

# Die Amoebocyten von Lumbricus.

Ein Beitrag zur Naturgeschichte der cellulären Centren.

(Mit drei Tafeln und 30 Textfiguren.)

Von

H. Joseph, Wien.

## Einleitung.

Einige Resultate der im Folgenden geschilderten Untersuchungen wurden bereits vor einer Reihe von Jahren (1901) in einem Vortrage von mir mitgeteilt. Doch will ich gleich hier bemerken, daß ich diesmal gegenüber der erwähnten vorläufigen Mitteilung auf Grund neuerdings gemachter eigener und fremder Erfahrungen und Deutungen in manchen Fragen einen etwas veränderten Standpunkt werde einnehmen müssen. Meine ersten und wie ich auch sagen kann, weiterhin für mich maßgebenden Beobachtungen habe ich an einem Lumbricusmaterial gemacht, das, obwohl quantitativ spärlich, mir eine erstaunliche Fülle der interessantesten und klarsten histologischen Bilder lieferte; so gaben mir die betreffenden Präparate den ersten Anlaß zur Untersuchung der Neuroglia bei Anneliden und zur Feststellung der in der Wirbeltierhistologie bereits scharf erkannten „Gliafaser“ als spezifisches Element dieses Gewebes auch bei den Wirbellosen, leisteten mir bei meinen Studien über Flimmerzellen wertvolle Dienste u. a. Was die Spezies der vorliegenden Regenwurmform betrifft, so kann ich heute leider nur feststellen, daß sie dem Genus Lumbricus angehörte. Ich habe das Material im Jahre 1898 in Prag in Sublimatkochsalzlösung konserviert. Seither war ich mehrfach bemüht, ein gleich oder ähnlich günstiges Objekt unter den einheimischen Lumbriciden zu finden, doch ist mir dies nur insofern gelungen, als ich manches Detail, das ich in den alten Präparaten auffand, gerade noch wiederfinden und bestätigen konnte, niemals aber begegneten mir trotz zahlreichster Versuche unter den neuen Präparaten solche, die eine ebenso günstige histologische Beschaffenheit gezeigt hätten, als dies bezüglich der älteren der

Fall war. Deshalb wird sich meine Beschreibung in erster Linie auf die letzteren beziehen und nur vergleichsweise und zur Bestätigung auf die anderen Rücksicht nehmen. Ich hätte vielleicht mit der definitiven Publikation mit Rücksicht auf den Wunsch nach reichlicherem Material noch länger gezögert, wenn das vor einigen Monaten erschienene Werk M. HEIDENHAIN'S „Plasma und Zelle“ mit seiner gründlichen Durcharbeitung des Kapitels „Zentralkörper“ und mit seinen darin ausgesprochenen allgemeinen Anschauungen mich nicht veranlaßt hätte, auch meinerseits in Bezug auf dieses wichtige Thema der Cytologie Stellung zu nehmen. Meine Befunde an den Zentralkörpern der Regenwurmamoebocyten schienen mir aber eine solche Stellungnahme zu erfordern.

Es lag ursprünglich in meiner Absicht, den gesamten zelligen Inhalt der Leibeshöhle, der ja schon von vielen Forschern nach verschiedenen Richtungen hin untersucht worden war, einer genaueren Darstellung zu unterwerfen, zumal mir schon bei meinen ersten orientierenden Untersuchungen Einiges aufgefallen war, was mit dem in der Literatur Enthaltene nicht stimmen wollte. In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich auch auf das Erscheinen einer derartigen ausführlichen Publikation hingewiesen. Doch haben mich im weiteren Verlaufe meiner Bestrebungen in dieser Richtung die feinen Bauverhältnisse der „Amoebocyten“ (ROSA) in so außerordentlichem Maße gefesselt, daß ich alsbald beschloß, mich wenigstens vorläufig an diesen interessanten Zelltypus zu halten. Dazu kam der alsbald eingesehene Umstand, daß eine Gesamtdarstellung des zelligen Leibeshöhleninhaltes, sollte sie ausführlich und erschöpfend sein, sehr ausgedehnte systematische, morphologische und physiologische Untersuchungen erfordert hätte, für welche die näheren Umstände, namentlich auch mehrere andere gleichzeitig im Gange befindliche Untersuchungen, nicht günstig waren. Da mich im Verlaufe meiner Untersuchungen, wie gesagt, in erster Linie rein cytologische Probleme interessierten, lag es auch weniger in meinem Plane, eine Gesamtnaturgeschichte der Amoebocyten zu liefern.

Die Strukturen, die mich beschäftigten, sind derartige, daß man sie am lebenden Objekte und am Totopräparate kaum wahrnehmen, geschweige denn genauer analysieren kann, und so kommt es, daß ich in meiner Darstellung auf die Resultate dieser letzteren, freilich von mir nicht unterlassenen Untersuchungsmethoden verzichtete, da dieselben die an Schnitten gewonnenen Erfahrungen in keiner Weise zu ergänzen oder richtig zu stellen vermochten. Wir

sind ja in bezug auf feinste Strukturstudien noch immer auf die Schnittmethoden angewiesen, besonders wenn es sich, wie in meinem Falle, um ziemlich große, kugelige Zellgebilde handelt. Eines sei jedoch bezüglich der Technik hervorgehoben. Es wird mir mit der Zeit immer klarer, daß die ausschließliche Verwendung der Paraffinmethode mit ihren hohen Wärmegraden, denen sie die Objekte aussetzt, einen Schaden für die cytologische Untersuchung bedeutet, und ich bin daher in letzter Zeit immer bestrebt gewesen, mich der schonenden, freilich bedeutend umständlicheren und schwierigeren Zelloidineinbettung auch für Schnitte von nur wenigen  $\mu$  Dicke, wenigstens zur Kontrolle zu bedienen, und bin mit diesem Verfahren bei verschiedenen Gelegenheiten (so auch bei der Untersuchung von Protozoen) sehr zufrieden gewesen. Zur Färbung meiner Schnittpräparate wurde fast ausschließlich M. HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylinverfahren in Verbindung mit Bordeaux oder Orange angewandt.

Anhangsweise soll einiger gelegentlicher Beobachtungen gedacht werden, die mir, ohne daß ich auf die Amöbocyten direkt Bezug nehme, interessant genug erscheinen, mit Rücksicht auf einige Angaben meiner Vorgänger mitgeteilt zu werden; dieselben beziehen sich auf die Schicksale der abgelösten und im Coelom flottierenden Chloragogenzellen.

Auf Grund der ausgezeichneten Untersuchungen ROSAS, deren Resultate wohl heute allgemeine Geltung beanspruchen dürfen, können wir bei den Lumbriciden folgende Typen von Lymphocyten des Coeloms unterscheiden:

1. *Linfociti mucosi* (Mucocyten),
2. *Linfociti oleosi* (Eleocyten),
3. *Linfociti ameboidi* (Amöbocyten),
4. *Linfociti vacuolari*.

Von diesen 4 Formen kommen dem Genus Lumbricus nur die „Amöbocyten“ und die „vakuolären Lymphocyten“ zu.

Es erscheint mir sehr bemerkenswert und auffallend, daß ROSA sowie alle anderen früheren Autoren über das Vorhandensein von Zentralkörpern, Sphären etc. in den Lymphocyten nur spärliche oder keine Angaben machen, während mir diese Strukturen gleich bei meinen ersten Untersuchungen als sehr auffallende und schon mit schwachen Linsen nachweisbare Gebilde entgegentraten. Bei ROSA finden wir gelegentlich der Besprechung der „vakuolären Lymphocyten“ die Erwähnung und Abbildung einer sternförmigen zentralen Plasmaverdichtung, die nach seiner Ansicht vielleicht ein Centrosoma enthalten könnte. Ausführlicher beschreibt er

„Centrosphären“ in den Eleocyten von *Allolobophora foetida*. Diese Beschreibung mag, da wir uns gelegentlich auf dieselbe beziehen werden, hier kurz wiedergegeben sein.

ROSA fand in den Eleocyten zentral gelegen einen scharf begrenzten kugeligen Körper ohne jede radiäre Struktur und durchaus homogen gefärbt, ähnlich dem Chromatin. Der Durchmesser beträgt ungefähr 1  $\mu$ . Er nennt dieses Gebilde „Centrosfera“. Doppelte Centrosphären sah er nie (gegen BÜRGER, der solche in den Zellen des Rhynchocoeloms einer *Nemertine* fand). Um die Centrosfera zeichnet ROSA eine „Attraktionssphäre“ mit radiären Fäden, die vom Rande der „Centrosfera“ bis zur Oberfläche der Zelle zu verfolgen sind. Exzentrisch im Zelleib, gewöhnlich um den Durchmesser einer „Centrosfera“ von dieser entfernt, liegt der Kern.

Als besonders bemerkenswert hebt ROSA hervor, daß er in den Amöbocyten keine Zentralkörper gefunden habe, während ich dem gegenüberstellen kann, daß ich solche, wenn auch nicht immer in jener noch zu schildernden bedeutenden Größe und schönen Ausbildung, bei allen darauf untersuchten Lumbriciden feststellen konnte. Nur bei den vakuolären Lymphocyten erwähnt ROSA einer zentralen Plasmaverdichtung, in der vielleicht ein Centrosoma enthalten sein könne.

Sonst kann ich in der Literatur über Anneliden-Lymphocyten vor meiner zitierten vorläufigen Mitteilung keine Angabe über Zentralkörper finden.

K. C. SCHNEIDER in seinem 1902 erschienenen Lehrbuch der vergleichenden Histologie gedenkt derselben kurz und ohne Beigabe einer Abbildung; in seinem neuen „Histologischen Praktikum“ befindet sich eine von mir nach meinem Präparat angefertigte Figur, die manches von dem zeigt, was Gegenstand meiner heutigen Betrachtung ist. (Dieselbe ist nach meiner Fig. 4 auf Tafel I kopiert.)

### Eigene Befunde.

Der Regenwurm, der das Hauptmaterial für meine Untersuchungen darbot, zeigte einige Erscheinungen, deren Erwähnung vielleicht nicht überflüssig ist. Erstens enthielt er in seinem Coelom ausschließlich nur solche Lymphocyten, welche dem Typus der Amöbocyten (ROSA) eingereiht werden konnten. Die in anderen *Lumbricus* ungemein häufigen vakuolären Lymphocyten fehlten scheinbar vollständig. Freilich konnte ich unter den beobachteten Amöbocyten nach Größe, Inhalt, Pseudopodienbeschaffenheit, Kern- und Zentralkörperverhältnissen ein paar ziemlich scharf

charakterisierte Typen unterscheiden, wovon noch die Rede sein soll. Im Gegensatze zu den bisherigen Schilderungen, namentlich zu denen von ROSA, gab es sehr zahlreiche Amöbocyten mit mehreren bis außerordentlich zahlreichen Kernen und dasselbe konnte, wenn auch in bescheidenerem Grade, für die Zentralkörper festgestellt werden. Bezüglich der Menge der Amöbocyten ist es natürlich sehr schwer, auch nur ein annäherndes Urteil abzugeben, da man ja nie weiß, wieviel von dem Leibeshöhleninhalt durch die Rückenporen während der Abtötung ausgestoßen wurde und inwiefern momentane, physiologisch bedingte Differenzen zwischen den einzelnen Körperregionen herrschen, welche die Zahl der vorhandenen Lymphocyten beeinflussen. Doch habe ich den allgemeinen Eindruck, daß in den erwähnten Präparaten (im Vergleich zu zahlreichen anderen Befunden) die Amöbocyten in außerordentlich großer Anzahl vorhanden sind. Gleichzeitig fiel mir auf, daß das Tier in besonders hohem Grade durch Nematoden infiziert war (*Rhabditis*). Letztere fanden sich massenhaft im Lumen der Harnblase, im Epithel der Ampulle des Nephridiums, in der Muskulatur, auch frei im Coelom und selbst in der Epidermis, in welcher sie weitgehende Zerstörungen hervorgerufen hatten. An solchen Stellen, wo die Nematoden im Gewebe lagen, waren meist zahlreiche Amöbocyten angehäuft, desgleichen waren, wie dies ja schon früher vielfach geschildert wurde, die im Coelom befindlichen Parasiten durch dichte Schichten von Amöbocyten eingekapselt. Vielleicht besteht zwischen der Infektion und den Amöbocyten eine Beziehung, die sich nicht nur in deren Menge kundgibt, sondern auch das häufige Vorkommen von sonst nicht oder selten beobachteten Formen (polynukleäre Zellen, Riesenformen, Mitosen etc.) verursacht.

Noch eines allgemein beobachteten Umstandes sei hier gedacht. An den wohl mehreren Tausenden von Amöbocyten, die ich in Augenschein nahm, konnte ich nur in einer verschwindend geringen Zahl von Fällen Phagocytose feststellen. Ich betone dies weniger mit Rücksicht auf etwaige Fremdkörper, da solche mit Ausnahme der zu einer echten Phagocytose wegen ihrer Größe nicht geeigneten Nematoden und einiger undefinierbarer Gebilde nicht vorhanden waren, als vielmehr mit Rücksicht auf jene, vom Regenwurmkörper selbst erzeugten korpuskulären Elemente, die nach den Angaben mancher Autoren Gegenstand der Phagocytose seitens der Lymphocyten sein sollen. Dahin gehören die Granula der Chloragogenzellen und die den peritonealen Endothelien und den Bindegewebszellen

entstammenden Bakterioide (Kristalloide). Ganz ausnahmsweise fand ich hie und da ein von einem Amöbocyten aufgenommenes Kristalloid, obwohl deren frei im Coelom zahlreiche vorhanden waren, ebenso selten konnte ich Chloragogenkörnchen nachweisen, obwohl die in situ befindlichen Chloragogenzellen selbst, sowie die noch zu besprechenden abgelösten Zellen dieser Art dicht damit erfüllt waren. Freilich werde ich zu schildern haben, daß die Granula der abgelösten Chloragogenzellen ganz bestimmte Veränderungen durchmachen, während deren sie ihre spezifische Beschaffenheit verlieren und das Aussehen gewöhnlicher Plasma-Granulationen annehmen. Ob nun nicht ein Teil jener kleinsten Körperchen, die man auf den ersten Blick für echte Plasma-Granulationen der Amöbocyten halten möchte, mit jenen veränderten Chloragogenkörnchen identisch ist, ist eine Frage, die zu entscheiden ich mich nicht getraue, zumal ich über das endliche Schicksal der abgelösten Chloragogenzellen nichts auszusagen weiß. (Bilder, die auf eine Auflösung der letzteren oder einen verwandten Vorgang schließen lassen könnten, sind mir nicht begegnet.) Andererseits erscheint mir bei der sonstigen geringen Neigung der Amöbocyten zur Phagocytose auch in diesem Falle eine solche Annahme ziemlich unwahrscheinlich.

