, aber auch noch keine Halbirtung.

die im Ruhezustand in Körnchen angeordnete Chromatinmasse zuerst in eine Form gebracht wird, welche eine genaue Halbiring derselben mittels einfacher Durchschnürung des Kerns im Äquator ermöglicht. Am bekanntesten und klarsten ist dieser Process bei den ciliaten Infusorien, wo sich die chromatische Substanz in gleich lange Fäden anordnet, die bei der Theilung des Kerns in der Mitte durchrissen werden.

Man kann wohl sagen, dass die Kerntheilung bei den Protozoen in viel einfacherer Weise verläuft als bei den Metazoen, wo die Anordnung der chromatischen Substanz auch eine viel complicirtere ist. Der Mechanismus ist da auch ein ganz anderer, denn es handelt sich nicht, wie bei den Protozoen um eine Abspaltung des Kerns in toto, sondern um eine Zerlegung der Kernsubstanzen und ein nachheriges Auseinanderweichen derselben¹. Ich bin aber der Überzeugung, dass sich auch bei den Metazoen Kerne finden lassen, welche nach dem Typus der Protozoennuclei gebaut sind und bei welchen die Theilung in derselben Art verläuft, wie bei jenen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Fig. 1. Lebender Kern von *Platoum stercoreum*; bläschenförmiger Bau.

Fig. 2. Ein Kern derselben Art nach Behandlung mit Alkohol absolutus und Pikrokarmmin.

Fig. 3. Lebender Kern von *Arcella vulgaris*.

Fig. 4. Gefärbter Kern derselben Art (Alkohol, Pikrokarmmin), bei HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12, Immersion.

Fig. 5. Kern von *Amoeba verrucosa* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12, Immersion).

Fig. 6. Ein solcher mit Karmin gefärbt bei derselben Vergrößerung.

Fig. 7. Kerne derselben Art. *a*, mit sich spaltendem Nucleolus; *b*, mit vier Kernkörperchen.

Fig. 8. Lebender Kern von *Euglypha alveolata* mit einem hellen Fleck im Centrum.

Fig. 9. Gefärbter Kern von *Diffugia spiralis* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 9).

Fig. 10. Lebender Kern derselben Art, bei der gleichen Vergrößerung.

Fig. 11. Lebender Kern einer *Diffugia* mit eigenthümlicher Differenzirung des Inhaltes (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12, Immersion).

Fig. 12. *a*, ein Kern von *Amoeba proteus* im frischen Zustand; *b*, ein solcher nach der Färbung mit Pikrokarmmin; *M*, die Kernmembran.

Fig. 13. Gefärbter Kern einer *Rotalia* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 7).

Fig. 14. Kern von *Actinophrys sol*, gefärbt (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12, Imm.).

¹ Vgl. die mittlerweile erschienene Schrift von W. Roux, »Über die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren. Leipzig 1883.«

Fig. 45. Ein Kern von *Actinosphaerium Eichhornii*.

Fig. 46. Gefärbter Kern einer *Oxytricha* mit Nebenkern; man bemerkt im Inneren die Chromatinkörner von hellen Höfen umgeben (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12, Immersion).

Fig. 47. Kern und Nebenkern einer nicht näher bestimmten *Trachelius*art. Der Kern zeigt den bläschenförmigen Bau (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 9).

Fig. 48. Lebender Kern und Nebenkern (?) von *Vorticella spec.* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 12, Immersion).

Fig. 49. Ein *Paramaecium putrinum* nach aufgehobener Konjugation, mit Pikrokarmin gefärbt (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 7).

Fig. 20 a und b. Zwei Stadien der Theilung von *Euplotes* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 7).

Fig. 24. *Epistylis* in Theilung (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 7).

Tafel IX.

Alle Figuren auf dieser Tafel sind mit dem Zeichenapparat nach Kanadabalsam-Präparaten entworfen, welche mit absolutem Alkohol und mit Pikrokarmin behandelt worden waren.

Fig. 22—25. *Choenia teres* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 9). Auf Fig. 22 treten die dunklen Körnchen wenig hervor; auf Fig. 23 ist ein *Euplotes* (*E*), so wie er auf dem Präparat liegt, mit abgebildet, um zu zeigen, dass dessen Kern denselben Färbungsgrad hat wie die daneben liegende *Choenia*. In Fig. 24 sieht man die winzigen rothen Pünktchen deutlich und in Fig. 25 sind die Chromatinkörner etwas größer und das Protoplasma hell.

Fig. 26—28. *Trachelocerca phoenicopterus* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 7). Fig. 26 zeigt die gewöhnliche Anordnung der Nucleinkörner zu Gruppen; in Fig. 27 beginnen dieselben zu wuchern und die Gruppen sich aufzulösen; in Fig. 28 erfüllen sie einen großen Theil des Infusoriums. Ein zufällig mit gefärbter *Euplotes* (*E*) zeigt, dass sein Kern dieselbe Färbung hat wie jene Körnchen.