Wie bereits erwähnt, muß ich, wenn ich die Einteilung ROSAS zugrunde lege, die von mir beobachteten Zellen dem Typus seiner Linfociti ameboidi oder Amöbocyten zurechnen, wobei ich mich aber veranlaßt sehe, zufolge der recht beträchtlichen Differenzen im Bau der einzelnen Zellen, eine Anzahl von Klassen zu unterscheiden, die ich freilich nicht scharf gegen einander abgrenzen kann und die man vielleicht alle, vielleicht aber auch nur zum Teil, als Entwicklungsstadien eines und desselben Zellstammes auffassen kann. Es werden sich im Verlaufe der Schilderung zugunsten dieser Annahme einige Umstände anführen lassen.

Da ich aber vor allem die Verhältnisse der Zentralgebilde darstellen will, werde ich auf die ausdrückliche und gesonderte Schilderung der von mir unterschiedenen Zelltypen vorläufig verzichten und das diesbezüglich Nötige bei passender Gelegenheit einfügen. Hier will ich jetzt zuerst jenen Zelltypus mit seinen nächsten Varianten schildern, der mir in bezug auf die Zentralgebilde die meisten Ergebnisse und die deutlichsten Bilder geliefert hat. Diese Form (im weitesten Sinne gefaßt) ist auf den Tafeln repräsentiert durch die Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 72, 73, 74, 78, 79, 81, 82, 84, 85, 86, 89, 96 und 98 und soll vorläufig als Typus I bezeichnet werden.

Der mittlere Durchmesser dieser Zellen schwankt ungefähr zwischen 20—25  $\mu$ , soweit der ungefähr kugelige Zellkörper ohne Rücksicht auf die Pseudopodien in Betracht kommt. Von dem runden Plasmakörper gehen in der Regel allseitig bald breit lappige, bald etwas schlankere Pseudopodien ab, deren Plasma sich von dem zentralen höchstens durch etwas geringeren Körnchenreichtum unterscheidet, in einzelnen Fällen aber auch durch besondere Homogenität auffällt, wodurch es dann einen sehr amöbenähnlichen Eindruck hervorruft. Eine diese Erscheinung darbietende Zelle ist die in Fig. 8 gezeichnete, die aber nicht dem hier in Rede stehenden, sondern erst einem später erwähnten Typus angehört. Das Plasma erscheint mit ziemlich dicht gedrängten kleinen Granulis erfüllt. Die Kerne sind in Ein- bis Mehrzahl vorhanden und nehmen in der Regel eine periphere, oft ganz oberflächliche Lage ein. In weitaus der größten Anzahl der Fälle ist der Kern gegen das Zentrum der Zelle hin nierenförmig eingebuchtet (Fig. 1, 2, 6, 12, 84, 96 u. a.). Von der Struktur der Kerne ist nichts zu berichten, was für unsere Zwecke von Belang wäre. Zwischen der Anzahl der Kerne und der Größe der ganzen Zelle besteht eine, wenn auch nicht zahlenmäßig ausdrückbare Relation, indem größere Zellen in der Regel zahlreichere Kerne aufhalten. Infolge der beträchtlichen Größe der Zellen ist es fast immer notwendig, eine und dieselbe Zelle auf einer Anzahl von Schnitten zu verfolgen, um über deren Kernanzahl ins Klare zu kommen. Es zeigt sich dabei, wie leicht zu erwarten, daß eine viel größere Menge von Zellen polynukleär ist, als dies auf den ersten Anblick eines einzelnen Schnittes den Anschein hat. Wie wir später sehen werden, gehen Hand in Hand mit einer größeren Kernzahl andere Abweichungen vom Bau des einfachen mononukleären Typus, die sich vor allem auf die Zentralgebilde beziehen. Als Maximalzahl der Kerne in solchen noch nicht wesentlich abweichend gebauten Amöbocyten kann ich ungefähr 3—6 angeben.

Von den abgebildeten Zellen konnte ich auf Grund der Durchmusterung der Schnittserie beispielsweise feststellen, daß Fig. 1 eine wirklich mononukleäre Form sei, Fig. 3 enthielt zumindest 5 (wahrscheinlich aber 6 Kerne), Fig. 12 mindestens 4 Kerne. Mehr wie 6 Kerne konnte ich in keinem Falle zählen, ohne daß nicht auch schon der Verdacht auf nicht ganz einfache Zentralkörper vorhanden gewesen wäre, und zwar auf Grund identischer Beobachtungen und Erwägungen, wie ich sie weiter unten bei Besprechung der Riesenzellen äußern werde.

Einen Zusammenhang mehrerer Kerne untereinander, resp. gelappte oder eingeschnittene Kerne, wie man sie etwa in gewissen Lymphzellen und Riesenzellen höherer Tiere findet, sah ich nie (es sei denn, daß man sehr tiefgehende (Fig. 6, Textfigur 24) oder mehrfache Einbuchtungen (Fig. 12) in einer solchen Weise deuten wollte), so daß für eine Entstehung der Vielkernigkeit durch Amitose, so weit meine Erfahrung reicht, nicht viel angeführt werden kann. Ebenso wenig aber konnte ich an den Kernen des in Rede stehenden Zelltypus Strukturen finden, die auf den Ablauf oder die Vorbereitung einer Karyokinese hinweisen, wofür übrigens auch das Verhalten der Zentralkörper keinerlei Anhaltspunkte ergab. Es muß also die leicht sich ergebende Frage nach der Entstehung der Vielkernigkeit vorläufig unerledigt bleiben, wenngleich der Amitose doch eine größere Wahrscheinlichkeit — freilich mehr *per exclusionem* — zugesprochen werden muß.

Am meisten Interesse gebührt dem Zentralgebilde dieser Zellen. Ich werde mich in der Schilderung meiner Befunde auf diesem Gebiete nach Tunlichkeit jeder scharfen nomenklatorischen Äußerung wenigstens vorläufig enthalten, was mir durch die vielfachen Differenzen in der Literatur und durch die Neuheit einiger meiner Einzeltatsachen geboten erscheint. Erst in einem späteren Abschnitte sollen meine Befunde mit anderen verglichen und eine begriffliche Feststellung versucht werden.

Die Zentralgebilde der typischen Zellform mit einem oder nur wenigen Kernen finden sich in Einzahl ungefähr im Zentrum der Plasmamasse. Die Auffindung dieser ungemein auffälligen Strukturen verursachte bei mir zunächst einen Irrtum, der, obwohl anfangs begreiflich, sich aber sofort mit Leichtigkeit als solcher nachweisen ließ. Ich glaubte Kerne vor mir zu sehen, und zwar war es nicht allein die außerordentliche Größe, sondern auch die Struktur, die dies veranlaßten. Man wird nicht in Abrede stellen, daß Bilder, wie Fig. 5 oder noch mehr Fig. 8, einen solchen Irrtum rechtfertigen. Der Zentralkörper, wie ich ihn unpräjudizierlich nennen will, ist meist ein vollkommen kugeliges Gebilde von (in diesen Zellen) 1·5—2·5  $\mu$  Durchmesser.

Die Größe des Gebildes schwankt innerhalb dieser Grenzen ungefähr entsprechend der Zellgröße. In ganz seltenen Fällen fand ich Größen, die über die angegebenen Maße weit hinausgingen; so zeigt Fig. 12 einen Zentralkörper, der im längsten Durchmesser fast 4  $\mu$  hatte, Fig. 32 maß 4  $\mu$  oder sogar ein wenig darüber. Die Fig. 21—24 zeigen die normalerweise anzutreffenden Größen

(zwischen 1.75 und 2  $\mu$ ). Die Form ist gewöhnlich kugelförmig, manchmal ellipsoidisch verzogen (Fig. 12 und 32), in diesem Falle vielleicht als Vorstadium für eine Zerschnürung in zwei oder mehr Körperchen aufzufassen (vgl. Fig. 25, 26, 27, 31, 33, 72, 74, 78, 79 u. a.). Der Außenkontur ist meist glatt. Abweichungen von der kugelförmigen oder ellipsoidischen Form kommen gelegentlich doch nicht allzu häufig vor, wie dies Fig. 13 (einem etwas abweichenden Zelltypus angehörig) zeigt. Dabei kann man die Vermutung nicht unterdrücken, ob es sich in solchen Fällen angesichts der überwiegenden Mehrheit glatt konturierter Körper nicht um eine artefizielle Deformation, hervorgerufen durch Konservierung, Einbettung oder Schnitttechnik, handelt.

Der Außenkontur wird von einer deutlich färbbaren Membran gebildet, die auch bei Anwendung stärkster Linsenkombinationen keinerlei Durchbrechung erkennen oder erschließen läßt. Diese Konstatierung erscheint mir deswegen von Wichtigkeit, weil man sonst leicht glauben könnte, daß die Zentralgebilde, die ich hier schildere, den Bau einer vielfach durchbrochenen Gitterkugel haben, was für die vergleichende Betrachtung von Wichtigkeit sein wird. Das Innere des Körperchens erscheint je nach dem Extraktionsgrad des Präparates (HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin) blasser oder tiefer grau gefärbt und enthält ein überaus deutliches und verschieden reich entwickeltes Gerüst, das je nach dem Extraktionsgrad des Präparates aus dickeren oder zarteren Balken zusammengesetzt erscheint. Im allgemeinen kann man sagen, daß, je kleiner ein solcher Zentralkörper ist, desto geringer das Gitter ausgebildet erscheint. Die Fig. 28, 29 und 30 (dem Zelltypus der Fig. 18, 19 und 95 angehörig) zeigen solche kleinste Formen mit schwach bis gar nicht entwickeltem Gerüst. Die Ähnlichkeit dieses Gerüsts mit einem Kerngerüst ist auffallend und läßt es einigermaßen begreiflich erscheinen, wenn man beim ersten Anblick einer Zelle, deren Kern vom Schnitte nicht getroffen wurde (z. B. Fig. 5, 8, 15, 82, 85, 98), an einen Kern denkt.

Das Gerüst ist wie die Membran stark färbbar (mit Eisenhämatoxylin tiefschwarz, aber auch mit Bordeaux, mit DELAFIELD'Schem Hämatoxylin, wenn auch nicht so scharf darstellbar). Das Netz dieses Gerüsts besteht aus polygonalen Maschen, besonders häufig fielen mir pentagonale Formen auf (Fig. 5, 6, 23, 25, die Photogramme 96 und 98). Der größte Teil des Netzwerkes scheint sich mehr oberflächlich zu befinden und der Membran dicht anzuliegen, doch dürfte auch das Innere der Kugel von einzelnen Balken

durchzogen sein. Diese Frage ist ja bei der Feinheit der Verhältnisse sehr schwer zu entscheiden, doch spricht für ein den Innenraum durchziehendes Balkenwerk unter anderem der Umstand, daß in den seltenen Fällen, in denen ein besonders großer Zentralkörper auf drei oder mehr Schnitten erschien, das Gerüstwerk auch im mittleren Schnitte, dem also das obere und untere Kugelsegment fehlten, zu sehen war. Niemals konnte in dem Zentralkörper eine Struktur erkannt werden, die man als granulär bezeichnen müßte, und die man etwa mit einem Centriol, Diplosom, Centriolenhaufen etc. hätte vergleichen können, wie überhaupt andere geformte Bestandteile, als die zusammenhängenden Gerüstbalken niemals in Erscheinung traten. Der zufälligerweise stärker entfärbte Zentralkörper der Fig. 20, der obendrein auch angeschnitten ist, läßt nur zwei Fragmente von Gerüstbalken, sonst aber in dem homogenen grauen Inhalte nichts anderes erkennen.

In unmittelbarer Umgebung des Zentralkörpers fiel eine Zone von Plasma auf, welche wir wohl, ohne gegen irgendwelche frühere Benennungen zu verstoßen und ohne Sorge vor einem Mißverständnis als Sphäre oder besser als einen Bestandteil derselben bezeichnen dürfen. Der Anblick, den diese Plasmazone bot, war freilich ein nicht immer gleichartiger, doch konnten für den größten Teil dieser Differenzen mit Wahrscheinlichkeit die Ursachen aufgefunden werden. Das am meisten charakteristische, weil häufigste Bild dieser Sphärenzone konnte ich an denjenigen Zellen des in Rede stehenden Typus beobachten, die sich frei in der Leibeshöhle oder auch im Hautmuskelschlauch befanden. Das Plasma dieses Gebildes hob sich von der Umgebung durch dunklere Färbbarkeit (wohl auf größere Dichtigkeit zurückzuführen) und durch ziemlich homogenes Aussehen ab. Das Sphärenplasma stößt dicht ohne jede Unterbrechung an die Oberfläche des Zentralkörpers. Der äußere Kontur der Zone ist nicht immer streng kugelig resp. kreisförmig, sondern zeigt häufig die Neigung zu einer ziemlich unregelmäßig polygonalen Begrenzung (Fig. 3, 5). Bei Betrachtung mit stärkeren Vergrößerungen erkennt man, daß diese Plasmaschicht einen radiären Bau hat, derart, daß es fast den Anschein macht, als sei sie aus lauter senkrecht auf die Oberfläche des Zentralkörpers gestellten und dicht aneinander gedrängten homogenen Stäbchen zusammengesetzt. Ich erkläre mir diese Erscheinung damit, daß ich sie auf die Radien zurückführe, welche vom Zentralkörper in den Zelleib ausstrahlen und die auch in dem Falle, daß sie selbst durch die

Färbung nicht hervorgehoben sind, ihren Durchtritt durch die Sphäre in der geschilderten Weise markieren. Eine deutliche Beziehung hierauf zeigen die teilweise bei starken Vergrößerungen gezeichneten Fig. 5, 12, 13, 15, 25, 33, auch Fig. 40, wobei aber zu bemerken ist, daß hier noch eine andere Erscheinung mit in Betracht kommt, die weiter unten geschildert werden wird.

Sehr häufig, wie dies eine Anzahl Figuren zeigen, ist diese Plasmazone die einzige, die man als Sphäre ansprechen kann (Fig. 3, 6, 12 u. a.). Doch kommen in sehr verschiedenem Grade noch Erscheinungen zur Beobachtung, die auf eine Zusammensetzung des als Sphäre zu bezeichnenden Gebietes aus zwei Schichten hinweisen. Hier spielt in erster Linie das Vorhandensein von größeren Granulationen und fädigen Bildungen eine Rolle. Die fädigen Bildungen will ich, basierend auf bereits vorhandenen Besreibungen in der Literatur als Pseudochromosomen (M. HEIDENHAIN) bezeichnen. Sie werden noch eine besondere Besprechung erfahren. Freilich muß ich gleich einschränkend bemerken, daß die Abgrenzung einer solchen zweiten, äußeren Sphärenzone dem hier in Diskussion stehenden Zelltypus I nicht oder in nicht gar deutlicher Ausbildung zukommt und ich verweise aus diesem Grunde jetzt bloß auf ein paar Abbildungen anderer Zelltypen, welche diese Komplikation der Sphäre zeigen (Fig. 7, 13, 15, 76, 78, 93).

Betreffend die Figuren 1 und 2 möchte ich nur noch bemerken, daß in diesen Zellen eine etwas größere sphärenartige Bildung zu bemerken ist, die von Radien durchsetzt an ihrer Oberfläche eine Begrenzung durch gröbere Granula zeigt, aber weder eine Gliederung in zwei Zonen, noch vor allem jene Differenzierung unmittelbar um den Zentralkörper aufweist, die wir oben geschildert haben und die am deutlichsten und übersichtlichsten etwa in Fig. 6 und 12 zum Ausdruck kommt. Die Bilder wie Fig. 1 und 2 erinnern dann in mehr als einer Hinsicht an die von HEIDENHAIN gegebenen Leukocytenbilder, beispielsweise von *Salamandra*.

Ein in mehrfacher Hinsicht abweichendes Bild zeigen jene Amöbocyten, die im Innern der Typhlosolis liegen. Fürs erste ist zu bemerken, daß diese Typhlosolisamöbocyten mit ihresgleichen verglichen ein viel einheitlicheres Gepräge zeigen, als die im freien Coelom. Es fehlen die Formen mit zahlreichen Kernen, meist begnügt sich jede Zelle mit einem oder zweien, niemals kommen zwei- oder mehrfache Zentralkörper vor. Die grobe Form ist wohl die gleiche wie die der im freien Coelom gelegenen Zellen, die Färbbarkeit und damit die darstellbaren Strukturen weichen ab

und lassen die Stellung der in der Typhlosolis gelegenen Zellen als eine besondere erscheinen. Es soll damit nicht strikte gesagt sein, daß es sich um eine ganz besondere Art von Zellen handle, doch hat diese Annahme einige wichtige Argumente für sich:

1. Solche Zellen sind ausschließlich auf die Typhlosolis beschränkt und kommen anderswo nicht vor.

2. In der Typhlosolis kommt nur diese einzige Sorte vor, während die vielfachen anderen Formen und Größen, die wir noch kennen lernen werden und von denen ein bloßer Blick auf die Abbildungen einen wenigstens ungefähren Begriff gibt, hier durchwegs fehlen.

3. Besitzen sie einen, höchstens zwei Kerne.

4. Das Zentralgebilde ist immer einfach.

5. Die Radien sind viel intensiver und schärfer färbbar als in anderen Zellen.

Nimmt man dazu, daß die Verhältnisse in der nahezu oder vollkommen gegen das übrige Coelom abgeschlossenen Typhlosolis wohl andere sein mögen als in den übrigen Abschnitten der Leibeshöhle, so mag man sich auch vorstellen können, daß den freien Zellen dieses Raumes mit anderer Funktion auch eine andere Struktur zukommt.

Trotz alledem halte ich eine nahe Verwandtschaft der Typhlosolisamoebocyten mit dem zuerst von mir geschilderten Typus für wahrscheinlich und bin geneigt, die färberischen Unterschiede wenigstens zum Teile auf eine modifizierte Reagentienwirkung zurückzuführen. Was nämlich bei genauer Betrachtung auffällt, ist, daß die Typhlosolisamoebocyten im Vergleich mit denen des Coeloms schlechter konserviert erscheinen; sie sehen mehr oder weniger geschrumpft aus und auch ihre starke Färbbarkeit erscheint verdächtig und erinnert an andere mir untergekommene Beispiele. Will man die Typhlosolisamoebocyten bei Eisenhämatoxylinfärbung entsprechend differenzieren, so muß man die Entfärbung der Schnitte so weit treiben, daß andere Gewebe, so auch die Coelomamoebocyten, schon zu weit entfärbt sind. Hat man letztere jedoch nach Wunsch differenziert, so sind die Amoebocyten der Typhlosolis noch in ein mehr oder weniger dunkles Schwarz getaucht, das feinere Strukturdetails verhüllt. Ich glaube, daß diese von mir angenommene schlechtere Erhaltung sich mit der tiefen Lage des Typhlosolishohlraumes im Zentrum des Körpers, vor allem mit der ungemein dicken Schichte von Chloragogen erklären läßt, die dem Eindringen der fixierenden Agentien Hinder-

nisse entgegengesetzt und es bewirkt, daß dieselben in verdünnter oder sonstwie veränderter Form an die Zellen gelangen.

Ein zur Zufriedenheit differenzierter Amöbocyt aus der Typhlosolis bietet einen Anblick, wie er durch die Fig. 4, 5, 98, dargestellt wird.

Die Größe fast sämtlicher Bestandteile der Zelle (Leib, Kern, Zentralkörper) stimmt mit der am ersten Typus festgestellten genau überein. Die Pseudopodien erscheinen jedoch schlanker, weniger prall, etwas steif, vielleicht geschrumpft.

Das Plasma enthält gröbere, doch spärliche Granulationen. Die der Sphäre entsprechende Zone um den Zentralkörper ist von beträchtlicher Größe, sehr dunkel gefärbt, außen nicht glatt polygonal oder rund konturiert, sondern mit spitzen Zipfeln versehen, welche die aus dem Zentrum herauskommenden Strahlen begleiten, indem sie sich verjüngend zugespitzt aufhören (Fig. 4). Die Strahlen selbst sind intensiv gefärbt, dunkelgrau bis schwarz, lassen sich durch die Sphäre bis gegen oder an den Zentralkörper verfolgen, desgleichen peripher bis an den Außenrand des Zellkörpers und sogar in die schlanken Pseudopodien hinein, eine Erscheinung, die an vieles anknüpft, was sonst von amöboiden Zellen berichtet wurde und hier besser zum Ausdruck kommt als an irgend welchen anderen mir bekannten Beispielen.

Differenziert man die Präparate stärker, so erhält man von der Sphäre Bilder, welche sich schon mehr an die vorher geschilderten (z. B. Fig. 12) anschließen: eine deutlich radiäre Struktur, welche die Beziehung zu den durchtretenden Radien kennzeichnet, dabei jedoch eine relativ größere Breite der Zone und eine etwas zackige unregelmäßige äußere Begrenzung. Wie alle Teile der Zelle, zeigt auch der Zentralkörper der Typhlosolisamöbocyten ein konstanteres Verhalten als in den Coelomamöbocyten, sowohl was Größe als was Struktur betrifft. Daß ich niemals Vervielfachungs- oder Knospungserscheinungen hier beobachtet habe, während dies im Coelom zu den häufigsten Erscheinungen gehört, sei nochmals betont. Das Gerüst des Zentralkörpers zeigt relativ häufig die aus fünf zusammenstoßenden Balken gebildeten Maschen (Fig. 5, dieselbe Zelle photographiert und bei ganz starker Vergrößerung dargestellt in Fig. 98). Auch Fig. 84, die einen dem Chloragogen aufsitzenden Typhlosolisamöbocyt zeigt, läßt die meisten geschilderten Details gut erkennen. Von den Kernen will ich nur erwähnen, daß sie häufig Zeichen von nicht ganz tadelloser Erhaltung aufweisen (sehr unregelmäßiger knitteriger Kontur), Retraktion vom Plasma,

intensive Schwarzfärbung, die der Extraktion lange widersteht. Die sogenannten Pseudochromosomen kommen in den Typhlosolis-amöbocyten auch nicht in den geringsten Spuren vor.

Diese Zellen sitzen entweder auf der den Innenraum der Typhlosolis auskleidenden Chloragogenschichte (Fig. 84) oder flottieren frei in dem offenbar dünnflüssigen Inhalt der Darmfalte. Jedenfalls deutet der ausschließlich an dieser Stelle erfolgende Befund dieser Zellen und der Mangel jeglicher anderer Zellformen darauf hin, daß die Typhlosolishöhle, obwohl offenbar ein Coelomderivat, gegen das freie Coelom wenigstens in der Art geschlossen ist, daß ein Austausch von freien Zellen unmöglich wird.

Ein zweiter Typus von Zellen, dessen ganz scharfe Trennung von dem ersten ich jedoch nicht verantworten will, ist durch die Fig. 7, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 78, 80, 92, 93, 94 vertreten. Meist sind diese Zellen kleiner als die ersteren (Zelleibdurchmesser ca. 15—20  $\mu$ ), weniger formbeständig und daher häufiger von der kugeligen Grundgestalt abweichend und leicht geneigt, lange, schlanke Pseudopodien auszusenden. Doch möchte ich auf Größe und äußere Form weniger Gewicht legen als auf den histologischen Charakter, wenn man auch diesen mit dem des ersten Typus graduell in Beziehung bringen kann. Im allgemeinen sind die Kerne hier kleiner und häufiger von runder und elliptischer als von nierenförmiger Gestalt, infolge der meist geringeren Zellgröße stehen sie gewöhnlich näher am Zentrum und stoßen sogar auch an die Sphäre an. Der Zentralkörper ist gleichfalls in diesen Zellen kleiner (nur etwa 1—1.5  $\mu$ ), doch sonst von gleicher Form und Struktur wie im ersten Typus. Die Sphäre oder besser gesagt die zentrale Zone derselben, zeigt ein etwas schwankendes Verhalten. Oft ist sie von derselben Beschaffenheit wie oben geschildert, stellt jedoch nur einen sehr schmalen Saum um den Zentralkörper dar (Fig. 7, 15, 17). Dazu kommt häufig eine zweite äußere Zone (man könnte nach gegebenem Beispiele von einer Rinden- und einer Markzone der Sphäre sprechen), die aus weniger intensiv färbbarem, anscheinend auch lockererem Plasma besteht und auch die radiäre Struktur nicht so deutlich zeigt (Fig. 7, 13, 16). Die Abgrenzung dieser äußeren Schicht gegen das eigentliche Plasma wird nun in einer Weise bezeichnet, die ich als besonderes Spezifikum des jetzt in Diskussion stehenden Zelltypus hinstellen möchte. Es sind intensiv färbbare Fäden, von gleichbleibender Dicke, die im Plasma in sehr verschiedener Menge und Anordnung vorkommen können, das Gebiet der Sphäre aber stets

genauest meiden und sich höchstens tangential der Sphärenoberfläche anlegen. Fig. 7 zeigt ein einfacheres Verhalten. Die Fäden begleiten tangential die Oberfläche der vorhin erwähnten Sphärenrinde und sind je nach Lage im Längs- oder Querschnitte zu sehen. Von Fig. 7 zu Fig. 10 und 76 scheint nur ein kleiner Schritt zu sein, doch spricht das Auftreten von bloß punkt- oder strichelförmigen Gebilden an der Sphärenoberfläche dieser beiden letzteren Zellen dafür, daß man es hier mit körnchenartigen Gebilden zu tun hat. Geht man auf Fig. 1 und 2 (erster Typus) zurück, so scheint es nicht unmöglich, daß die an der Sphärenoberfläche liegenden, ein wenig stärker färbbaren Körnchen etwas mit den geschilderten Elementen zu tun haben, mit einem Worte, wir können den Gedanken nicht von der Hand weisen, es seien die Körnchen und die Fäden an der Sphärenoberfläche verschiedener Zellindividuen identisch. Dabei soll es hier vorläufig unerörtert bleiben, ob die Fäden aus den Körnchen entstehen oder ob der Weg ein umgekehrter ist.

Nach den mir vorliegenden Beobachtungen ist es ganz ausgeschlossen, über die Zahl dieser Fäden irgend welche allgemeingültige Angaben zu machen. Sie scheint ungemein stark zu schwanken. Man vergleiche etwa die Fig. 7 mit der Fig. 20, welche letztere einen ganz außerordentlichen Reichtum an diesen Gebilden aufweist. Diese Zelle ist zweikernig, die Kerne stoßen direkt an einen annähernd runden, fadenfreien Bezirk, die Sphäre, in deren Zentrum man den Zentralkörper erkennt, obwohl er gerade hier infolge der ziemlich weit getriebenen Differenzierung sehr blaß erscheint. Die Fäden verlaufen tangential zur Sphärenoberfläche, um sich weiter außen unregelmäßig gewunden radiär in das Plasma, beziehungsweise in die pseudopodiale Fortsätze desselben zu erstrecken. Neben dieser, einer gewissen Gesetzmäßigkeit nicht entbehrenden Anordnung, die man auch in den Fig. 13 und 15 angedeutet findet, gibt es Zellen, in welchen die Fäden ziemlich regellos durch das Plasma verstreut erscheinen (Fig. 16, 17, 80, 92, 94). Dicht an der Peripherie der Sphäre, vor allem dann, wenn ins eigentliche Plasma wenig oder keine Fäden hineinragen, gewinnt man den Eindruck einer körbchenartigen Umfassung der Sphäre. Doch muß ausdrücklich betont werden, daß Maschenbildungen ebensowenig vorkommen, als überhaupt Verzweigungen der Fäden. Sie verlaufen immer glatt, ohne Verdickungen oder Spaltungen und die Windungen und Überkreuzungen bilden die einzigen Komplikationen, die gelegentlich zu Täuschungen in der angedeuteten Richtung

Anlaß geben könnten. Es wäre übrigens möglich, ohne daß ich mich jedoch strikte davon überzeugen konnte, daß Ringbildungen der Fäden vorkommen.

Da die Fäden oft schleifen- oder bogenförmig verlaufen, unter anderem auch in den Pseudopodien, erhalten die letzteren ein eigentümliches Gepräge; man hat den Eindruck, als ob das Plasma des Pseudopodiums zwischen den beiden Schenkeln einer solchen Schleife blattartig ausgespannt wäre und wird hierdurch an die „*pseudopodii petaloidi*“, welche ROSA in seinen Fig. 13, 14 und 15 abbildet, erinnert. Ich habe für diese Fadenbildungen schon oben den Ausdruck HEIDENHAINs: „Pseudochromosomen“ eingeführt.

Wenn ich an den Sphären dieses Zelltypus einen Aufbau aus zwei Schichten konstatiert habe, so betrifft das zwar eine große Anzahl, doch nicht alle beobachteten Fälle. Wie in den Zellen des ersten Typus kommt es auch hier vor, daß die schmale, dichte, wie aus radiären Stäbchen zusammengesetzte Zone unmittelbar um den Zentralkörper unausgeprägt bleibt (vielleicht ist hieran die Färbung resp. die Extraktion schuld). Dann haben wir eine einheitliche, meist ziemlich große Sphäre vor uns, die in ihrer ganzen Dicke radiär gestreift erscheinen kann (Fig. 14 und 20). Nimmt man hinzu, daß in Fig. 15 die „Markschicht“ sehr dünn, in Fig. 13 sehr blaß gefärbt ist, so liegt es nahe, an ein gelegentliches Unbemerktbleiben oder gänzliche Entfärbung zu denken. Oft kann diese „Gesamtsphäre“ beträchtlich groß sein (Fig. 13, 15, vor allem Fig. 78). Die schwankende Ausbildung und das häufige Fehlen der Markschicht erfährt vielleicht eine weitere wichtige Illustration in jenen Bildern, wo eine Unterbrechung derselben (Textfig. 4) eine Ausbildung nach nur ein paar radiären Richtungen hin (Fig. 78), eine Abhebung von den Zentralkörpern, die vielleicht von einer Zerstörung gefolgt ist (Fig. 40), endlich eine ungleiche Sphärenausbildung an mehreren Zentralkörpern einer und derselben Zelle (Fig. 80) beobachtet wird, Erscheinungen, die noch im Zusammenhange untereinander und mit anderen gewürdigt werden müssen.