Fig. 29 und 30. Exemplare von *Oxytricha flava* (HARTNACK, Oc. 3, Obj. 9). Das eine mit regelmäßigen, das andere mit sehr zahlreichen unregelmäßigen Nucleinbrocken.

Fig. 34—37. *Oxytricha scutellum*.

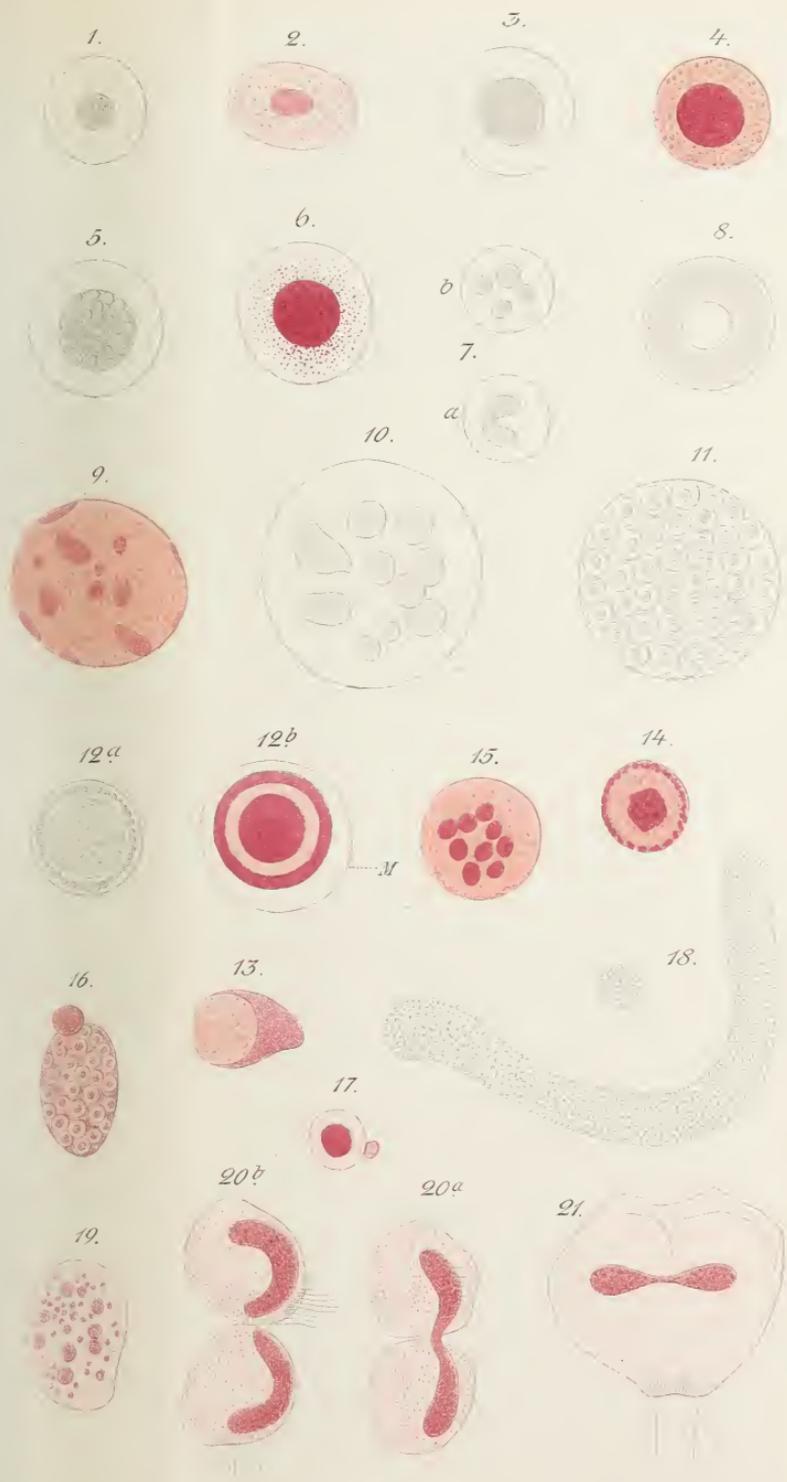
Fig. 34. Kleines Exemplar mit wenig zahlreichen Nucleinkörnern.

Fig. 32. Größeres Exemplar mit sehr vielen solchen Körnern.

Fig. 33. Eine *Oxytricha* mit theilweise ganz winzigen Nucleinbrocken.

Fig. 34. Eine solche mit sehr regelmäßigen Kernkugelchen.

Fig. 35—37. Theilungsstadien der *Oxytricha scutellum*; die zahlreichen Kernbestandtheile waren zu einer Masse verschmolzen, welche halbirt wurde und deren Hälften sich wiederholt theilen, ehe noch die beiden Hälften des Infusoriums sich getrennt haben.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Gruber August

Artikel/Article: [Über Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. 121-153](#)