Sehr bemerkenswert erscheint mir das Verhalten der Pseudochromosomen während der Karyokinese. Ich habe karyokinetische Teilungen in den Amöbocyten zwar nicht allzu häufig gesehen und muß weiter betonen, daß die Zellen, in welchen ich Teilungsfiguren fand, einem etwas differenten Typus angehörten, doch zeichneten sich dieselben auch in der Regel durch den Besitz der gleichen Fäden aus. Ich will diesen Zelltypus (III) zunächst schildern. Solche Zellen im Ruhezustand stellen die Fig. 10 und 11

dar. Sie gehören zu den kleinsten Zellen des Lumbricuscoeloms (Durchmesser 10—15  $\mu$ ), sind glattrandig und rund, von Pseudopodien ist nichts oder nur wenig zu sehen. Ein Kern befindet sich in peripherer Lage. Ein Zentralkörper von geringerer Größe als in den erst geschilderten Zelltypen (1  $\mu$  oder wenig darüber), in der Mitte, eine Sphäre ist nicht immer deutlich, wenigstens soweit es auf besondere Plasmabeschaffenheit ankommt, ausgeprägt, doch erscheint ein Plasmabezirk um den Zentralkörper durch die Pseudochromosomen oder die ihnen wohl homologen Körnchen oder kurzen Stäbchen abgegrenzt (Fig. 10). Der Reichtum auch dieser Zellen an den Fäden resp. Körnchen ist ein sehr verschiedener, neben solchen, in denen man die betreffenden Gebilde kaum nachweisen kann, finden sich auch solche, die eine ansehnliche Ausbildung der Fäden aufweisen, wenn auch nie in jenem außerordentlichen Maße, wie dies oben geschildert wurde und wovon die Fig. 20 einen Begriff gibt. Die vorliegenden Zellen, die, wie ich nochmals betonen will, relativ häufig Karyokinesen aufweisen, zeigen während dieses Vorganges einige charakteristische Erscheinungen. Ich habe in den Fig. 57—71 eine Anzahl Stadien der Karyokinese dargestellt. Auffallend und überaus regelmäßig ist der Befund einer Vakuole im Plasma, die äußerst selten vermißt wird, und die sich sogar in der ruhenden Zelle (Fig. 10) die Körnchenzone unterbrechend, vorfand. Da ich diese Vakuole nur auf Schnitten sah und sie vollkommen leer fand, bin ich nicht imstande, über ihren mutmaßlichen Inhalt, den sie im Leben besessen haben mag, etwas auszusagen. Doch konnte ich sie als einen fast regelmäßigen Befund nicht mit Stillschweigen übergehen.

Wie in der vorher beschriebenen Zellform ist auch in den kleinen Zellen, von denen hier die Rede ist, die Anzahl der Pseudochromosomen eine sehr wechselnde, so daß man sie das eine Mal in großen Massen, das andere Mal (aber seltener) gar nicht finden kann. Viel kommt hier übrigens auch auf die Färbung an, denn ich sah häufig Zellen, in denen die Pseudochromosomen sehr blaß waren (Fig. 60 und 61, 62). In Fig. 63 und 64 sieht man einen zarten grauen Kranz um die karyokinetische Figur, der wohl auch auf die Pseudochromosomen zu beziehen sein dürfte. Fig. 59 (noch nicht ganz fertiger Mutterstern) zeigt keine Spur davon. Mit dem Stadium der Teilung hängt die Menge der fädigen Bildungen sicher nicht zusammen, denn die Zellen der Fig. 57 und 58, die sich im Knäuelstadium befanden, zeigten erhebliche Mengen derselben, während z. B. die Muttersternzustände ein überaus schwankendes

Verhalten aufweisen. Der Umstand, daß die Begrenzung der Sphäre im Ruhezustand einmal durch intensiver färbbare Körnchen (Fig. 10), einmal durch Fäden erfolgen kann (Fig. 7 und andere), ferner der Umstand, daß in gewissen Zellen zahlreiche Pseudochromosomen körnigen Aufbau zeigen (Textfiguren 21, 22, 23), und daß man oft zwischen Körnchenreihen und Fäden nicht unterscheiden kann, macht es wahrscheinlich, daß nicht nur beiderlei Strukturgebilde identisch sind, sondern daß im Hinblick auf so vieles Übereinstimmende diese Identität im Sinne der Mitochondrienlehre (BENDA, MEVES) aufzufassen ist. Ich habe spezifische Mitochondrienfärbungen nicht angestellt und kann daher nicht sagen, inwieweit die vielfachen Granula, die in dem Zelleib der vielen von mir abgebildeten Zellen sich finden und von denen manche recht auffallend sind, den Mitochondrien zuzuzählen wären. Aus dem jedoch, was ich ohnedies an Beobachtungen beibringen kann, glaube ich getrost die Diagnose auf Mitochondrien resp. Chondromiten stellen zu dürfen. Eine auffallende Übereinstimmung mit Bildungen dieser Art zeigen die Chondromiten der Regenwurmameobocyten während der Vorgänge der Karyokinese. Man vergleiche die Abbildungen, die z. B. MEVES von der Entwicklung der haarförmigen Spermien von *Paladina* gegeben hat, mit der von mir abgebildeten Reihe von Teilungsstadien. Anfangs Anordnung im Plasma mit Vermeidung des Sphärengebietes (Fig. 57), dann regellose Anhäufung rings um die karyokinetische Figur (Fig. 62, 65, 66). Im Stadium der Tochtersterne (Fig. 67) macht sich bereits die Parallelstellung der Fäden zur Spindelachse geltend und in den Endstadien der Teilung (Fig. 69, 70, 71) liegen die Fäden den Verbindungsfasern der Spindel dicht an, wobei man häufig den Eindruck hat, daß sie entweder mit dem hier anscheinend stark ausgebildeten FLEMMINGSchen Zwischenkörperchen verklebt sind (Fig. 70 und 71) oder ein derartiges Gebilde vortäuschen. Bei den ungemein schwankenden Mengenverhältnissen der Pseudochromosomen konnte ich über ihren Verteilungsmodus bei der Karyokinese nichts Definitives ermitteln. Ringbildungen derselben, wie sie von MEVES und anderen geschildert werden, konnte ich nur ausnahmsweise und da nicht sehr verlässlich und zudem nur in ruhenden Zellen (Fig. 20 im rechten unteren Quadranten?) erkennen.

Das Verhalten der Zentralkörper während dieser karyokinetischen Vorgänge ist folgendes: In Fig. 57 sehen wir den Zentralkörper dreilappig, was vielleicht (bei nicht ganz günstiger Schnitführung) einer zweimaligen Zweiteilung entspricht. In Fig. 59

sind an der Spitze der bereits wohl ausgebildeten Spindel Kugeln von immerhin beträchtlicher Größe (wahrscheinlich in Einzahl, vielleicht aber auch in Zweizahl, doch durch Deckung unkenntlich) zu unterscheiden, die an Größe den ruhenden Zentralkörpern (Fig. 10 und 11) nur wenig nachstehen. Fig. 61, welche den einen Spindelpol des Muttersternes in Fig. 60 darstellt, zeigt zwei deutlich gegeneinander abgeplattete Körperchen von abermals geringerer Größe und dasselbe kann man an den meisten übrigen Stadien (Fig. 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70) erkennen. Man erhält hier unbedingt den Eindruck, daß mit der karyokinetischen Teilung eine Verkleinerung und Verdichtung (letztere erschlossen aus der intensiveren Färbbarkeit) der Zentralgebilde stattfindet. Jedenfalls möchte ich schon hier, meinen späteren Ausführungen vorgreifend, der Meinung Ausdruck geben, daß die kleinen Doppelkörnchen an den Spindelpolen dieselben Gebilde sind wie die großen Zentralkörper, die wir in den ruhenden Zellen finden.

Da ich nur in den hier beschriebenen kleinen Zellen Karyokinesen fand und dieselben unter ihnen relativ häufig sind (während sie freilich in der Gesamtzahl der freien Coelomzellen eine verschwindende Minorität ausmachen), neige ich mit CUÉNOT, der ähnliches für *Allolobophora* beschrieben hat, der Ansicht zu, daß wir es hier mit den Jugendstadien der Amoebocyten zu tun haben, die allein der karyokinetischen Vermehrung fähig sind. Vergegenwärtigen wir uns noch einmal das, was ich über die von mir beobachteten Zelltypen bisher gesagt habe, so stellt sich folgende Reihe heraus:

- I. Typus. Beispiel Fig. 1, 2, 3, 6, vielleicht auch die Typhlo-solisamoebocyten (Fig. 4, 5) ein- bis mehrkernig, Größe 20—25  $\mu$ , große Zentralkörper, keine oder wenige Pseudochromosomen.
- II. Typus. Beispiel Fig. 7, 13, 14, 15, meist einkernig, Größe 15—20  $\mu$ , kleinere Zentralkörper, reichliche Pseudochromosomen.
- III. Typus. Beispiel Fig. 10, 11, 57—71, einkernig, Größe 10—15  $\mu$ , noch kleinere Zentralkörper, reichliche Pseudochromosomen.

Nach dieser Zusammenstellung wäre man versucht, sich folgendes Bild vom Entwicklungsgang der Amoebocyten zu entwerfen. Der III. Typus repräsentiert das Jugendstadium. In diesen Zellen mögen die Mitochondria fein verteilt sein und sich erst all-

mählich um die Sphäre ansammeln (Fig. 10), um als Fäden in Erscheinung zu treten (vor allem bei der Karyokinese). Möglicherweise stellen die gelegentlich gefundenen Zellen, von denen ich eine in Fig. 9 dargestellt habe, ein noch früheres Jugendstadium, das von irgend einem unbekanntem Quellgebiet stammt, dar. Diese vielleicht ganz jugendlichen Zellen sind noch kleiner als Typus III (10  $\mu$  im Durchmesser), sind meist erfüllt von größeren Tröpfchen (die keinerlei Ähnlichkeit mit Chlorogogenkörnchen haben) und besitzen einen exzentrisch gelagerten rundlichen Kern, woraus man auf das Vorhandensein eines Zentralgebildes schließen kann, dessen Nachweis jedoch nicht gelang. Nachdem die jugendlichen Zellen des Typus III ihre karyokinetische Teilungsperiode beendet haben, würden sie heranwachsen und sich unter Größenzunahme sämtlicher Bestandteile und unter Beibehaltung der Pseudochromosomen in die Zellen des Typus II verwandeln. Häufig kann man nun weiter bemerken, daß der Reichtum der größeren Zellen dieser Art an Pseudochromosomen geringer ist (Fig. 13, 15), und so ergibt sich ein Übergang zum Typus I, der das vorläufige Ende des Entwicklungsprozesses darstellen würde. Fig. 7 würde in diesem Sinne eine der Vollendung nahestehende Zelle sein: spärliche Reste der Pseudochromosomen dicht um die Sphäre, im übrigen Plasma nichts mehr davon wahrzunehmen. Die Körnchen, welche die Sphäre begrenzen, wären die letzten noch erkennbaren Reste der Pseudochromosomen resp. Mitochondrien. Unaufgeklärt bleibt die Vermehrung der Kerne, für die ich eher Amitose als Mitose anzunehmen geneigt bin. Das Vorhandensein resp. die Nachweisbarkeit der Mitochondrien in den jugendlichen Zuständen würde eine Parallele in derselben Erscheinung bei Geschlechtszellen finden. Eine besonders differenzierte Unterart des Typus I würden die von mir vorläufig Typhlosolis-Amoebocyten genannten Elemente darstellen, die durch ihre Abschließung in der Darmfalte an ihrer weiteren Entwicklung irgendwie gehemmt, auf dem mononukleären und monozentrischen Zustand verharren.

Es wird nun weiter eine nicht uninteressante Aufgabe sein, diejenigen Zellformen zu beschreiben, von denen bisher nicht oder nur andeutungsweise die Rede war, und die ich im großen und ganzen als Weiterbildung der Zellen des Typus I ansehen möchte.

Eine Zellform wäre freilich dabei noch auszunehmen, die relativ häufig vorkommt und durch ihre Gestalt schon auffallen muß. Dieser Typus ist durch die Zeichnungen Fig. 18 und 19 und das Photographum Fig. 95 vertreten. Ich kann mich in der Beschreibung kurz fassen. In der Größe, wenn man von den auffallend entwickelten

Pseudopodien absieht, entsprechen diese Zellen dem Typus III. Auch die Plasmastruktur ist die gleiche. Die Zentralkörper sind ebenso groß oder sogar noch kleiner ( $\frac{1}{2}$  bis höchstens  $1 \mu$ ) als im Typus III. Eine dünne Schichte homogenen, granulafreien Plasmas, durchsetzt von feinen Strahlen, darf man als Sphäre resp. deren Markzone bezeichnen. Der Kern ist in Einzahl vorhanden, liegt peripher und hat die charakteristische Nierenform. Die Pseudopodien sind lang, dünn, gelegentlich dichotomisch gespalten und verleihen der Zelle eine spinnenartige Gestalt, ähnlich einer Gliazelle. Pseudochromosomen sind, wenn vorhanden, nur spärlich. Ich kann über diese Zellen nur Vermutungen äußern. Ihre Größe und Struktur weist auf einen Zusammenhang mit dem Typus III hin. Ob sie aber als ein regelmäßiges Durchgangsstadium zu betrachten sind, oder als eine besonders differenzierte Form, muß offen gelassen werden. Doch wird von diesen Zellen in einem anderen Zusammenhang noch einmal (S. 30) die Rede sein müssen, wobei die Möglichkeit einer anderen genetischen Deutung sich ergeben wird.

Ich will nun die Schilderung jener Verhältnisse anschließen, die ich schon im Vorhergehenden durch die Tatsache der Vermehrung der Kerne und der Zentralgebilde gekennzeichnet habe und die ich wegen des dabei unter anderem vorkommenden, jedoch durchaus nicht ausschließlichen Auftretens von exquisit großen Zellelementen als Riesenzellenbildung bezeichnen möchte. Ich wähle diesen Ausdruck freilich weniger mit Rücksicht auf die Größe der Objekte, als im Hinblick auf ihren inneren Bau, der dem der Riesenzellen der Wirbeltiere, wie wir ihn namentlich durch M. HEIDENHAIN kennen gelernt haben, vielfach Analogien bietet.

Wenn ich oben bezüglich der Riesenzellbildung die Anspielung gemacht habe, daß wir hierin eine Weiterdifferenzierung der Zellen des Typus I zu erblicken haben, so muß ich diesbezüglich gleich eine Einschränkung vornehmen. Vermehrung der Kerne und Zentralgebilde beobachtet man gelegentlich auch schon in Zellen, die kraft ihrer histologischen Beschaffenheit dem Typus II noch nahe stehen, doch sind diese Vorkommnisse recht selten. Die Fig. 76 und 80 gehören in diese Kategorie.

Daß ich über die Vermehrung der Kerne bedauerlicherweise nichts in Erfahrung bringen konnte, habe ich betont, sowie daß mir die Annahme einer direkten Kernfragmentierung aus den Bildern noch am ehesten hervorzugehen scheint. Besonders möchte ich hier auf die etwas stärkere Lappung gewisser Kerne in Textfigur 24 und 25 verweisen.

Ziemlich häufig findet man Zellen, in welchen der Zentralkörper einen Zwei- oder Mehrteilungsprozeß aufweist. Ich möchte den Prozeß am liebsten mit einer Knospung vergleichen, schon mit Rücksicht darauf, daß es meist ungleich große Teilstücke sind, die zur Ausbildung gelangen. Daß die Vermehrung der Zentralkörper und jene der Kerne in keiner Beziehung zueinander stehen (und dies ist wohl das gewichtigste Argument zugunsten der Amitose), geht daraus hervor, daß wir zahlreiche Zellen finden, die zwar multiple Kerne, aber nur einen einfachen Zentralkörper enthalten (Fig. 3). Freilich ist zur verlässlichen Feststellung einer solchen Tatsache das Durchsehen ganzer Schnittserien durch eine und dieselbe Zelle erforderlich, was zu vielen Malen von meiner Seite geschehen ist. Das Umgekehrte, nämlich Vermehrung der Zentralkörper bei einfach bleibendem Kern, scheint nur sehr selten zu sein (Fig. 76 und 80).

Was zunächst die Größe der beim Prozeß der Kern- und Zentrenvermehrung resultierenden Zellen anlangt, so zeigen meine Abbildungen, daß in den einzelnen Fällen, die den Typus II betrafen (Fig. 76 und 80) die Normalgröße kaum überschritten wurde. Auch in den in Bezug auf die Vermehrung der inneren Bestandteile mäßigen Fällen aus dem Typus I war eine gleichfalls nur mäßige, man kann wohl sagen im allgemeinen der morphologischen Veränderung proportionale Vergrößerung zu konstatieren. (Fig. 72 und 73, Durchmesser zirka 25  $\mu$ , Fig. 77, ebenso Fig. 75.) Die extremen Fälle, von denen ich einige in den Textabbildungen bei gleicher Vergrößerung wie in den Tafeln (zirka 1400) mitteile, zeigen bedeutend größere Maße.

Die Textfiguren sind in Gruppen zusammengestellt, die teils vollständige Serien durch je eine Zelle, teils jedoch (wie z. B. die Gruppe Fig. 21, 22, 23) nur ein paar charakteristische aufeinanderfolgende Schnitte einer Zelle vergegenwärtigen. So zeigt der größte Durchmesser der Zelle von Gruppe I (Fig. 5) den Betrag von zirka 32  $\mu$ , der von Gruppe II (Fig. 12) 35  $\mu$ , von Gruppe III (Fig. 18) 40  $\mu$ , von Gruppe IV (Fig. 21) 36  $\mu$ , von Gruppe V (Fig. 27) 45  $\mu$ . Je größer die Zellen werden, desto unbedeutender wird im Verhältnis zur Zellgröße die der Pseudopodien, jedoch werden letztere oft ungemein zahlreich und umgeben dichtgedrängt den massigen Körper (z. B. in Textfigur 21—23). In diesen Figuren habe ich auch ein auffallendes Strukturverhältnis zum Ausdruck gebracht, das an früher Besprochenes anschließt. In den Pseudopodien erscheinen mit Eisenhaematoxylin

schwärzbare Fäden und Körnerreihen, die stark an das Verhalten der Pseudochromosomen in kleineren Zelltypen erinnern. Auch die noch relativ kleine Zelle in Fig. 78 zeigt ähnliches Verhalten. Es liegt nahe, hier an ein Wiederinersehungtreten der Chondromiten zu denken, zumal man ja immer, auch unter den größeren Zelltypen, Exemplare findet, welche noch — oder schon wieder? — die Fadenkörner aufweisen (Fig. 74). Als ein ganz außergewöhnliches Beispiel hierfür muß die Fig. 20 (das Photogramm Fig. 87 betrifft dieselbe Zelle) gelten, das auch die radiale Längserstreckung der Pseudochromosomen in die Pseudopodien zeigt. Betrachtet man danach Fig. 78, so gewinnt man den Eindruck, daß der pseudochromosomenfreie Teil der Zelle (Sphäre) hier außerordentlich groß geworden und noch durch tangential verlaufende Fäden markiert ist. In die Pseudopodien ragen gleichfalls radiäre Fäden und Körnchenreihen. Nimmt man noch hinzu, daß in den ganz großen Zellen, wie es die den Textfiguren zugrunde liegenden sind, durch die Vermehrung der Zentralgebilde und ihre Zerstreung im Raume das von den Zentren beherrschte Gebiet bedeutend erweitert wird, so begreift man die ausschließliche Beschränkung der Pseudochromosomen in diesen Zellen auf die äußerste Peripherie resp. die Pseudopodien. Überdies gibt es auch Riesenzellen, für welche diese ganze Betrachtung überflüssig ist, da sie keine Pseudochromosomen enthalten (Textfigurengruppe V und Photogramm Fig. 88). Aus allem dem erkennen wir die große Variabilität der gesamten hier vorkommenden Strukturerscheinungen.

Ein Überblick über die bezüglichen Abbildungen zeigt schon die große Veränderlichkeit der Kernzahl. Trotzdem wir die Unabhängigkeit der Zentren- und der Kernvermehrung voneinander feststellen konnten, lehrt doch schon eine oberflächliche Statistik, daß große Kernzahlen auch mit großen Zentrenzahlen gleichzeitig vorkommen. Ich habe weiter unten bei der detaillierteren Beschreibung der einzelnen von mir zur Abbildung gewählten Zellen diese Zahlenverhältnisse mitgeteilt, soweit die Vollständigkeit der Zellschnittserien und die oft sehr dichte Lagerung der Kerne eine verlässliche Ermittlung zuließen. Über gewisse Inhaltkörper der Zellen konnte ich dabei keine volle Klarheit erlangen. Vor allem waren es gelegentlich große, intensiv gefärbte Körper, die ich kaum als Kerne ansprechen möchte, und die vielleicht Fremdkörper oder Degenerationsprodukte sind und die ich selbstverständlich von der Zählung ausschloß (Fig. 77). Häufig war es auch nicht möglich, in Zellen mit zahlreichen dichtgedrängten Kernen mit voller Sicher-

heit zu entscheiden, ob ein Kerndurchschnitt, der in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten an gleicher Stelle erschien, ein und demselben oder zwei verschiedenen Kernen angehörte, oder ob gar zwei Kerne in der auf die Schnittebene senkrechten Richtung durch dünne Verbindungsbrücken zusammenhängen, also ein gelappter Kern vorliege. Doch läßt sich das letztere Vorkommnis schon aus dem Grunde im allgemeinen ausschließen, weil seitliche Ansichten einer derartigen Kernlappung nur selten zur Beobachtung kamen. Ähnliche Schwierigkeiten gab es natürlich auch betreffs der Zentralkörper.

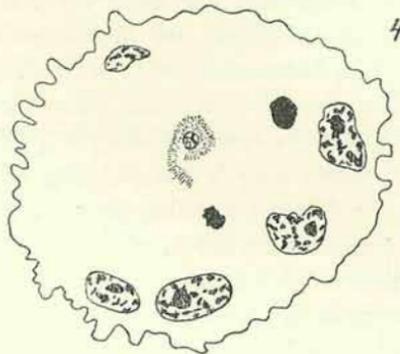
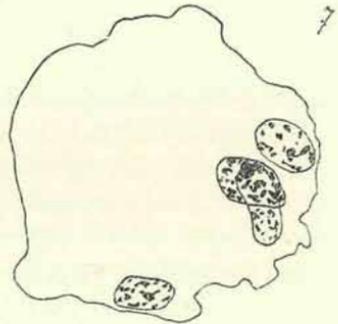
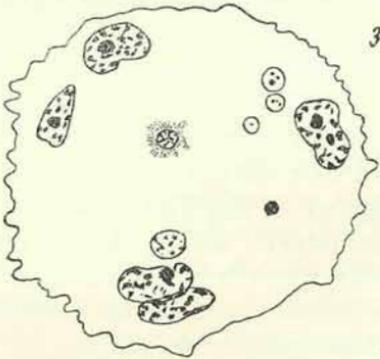
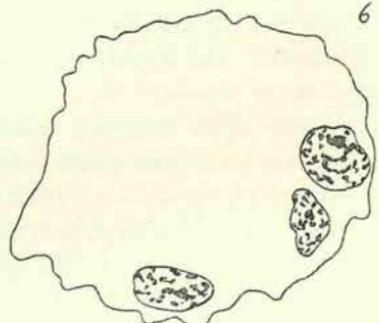
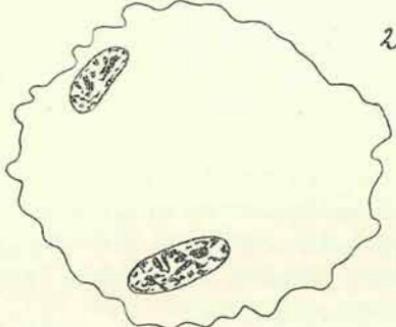
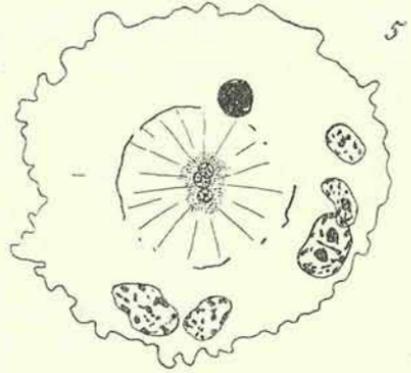
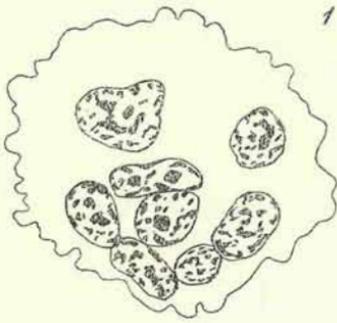
Die Erscheinungen, die ich als Vermehrung der Zentralgebilde resp. als Knospungsteilung derselben auffasse, lassen sich leicht durch eine Anzahl meiner Figuren erläutern. Schon in normal großen Amoebocyten des Typus I lassen sich die betreffenden Bilder feststellen (Fig. 72, 74, 78, 79, 86). Man sieht in diesen häufig vorkommenden Fällen eine mehr oder weniger tiefe, scharfe Einschnürung, die den Zentralkörper gewöhnlich in zwei ungleiche Teile zerlegt. In Figur 72 (damit identisch das Photogramm Fig. 86) hat der Zentralkörper etwa die Form eines Achters, ein Teil ist jedoch deutlich größer und nicht ganz kugelrund, wie dies vor allem das objektiv verlässlichere Photogramm mit aller wünschenswerten Klarheit zeigt. (Der Lithograph hat die mehr eckige Form des einen Stückes nicht zum Ausdrucke gebracht.) Rings um den Doppelkörper ist die innere Sphärenzone in genau der gleichen Weise ausgebildet wie an den einfachen Zentralkörpern, vor allem möchte ich Gewicht legen auf die Feststellung des dichten Anschlusses der Sphäre an die Zentralkörperoberfläche, sowie auf die radiäre Struktur derselben. Die Lage des ganzen Gebildes ist streng zentral, überhaupt der Gesamthabitus der Zelle von dem Normaltypus I kaum abweichend. Im Wesen identisch sind die anderen gleichzeitig erwähnten Zellen, nur machen sich oft noch deutlichere Größen- und Formunterschiede der Zentralkörperteile sowie Differenzen bezüglich der Tiefe der einschnürenden Furche geltend (Fig. 74, 78, 79). Oft dürfte es schwer sein zu entscheiden, ob noch ein Zusammenhang besteht, oder ob sich die Teile vollkommen getrennt haben. Das letztere scheint mir für Fig. 78 sehr wahrscheinlich und wird grundsätzlich schon mit Hinblick auf das vollkommen getrennte Vorkommen zweier oder mehrerer Zentralkörper in einer Sphäre anzunehmen sein (Fig. 33, 40, 77). Manchmal sitzt der eine Teil ungefähr brotlaibförmig dem anderen, kugelig gestalteten auf (Fig. 26), und so lassen sich noch viele andere Form- und Größenvariationen ermitteln.

Auch gleichzeitige Dreiteilung gehört zu den wenn auch nicht sehr häufigen Befunden an den Zentralkörpern, wie das dreilappige Gebilde in Fig. 85 und die stark vergrößerte Fig. 31 beweisen sollen. Fig. 33 entspricht sicher schon einem Zustande mit drei vollkommen getrennten Körpern.

Was die feineren Vorgänge bei der Teilung der Zentralkörper, soweit es auf diese selbst ankommt, anlangt, so läßt sich darüber kaum mehr sagen, als in den stark vergrößerten Fig. 25, 26, 27, 31, 33 zum Ausdruck gekommen ist. Es treten keinerlei morphologische Veränderungen oder Verlagerungen an dem Gerüstwerk oder an der Membran auf. Es scheint eben einfach unter Vergrößerung des Körperchens eine Vermehrung des Gerüstwerkes einzutreten und dieses dann mit dem ganzen Körperchen durchgeschnürt zu werden.

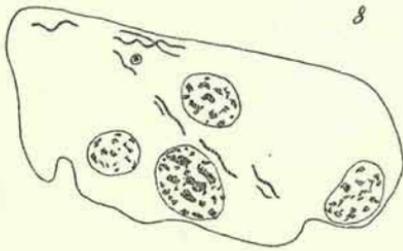
Als einen weiteren Schritt in dem hier zu schildernden Prozeß haben wir wohl jene Vorkommnisse anzusprechen, wo in einer noch immer einheitlichen, zentral gelegenen Sphäre eine Zwei- oder Mehrzahl von Zentralkörpern gefunden wird. Solche Fälle illustrieren Fig. 33, 76, 77 und vielleicht auch 78.

Darauf dürften Stadien folgen, die ich hauptsächlich durch sehr charakteristische Veränderungen der Sphärensubstanz hervorgehoben wissen möchte. Wie die Textfigurengruppe I, ferner die Figur 40 zeigen, hebt sich die Sphärensubstanz (Markschichte) von den Zentralkörpern ab, nimmt eventuell einen mehr diskontinuierlichen Charakter an (Fig. 40) oder öffnet sich gleichsam an einer Stelle (Textfigur 4). Auch kann wie in Fig. 78 bei Erhaltung der engen Nachbarschaft von Zentralkörpern und Sphärenplasma eine eigentümliche Auflockerung der Sphäre eintreten, die sich in dem Übrigbleiben von bloß einzelnen radial ausstrahlenden Sphärenplasmastreifen äußert. Alle diese Erscheinungen deuten auf eine Auflösung der Sphärenzone hin, ein Eindruck, der noch verstärkt wird, wenn man (Fig. 39) den flachen Anschnitt der abgehobenen Sphärenhohlkugel sieht, der aus einzelnen diskontinuierlichen Schollen zusammengesetzt erscheint. Ich stelle mir nun vor, daß diese Zerstörung der Sphäre ein Vorgang ist, der jedesmal, vielleicht periodisch sich wiederholend, eintritt, wenn eine Vermehrung der Zentralkörper im Innern stattgefunden hat und daß die letzteren dadurch gewissermaßen in Freiheit gesetzt werden. So wäre eine Verbindung hergestellt mit jenen Bildern, die uns zum ersten Male das Vorhandensein von mehreren getrennten und auch nicht einmal mehr in einer gemeinsamen Sphäre zusammengefaßten Zentralkörpern

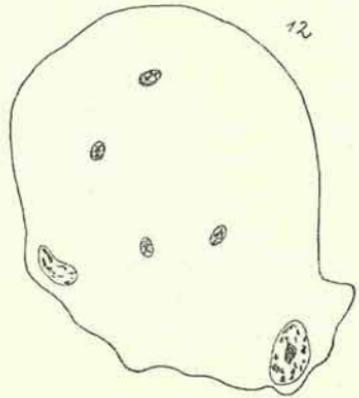


### Gruppe I.

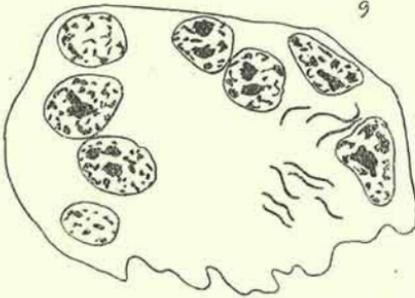
Jede der fünf Textfiguren-  
gruppen stellt eine vollständige  
Schnittserie oder wenigstens eine  
Anzahl charakterischer aufeinander-  
folgender Schnitte durch je eine  
„Riesenzelle“ der Regenwurm-  
leibeshöhle dar. Es sind nur die  
Zellkontouren, die Kerne und Zen-  
tralkörper, sowie einige wichtigere  
Strukturen (Sphären, Pseudochromo-



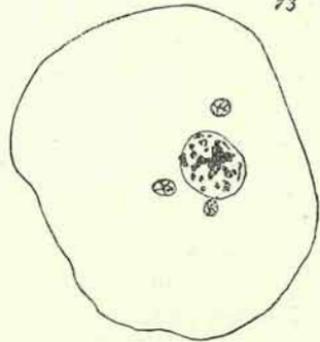
8



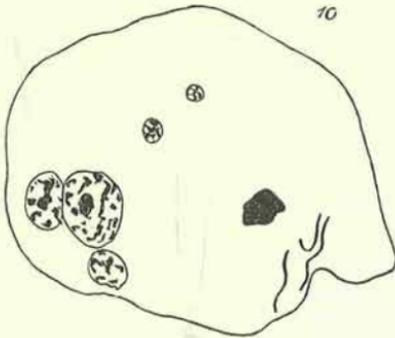
12



9

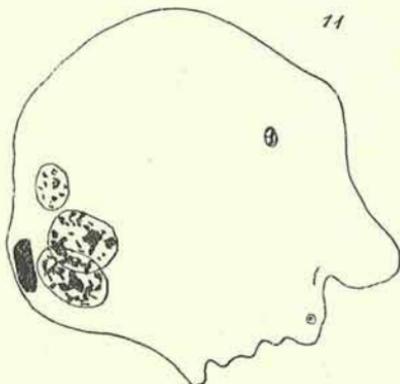


13



10

### Gruppe II.

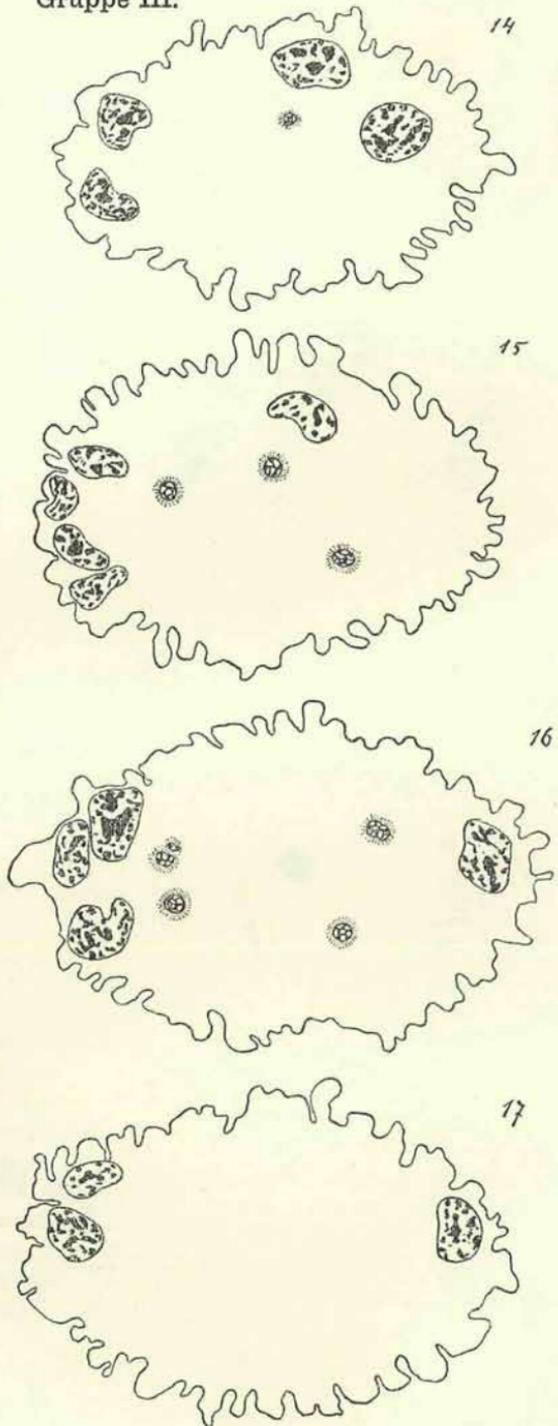


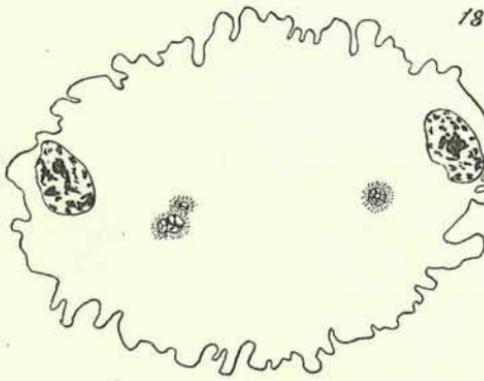
11

somen), endlich ein paar fragliche Gebilde (Fremdkörper, Kernreste?) angedeutet. Die Vergrößerung aller Figuren ist die gleiche, wie die der meisten Abbildungen auf Taf. I, z. B. der Fig. 1 bis 11. (Zeiß Apochromat hom. Imm. 2 mm Ap. 1'40, Comp. Ok. 6 — 1400fach.) Es ist also eine direkte Größenvergleichung möglich.

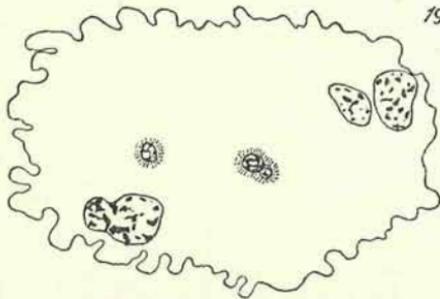
vorführen (z.B. Fig. 75). Wir sehen daselbst drei ganz getrennte Zentralgebilde in einer bereits deutlich, gegen die Norm vergrößerten Zelle, jedes mit einer schmalen (vielleicht seit kurzem neugebildeten) Sphärenzone umgeben. Ferner lehrt die Betrachtung der Nachbarschnitte, daß noch ein vierter Zentralkörper von gleicher Beschaffenheit vorhanden ist. Noch ein zweiter Modus erscheint denkbar und spielt neben dem ersten eine Rolle. Ich möchte ihn als „Pulsion“ der Zentralkörper bezeichnen. Von dem alten Zentralkörper knospt ein junger, meist kleinerer ab, gelangt vielleicht durch eine Lücke der Sphäre (Textfigur 4) ins freie Plasma, während der Mutterkörper an seiner Stelle verbleibt und entweder seine Sphäre repariert oder regeneriert. So wären Verhältnisse nach Art der Fig. 80 aufzufassen: ein größerer Zentralkörper mit Sphärenschicht, in einiger Entfernung davon ein

## Gruppe III.

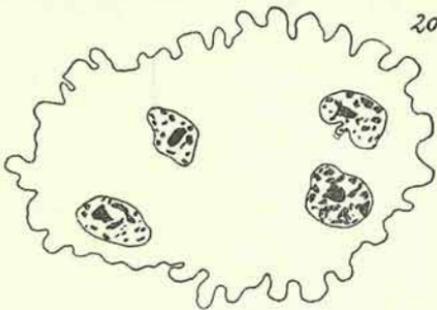




18



19



20

kleinerer ohne oder besser, — noch ohne eine solche. Hiemit könnte ferner noch ein Bild in Zusammenhang stehen, das ich leider nur einmal sah. Es ist jenes, das durch die Zellschnittserie Fig. 38 bis 43 illustriert wird (leider nicht vollständig, denn der Schnitt Fig. 38 ist sicher nicht der erste, doch brach die ganze Serie gerade mit diesem Schnitte ab. Wir sehen in Fig. 38 eine zentrale größere Plasmamasse, ziemlich oberflächlich getroffen, was aus dem Vorhandensein zweier, ungefähr in der Mitte liegender Kerne erschlossen werden kann; rechts und links davon hängen, durch schmale Plasma- brücken verbunden, zwei kleinere Massen (eine davon zeigt einen Kern). Auf dem nächsten Schnitt (Fig. 39) ist die linke Masse verschwunden; die mittlere Masse ist größer geworden, links am Rande ist ein neuer Kern aufgetreten, in der Mitte

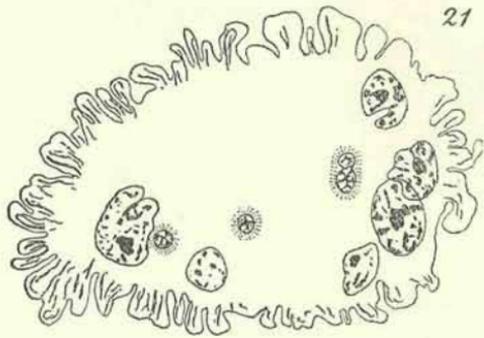
sieht man den tangentialen Anschnitt der schollig zerfallenen und abgehobenen Sphäre, die wir schon oben erwähnten. Die rechte Plasmamasse enthält denselben Kern wie vorher (es ist überhaupt ihr einziger), sie hängt durch vier Brücken mit dem Hauptkörper zusammen, ungefähr in ihrer Mitte liegt ein kleiner, dicht gebauter Zentralkörper mit schmalen Sphärensaum und ziemlich gut ausgeprägter Strahlung. In Fig. 40 ist in der Hauptplasmamasse eine Dreizahl von Zentralkörpern in der abgehobenen Sphäre zu erkennen, die rechts anhängende Masse zeigt nur mehr Plasma. In Figur 41 ist zentral noch ein kleines Segment eines der drei Zentralkörper

durch den Schnitt abgetrennt, die übrigen Bilder bedürfen keiner Erläuterung. Ob die linke Plasmamasse der Fig. 38 auf den leider fehlenden Schnitten nicht auch ähnliche Verhältnisse gezeigt hätte wie die rechte, muß unentschieden bleiben. Wir sehen in dem vorliegenden Falle einen großen Amöbocyten mit neun Kernen und drei Zentralkörpern, letztere in einer zerfallenden Sphäre, daran mittelst dünner Brücken hängend mindestens ein kleineres Plasmastück mit einem Kern und einem Zentralkörper in einer Sphäre. Hier ist es besonders verlockend, eine Art von Zellknospung mit Pulsion eines Zentralkörpers anzunehmen und damit die Möglichkeit, außer der geschilderten karyokinetischen Vermehrung der Jugendstadien eine zweite Vermehrungsart, und zwar der bereits herangereiften Zellen zu konstruieren. Hier sei auch an die wohl charakterisierten Zellformen mit den langen schlanken Pseudopodien erinnert, die schon oben beschrieben wurden (Fig. 18, 19, 95),

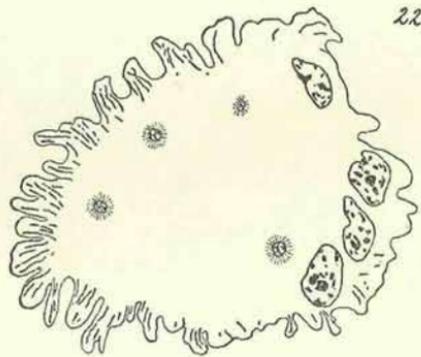
und die Vermutung wenigstens ausgesprochen, daß sie diesem letzteren Vorgang ihre Entstehung verdanken. Vor allem Bau und Größe der Zentralkörper und Sphäre zeigt zwischen diesen Zellen und der „Knospe“ in Fig. 39 starke Übereinstimmung.

In den Textfiguren habe ich weiterhin eine Anzahl von Zellen geschildert, welche man als fortgeschrittenere Zustände der Kern-

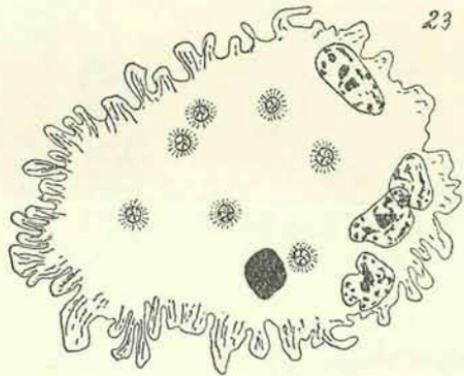
## Gruppe IV.



21



22



23

und Zentralkörpervermehrung betrachten darf. Die Figurengruppe I, eine Zelle darstellend, die ungefähr 19 Kerne enthielt, zeigt noch einige Erscheinungen, die an den ursprünglichen Zelltypus erinnern. Es ist bloß eine, freilich schon veränderte Sphäre (Textfigur 4) vorhanden, die in ihrem Innern 5 Zentralkörper enthält. (Die drei kleinen runden Gebilde im rechten oberen Quadranten sind keine Zentralkörper, auch keine Kerne, höchstens vielleicht Degenerationsprodukte solcher, wahrscheinlich aber ebenso wie die vielfach auch in anderen Zellen bemerkbaren dunklen Gebilde irgend welche andersartige, vielleicht fremde Einschlüsse des Plasmas.) Dort, wo die Sphäre voll getroffen ist (Textfigur 5), ist auch eine deutliche Radiensonne zu erkennen, deren Grenze ungefähr kreisförmig durch einzelne Fäden abgesteckt ist. Ich zweifle nicht daran, daß diese Fäden Pseudochromosomen resp. Chondromiten sind. Befunde von so zahlreichen (5) Zentralkörpern in einer Sphäre gehören zu den Seltenheiten. Vermutlich entsprechen sie bloß einem vorübergehenden Zustand, der alsbald von dem der Zerstreuung der Zentralkörper unter Bildung eigener Sphären abgelöst wird, wie ich dies schon oben auseinandergesetzt habe. Ein nach dieser Richtung fortgeschrittenes Stadium wäre die Zelle der Gruppe II. Wir zählen hier 13 Kerne und 9 sichere Zentralkörper. Ob die beiden kleinen Gebilde in Textfigur 8 oben und Textfigur 11 unten auch Zentralkörper sind, ist mir etwas zweifelhaft. Die sehr dunkle Färbung dieser Zelle ließ den morphologischen Charakter der beiden Körperchen nicht sicher feststellen, auch die stark periphere Lage der letzteren mußte Bedenken erregen. Als bemerkenswert möchte ich die elliptische Form der meisten Zentralkörper, z. B. in Textfigur 12, hervorheben, insofern, als damit schon eine Andeutung von abermaligen Vermehrungsvorgängen gegeben sein kann. Die Zelle enthält außerdem eine geringe Zahl Pseudochromosomen.

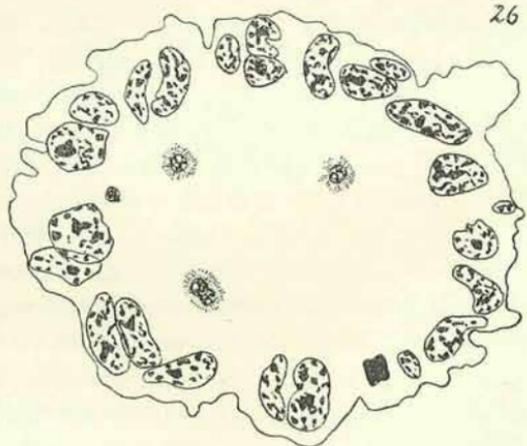
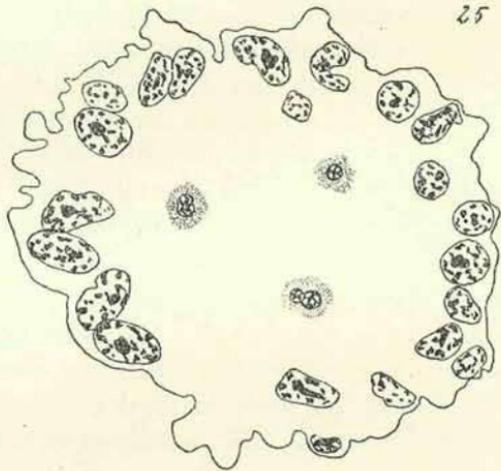
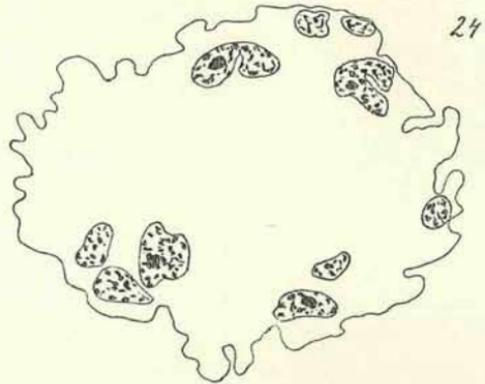
Auffallend war der vollständige Mangel der charakteristischen „Sphärenmarksubstanz“ um sämtliche Zentralkörper. Überhaupt bot diese Zelle mancherlei Abweichendes dar; so z. B. die nur auf einer Seite, da aber sehr deutlich entwickelten Pseudochromosomen und der Mangel an Pseudopodien. Auch die Zentralkörper wiesen eine von der Norm etwas abweichende Struktur auf, worauf ich aber, da es weiter nichts ergeben würde, hier nicht eingehen will. Endlich war die Lage der Zelle eine wenigstens für eine Riesenzelle abnorme. Sie befand sich nämlich nicht frei im Coelom, sondern in einem scheinbar abgesackten Recessus eines Nephridialmesenteriums. Möglicherweise haben aus dieser Lage sich ergebende Einflüsse die

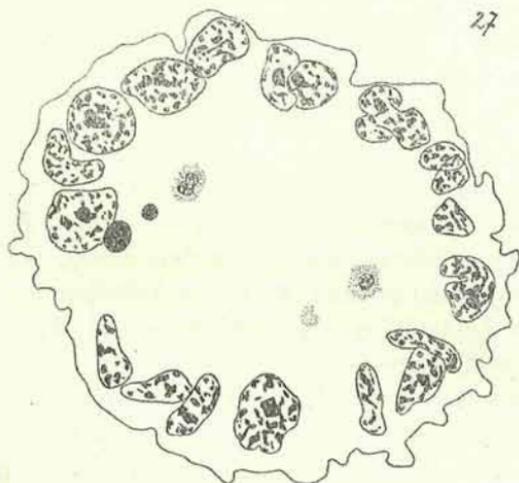
Strukturänderungen hervorgerufen.

Die Zelle der Gruppe III, von der sicher mindestens ein Schnitt fehlt, enthält, so weit aus den vorhandenen Schnitten zu zählen, 13 Kerne und 10 Zentralkörper. Da diese Schnitte sehr dünn waren, sind eine Anzahl Zentralkörper auf je zwei Schnitten zu sehen und so unter anderem auch die kleinen Körper in Figur 16 u. 18 als abgeschnittene Segmente zu erklären. Hier sehen wir bereits an drei Zentralkörpern (Figur 16 rechts oben, Figur 18 links, Figur 19 rechts) Zweiteilung unter dem schon oben charakterisierten Bilde der inäqualen Knospung.

Die Zelle der Gruppe IV war leider nur in fünf aufeinanderfolgenden Schnitten vertreten, von denen ich als für unsere Zwecke interessant bloß drei abbilde; die übrigen Schnitte waren zugrundegegangen und es ist mir so bedauerlicherweise die Möglichkeit benommen, diese in bezug auf die Zahl ihrer Gebilde vielversprechende Zelle vollständig zu analysieren. Aus dem Vorhandenen er-

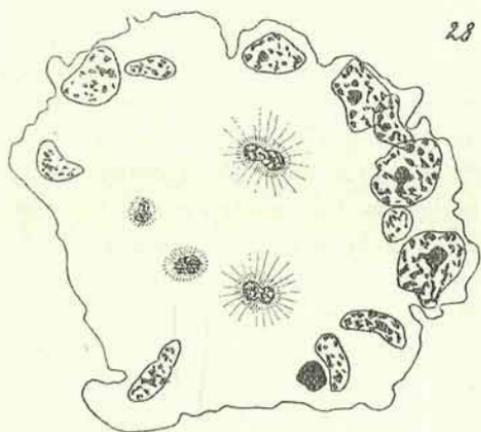
### Gruppe V.





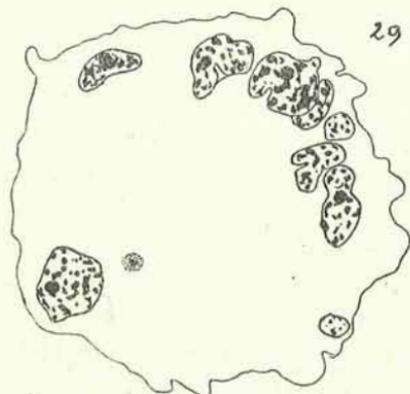
27

sieht man die Existenz von sicheren 8 Kernen und 9 Zentralkörpern. Das Überwiegen der Zentralkörper über die Kerne ist sicher nur ein scheinbares, da wir nur die mittleren Schnitte vor uns haben, während vor allem die tangentialen Anschnitte der Zellen, die naturgemäß immer eine größere Zahl der bloß oberflächlich gelagerten Kerne enthalten, fehlen. Einer von den Zentralkörpern (Textfigur 21) hat eine Zweiteilung fast vollendet.

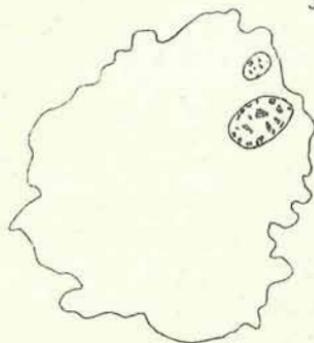


28

Endlich sei in Gruppe V ein exquisiter Fall vorgeführt. Die Zahl der Kerne beträgt mindestens 30—35, die der Zentralkörper 11, davon nicht weniger als 6 in Teilung. Dazu sei aber noch zu bemerken, daß die Zahl der in Teilung begriffenen Zentralkörper eine ange-



29



30

nommene Minimalzahl und in Wirklichkeit vielleicht höher ist. Denn wenn der Schnitt senkrecht auf die Teilungsachse eines solchen Körpers geht, kann dem Beobachter die Tatsache der Teilung entgehen und er höchstens in den Glauben geraten, ein einfacher Zentralkörper erscheine in zwei Schnitten. Auf diese Art wird sich sicher die Zahl der in Durchschnürung begriffenen Zentralkörper in allen diesen Zellen um ein Gewisses erhöhen müssen. So scheint es mir, um nur ein Beispiel anzuführen, ziemlich unzweifelhaft, daß die Körper rechts oben in Textfigur 25 und 26, die sich decken und die ich als einen einfachen Zentralkörper gezählt habe, in Wirklichkeit ein ebensolches Doppelkörperchen sind, wie etwa die beiden in Textfigur 28, das aber eben mit seiner Längsachse senkrecht auf der Schnittebene stand. Auch wenn man die Schnittdicke in Rücksicht zieht, erscheint hier sowohl wie in manchen anderen Fällen diese Vermutung berechtigt.

Um wenigstens eine der ganz großen Riesenzellen in einer unvereinfachten Darstellung vorzuführen, habe ich ein nach dem Schnitte der Textfigur 28 aufgenommenes Photogramm beigegeben, das uns den Habitus dieser Riesenzellen im Vergleich mit den bei gleicher Vergrößerung aufgenommenen Figuren der anderen Typen illustrieren soll. Auf dem Photogramm kam die überaus deutliche Strahlung namentlich um die beiden Doppelkörper leider nicht in voller Klarheit zum Ausdruck. Ich habe dieselbe deswegen in der Textfigur deutlicher hervorgehoben und möchte nur dazu bemerken, daß für gewöhnlich in den Riesenzellen die Strahlungen nicht besonders scharf zu erkennen, sondern nur aus dem radiären Bau des Sphärenplasmas zu erschließen sind. Um so wertvoller ist es, wenn, wie im vorliegenden Falle, diese letztere wichtige Struktur deutlich in Erscheinung tritt.

### **Allgemeine Betrachtungen.**

Wenn ich nunmehr, nach Absolvierung meiner Beschreibung, in der ich mich absichtlich der vergleichenden Betrachtung und der Literaturkritik, sowie einer schärferen Nomenklatur enthielt, daran gehe, für die von mir gefundenen Erscheinungen Homologien und Erklärungen auf Grund des in der Literatur bereits vorliegenden Materials zu suchen, bin ich mir wohl bewußt, daß meinem Unternehmen eine ganze Reihe von Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Zentralkörperlehre hat von ihrer ersten Begründung an sehr stark an dem widrigen Umstände gelitten, daß es sich um Gebilde handelte, die meist an der Grenze der Nachweisbarkeit stehen, wo-

bei man sich oft begnügen mußte, ein nicht weiter definierbares Körperchen durch irgend welche Merkmale (Verhalten bei der Teilung, zentrale Lage in einer Strahlung oder in einem besonders gearteten Plasmabezirke) einfach als in die betreffende Kategorie gehörig zu registrieren. Es ist ja im weiteren Verlaufe der Forschung in vielfacher Hinsicht besser geworden, man hat sich mit allen zu Gebote stehenden Hilfsmitteln der Kenntnis vom intimsten Bau der Objekte zu nähern getrachtet, zum Teile mit erfreulichem und vielversprechendem Erfolge, aber daß volle Klarheit und Übereinstimmung zwischen allen Forschern erzielt worden wäre, ist noch immer nicht der Fall. Es wäre überflüssig, an dieser Stelle die ganze Frage nach der Natur der Zentralkörper und vor allem die ungemein interessante Geschichte derselben aufzurollen angesichts der ausgezeichneten und zahlreichen Zusammenfassungen und Kritiken, die in den letzten Jahren erschienen sind. Ich verweise nur auf die Abhandlungen und Handbücher von BOVERI, MEVES, GURWITSCH, M. HEIDENHAIN u. a. Es wird sicher für unseren Zweck das Beste sein, auch für den Fall unserer nicht unbedingten Zustimmung, die in den zusammenfassenden Übersichten der letzten Jahre zum Ausdrucke gebrachten Prinzipien auch hier zur Grundlage zu machen und von da aus Deutung und Kritik zu unternehmen. Daher brauche ich wohl eben mit Rücksicht auf die vorhandenen ausführlichen Zusammenstellungen, die gesamte hierhergehörige Literatur bei meiner Auseinandersetzung nicht zu referieren.

Eine der Hauptfragen in der Zentralkörperliteratur der letzten Zeit ist die, was eigentlich als der wesentliche Bestandteil der Zentralgebilde und was nur als gelegentliches Beiwerk oder irgend welchen Zwecken dienende Ergänzung zu betrachten sei. Eine sehr scharfe, doch nicht unangefochtene und auch von mir derzeit nicht akzeptierte Definition hat BOVERI gegeben: Das allen Zellen zukommende Gebilde ist das Centrosom. In den Furchungszellen und in den Samenbildungszellen von ansehnlicher Größe und von Kugelgestalt, zeigt es in dem Inneren seiner kugeligen Hauptmasse, dem Centroplasma, ein — unter Umständen zwei — winzige Körnchen, die BOVERI als Zentralkörner oder Centriolen bezeichnet. Er schildert ausführlich die Teilung der Centrosomen, der die Teilung der Centriolen vorangeht, namentlich in den Furchungszellen von *Ascaris* und *Echinus*. Den winzigen von FLEMMING und seinen Nachfolgern in den verschiedenartigsten Gewebszellen entdeckten Körnchen, die in überaus zahlreichen Fällen in Zweizahl (Diplosomen!) auftreten, spricht BOVERI den Charakter von Centrosomen zu, wobei er offen-

bar den Standpunkt einnimmt und auch durch einige Angaben zu bekräftigen sucht, daß die Zellgröße und die Centrosomengröße einem gewissen Parallelismus unterworfen sind. Das Centriol erscheint trotz der erfolgreichen Sorgfalt, die BOVERI seiner Erforschung widmet, nur als ein besonderer Bestandteil der Centrosomen in Ei-, Furchungs- und Samenzellen und ist in kleineren Zellen (Gewebszellen) zum mindesten nicht nachweisbar, wofür technische Gründe beigebracht werden. Das Centrosom ist jenes Gebilde, an welches sich die Radialien und Spindelfasern ansetzen, ohne ins Innere einzudringen. Dies wird vor allem KOSTANECKI und SIEDLECKI gegenüber mit Nachdruck und, wie ich in Übereinstimmung mit MEVES glaube, mit Recht vertreten. Freilich erfährt diese These eine Einschränkung durch die mehrfachen Angaben von radiärer Umwandlung der Centrosomen in gewissen Perioden ihres Daseins, es sei hier an die prachtvollen Bilder VEJDOVSKYS und MRÁZEKS, VANDER STRICHTS, SCHOCKAERTS und an manche andere Arbeiten erinnert.

Einer derartigen Deutung der Dinge haben sich viele Forscher angeschlossen und gebrauchen vor allem dementsprechend für die winzigen Körnchen in den Gewebszellen namentlich der Wirbeltiere den Ausdruck Centrosomen. So auch O. HERTWIG in der neuen Auflage seines Buches „Zelle und Gewebe“ (Allgemeine Biologie), wobei er auch auf das Beispiel WILSONS hinweist, und viele andere. Auch ich habe mehrfach entsprechend den von BOVERI aufgestellten Grundsätzen meine nomenklatorischen Maßnahmen getroffen und so z. B. die Gewebsdiplosomen der Wirbeltiere, mit denen ich mich seinerzeit eingehend befaßte, als Centrosomen bezeichnet, ebenso in meiner vorläufigen Mitteilung die heute vorliegenden eigentümlichen Zentralkörper der Regenwurmamöbocyten, bei früherer Gelegenheit auch die mit den letzteren sicher identischen Zentralgebilde in den Ganglienzellen des Cerebralganglions vom selben Tiere. Daß ich diesen Standpunkt heute verlassen muß, hängt hauptsächlich mit den Äußerungen von MEVES und HEIDENHAIN über diesen Punkt zusammen.

GURWITSCH in seinem Buch über die Zelle hält es für verfrüht und überflüssig, darüber zu streiten, ob die Doppelkörnchen der Gewebszellen, resp. die häufig in abweichender Form (Stäbchen, Haken) auftretenden Zentralkörper in verschiedenen Zellgebilden den Centrosomen BOVERIS entsprechen oder nicht.

Endlich gibt es eine ansehnliche Reihe von Autoren, welche die ganze Frage mehr oder minder beiseite liegen lassen und die

Ausdrücke Centrosoma, Zentralkörperchen etc. ohne Rücksicht auf die Homologie promiscue und ohne Wahl in jedem Fall gebrauchen, in welchem sie eben ein Zentralgebilde feststellen können. Auch in jenem Falle, der meinen Befunden am nächsten kommt, dem von ROSA geschilderten Vorkommen in den Eleocyten von Allobophora, wird der Ausdruck „Centrosfera“, offenbar entsprechend dem STRASBURGERSchen Terminus Centrosphäre, benutzt, ohne des Genaueren begründet zu werden. Desgleichen hat BÜRGER sich einer scharfen Charakteristik seiner Zentralkörper enthalten, doch erscheint es mir für meine weiteren Ausführungen bemerkenswert, daß er in der Sphäre der Rhynchocoelomzellen entweder zwei getrennte Zentralkörper oder einen tief nierenförmig eingeschnürten findet.

MEVES hat, wie ich glaube, in überaus schlagender Weise dargetan, daß das BOVERISCHE Centrosom ein Gebilde von durchaus beschränkter Verbreitung ist, daß es nur Ei-, Furchungs- und Samenzellen zukommt und daß hingegen bei den Gewebszelldiplosomen und verwandten Gebilden die Bezeichnung „Centrosomen“ durchaus nicht angebracht ist. Besonders überzeugend wirkt in dieser Hinsicht die Schilderung der Spermatidenentwicklung von Lithobius, bei der man die direkte Kontinuität zwischen den Centriolen (im Sinne BOVERIS) und dem Diplosom der Spermatide erkennt, während die centrosomale Hülle in Wegfall kommt. Da aber die Diplosomen der Spermatiden sicher mit den Gewebszelldiplosomen übereinstimmen, so ergibt sich von selbst die Homologie der BOVERISCHEN Centriolen mit den Diplosomen. Das BOVERISCHE Centrosom fällt also aus dem notwendigen Bestand der Zelle heraus und wird nur einem beschränkten Kreis von Zellen zugesprochen, dessen Glieder untereinander wieder eine engere Verwandtschaft insofern zeigen, als sie große und jugendliche Elemente darstellen. Auch M. HEIDENHAIN schließt sich in seinem neuen großangelegten Werk „Plasma und Zelle“ im wesentlichen diesen gegen BOVERIS Anschauung gerichteten Argumenten an.

Wir können somit jetzt die Lehre von dem allgemeinen Vorkommen der Centriolen und von deren wesentlicher Bedeutung als Zentralgebilde der Zelle als gut fundiert betrachten. Die Diskussion darüber, was die ersten Beobachter (VAN BENEDEN, FLEMMING u. a.) vor sich gehabt haben, kann von unserem Standpunkte aus nicht in Betracht kommen und besitzt nur mehr historisches Interesse. Übrigens scheint Manches hievon durch die neueren Erörterungen

erledigt, indem u. a. z. B. auch MEVES sich der BOVERISCHEN Auffassung, daß VAN BENEDEN im Ascarisei das Centrosom gesehen habe, angepaßt hat, worin ihm jüngst auch HEIDENHAIN gefolgt ist.

Das für uns vorläufig wichtigste Ergebnis der neueren Zentralkörperliteratur ist also das allgemeine Vorkommen der Centriolen und das nur auf ganz bestimmte Kreise beschränkte der Centrosomen.

Unter der Voraussetzung der Richtigkeit dieses Satzes wollen wir uns jetzt den Eigenschaften der Centriolen selbst zuwenden. BOVERIS Erfahrungen beziehen sich bloß auf die Centriolen der Geschlechts- und Furchungszellen. Er zeigt uns die in überaus regelmäßiger Weise erfolgende Zweiteilung der Centriolen im Zusammenhang mit den Zellteilungsakten und als einleitenden Prozeß der Centrosomenteilung, so daß er sich sogar versucht fühlt, analog der „indirekten Kernteilung“ auch von einer „indirekten Centrosomenteilung“ zu sprechen, bei welcher den Centriolen etwa eine Rolle analog der der Chromosomen zufällt. Über die Centriolen der Gewebszellen hat uns HEIDENHAIN in seinen früheren Arbeiten und in übersichtlicher Weise nochmals in seinem jüngsten Werke seine Ansichten auseinandergesetzt und hievon sei nunmehr das Wichtigste zitiert.

HEIDENHAIN gibt unter anderem folgende Definition<sup>1)</sup>: „Die Zentralkörperchen oder Centriolen sind scharf umgrenzte, solide Granula von sehr geringer Größe, seltener Stäbchen von gedrungener oder verlängerter Gestalt. Sie besitzen die Fähigkeit zu assimilieren, zu wachsen und sich durch Teilung oder Knospung zu vermehren. Sie zeigen in hohem Grade die Neigung, Gruppen zu bilden, wobei sie durch eine zwischen ihnen befindliche Substanz (Centrolinin) aneinander gekettet sind. Diese in sich verbundenen Gruppen, Cytocentren oder Mikrocentren, verhalten sich als Ganzes zu den eingeschlossenen Centriolen wie die Histomeren einer oberen Ordnung zu denen der nächst unteren Ordnung. Es können die Gruppen sowohl wie auch einzelne Centriolen, letztere allerdings nur während der Mitose, als körperliche Zentralgebilde plasmatischer Strahlensysteme auftreten.“

Versuchen wir es nun, die von mir geschilderten Zentralkörper (dieses Wort wie gesagt als ganz indifferente Bezeichnung genommen)

<sup>1)</sup> Von mir gesperrt.

in ihrem Wesen genauer zu erkennen und vor allem zu benennen, so werden wir vielfach in Verlegenheit geraten und die in der Literatur vorhandenen Definitionen in mehr als einer Beziehung als unzureichend zu bezeichnen haben, insoferne als sie uns keine unfehlbare Basis für die Einreihung unserer Zentralgebilde abgeben.

Fragen wir zunächst in folgender Art: Sind die von mir beschriebenen Gebilde dem BOVERISCHEN Centrosoma zu vergleichen? Ich habe in meiner vorläufigen Mitteilung die Frage bejaht, mußte freilich dabei an dem Centrosomenschema, wie es BOVERI aufstellt, eine Modifikation vornehmen, respektive in meinem Falle eine Ausnahme davon statuieren. Was mich zu der Benennung „Centrosoma“ veranlaßte, war zunächst die bedeutende Größe (maximal bis  $4\mu$ ), die ich an den Körperchen messen konnte. Dann der Umstand, daß ich im Anschlusse an BOVERI die selbständige Existenz anderer Gebilde als der Centrosomen (z. B. der Centriolen) nicht in Erwägung zog, sondern vielmehr auch die Gewebszelldiplosomen etc. als Centrosomen betrachtete. Eine Anzahl feinerer Eigenschaften stimmten noch zum Begriff der Centrosoma: Endigung der Strahlen an dem Körperchen, stärkere Färbbarkeit gegenüber dem umgebenden Plasma. Die gitterartige Struktur, wenn sie auch bedeutend ausgeprägter ist, als die oft sehr fraglichen Netzstrukturen der Centrosomen, konnten mit gutem Willen auch noch in Vergleich gezogen werden. Doch hatte ich diesbezüglich schon damals meine Bedenken, zumal ja von BOVERI die Substanz des Centrosoms (Centroplasma) als ganz oder nahezu homogen und nur bei Echinus als äußerst feinwabig geschildert wurde. Das Fehlen jeglicher centriolartiger Bildungen hingegen ließ mich an der Allgemeingültigkeit des BOVERISCHEN Centrosomenbegriffes zweifeln, ohne daß ich es aber damals wagte, meinen Gebilden auf Grund dieser Tatsache den Centrosomencharakter zu verweigern. Bei nachmaliger näherer Beschäftigung mit den Arbeiten HEIDENHAINS und MEVES', sowie der übrigen Literatur sah ich mich veranlaßt, den Deutungen dieser Autoren beizutreten, und ich mußte mich von neuem nach einer passenden Unterbringung für die von mir gesehenen Gebilde umsehen. Es schien vor allem unwahrscheinlich, Centrosomen im Sinne BOVERIS gerade in solchen Zellen anzunehmen, welche weder durch besondere Größe, noch durch intensive Teilungstätigkeit sich den durch den Besitz von Centrosomen ausschließlich gekennzeichneten Geschlechts- und Furchungszellen an die Seite stellen konnten. Sind ja weitaus die meisten Formen der Regenwurmamöbocyten, und gerade die mit

den größten und bestentwickelten Zentralkörpern karyokinetisch nicht tätig.

Kurz gesagt, ich begann den Fall ernstlich in Erwägung zu ziehen, daß die fraglichen Dinge in den Kreis der Centriolen (im Sinne HEIDENHAINS und MEVES) hineinzubeziehen seien. Ob ich freilich mit diesem Versuche auf den Beifall der beiden Autoren, namentlich des ersteren rechnen kann, erscheint mir noch ungewiß. Ich will im Nachstehenden versuchen, das Für und Wider der von mir ausgesprochenen Möglichkeit abzuwägen.

Dafür spricht:

1. die Schwierigkeit einer Klassifikation meiner Centralgebilde als Centrosomen,
2. die Teilungs- resp. Knospungserscheinungen,
3. die Gruppenbildung,
4. das Verhalten bei der Mitose,
5. der bisher feststehende Mangel von Centrosomen in Körperzellen überhaupt.

Dagegen könnte sprechen:

1. die bedeutende Größe und
2. die wohl damit zusammenhängende kompliziertere Struktur,
3. das häufig (wohl in der Überzahl der Fälle) einzelne Vorkommen der Körperchen.

Die Centrosomen sind gewöhnlich kugelige Gebilde von nahezu homogenem bis feinwabigem Bau, der Gerüstbau meiner Körperchen mit seiner größtenteils oberflächlichen Anordnung, die scharf nachweisbare Membran, der Mangel von eigenen Centriolen sind bisher in solcher Ausbildung bei echten Centrosomen nicht beschrieben worden.

Die Teilungs- und Knospungserscheinungen entsprechen fast vollkommen dem, was HEIDENHAIN von den Centriolen geschildert hat. Ungleiche Größe der Teilstücke, gleichzeitige Zerschnürung in mehrere Tochterstücke — alles das spielt sich — nur in etwas vergrößertem Maßstabe ab, wie in HEIDENHAINS Objekten, den Leukocyten und ähnlichen Zellen, mit denen ja überdies mein Untersuchungsobjekt vielfache Übereinstimmung, ja, man kann getrost sagen, histologische Homologie aufweist. Ich möchte auf die höchst einfachen, kaum einfacher denkbaren Zerschnürungsvorgänge meiner Körperchen, die ich ja in vielen Abbildungen dargestellt habe, und auf die prinzipielle Übereinstimmung mit den HEIDENHAINschen Knospungserscheinungen an den

Centriolen auch insofern großes Gewicht legen, als erstens diese Vorgänge sich in übereinstimmender Weise in ruhenden Zellen abspielen, während bekanntlich Centrosomen nur in Zellen mit intensiver Teilungstätigkeit beobachtet werden und sich nur gelegentlich der Mitose teilen, und weil ferner die prachtvollen Untersuchungen BOVERIS und anderer den Modus der Centrosomenteilung zwar in verschiedenen Objekten in verschiedener Weise, doch immer unter sehr komplizierten Veränderungen der Form und sonstigen Beschaffenheit kennen gelehrt haben. Nie ist von einem Centrosom einfache Durchschnürung berichtet worden. Würde man den Teilungsmodus allein in Betracht ziehen und als entscheidend ansehen, man würde unsere Zentralgebilde unbedingt als Centriolen auffassen müssen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis führt die Betrachtung der Gruppenbildung; das offensichtlich auf Teilung respektive Knospung hin zustande kommende Auftreten von zwei, drei, vier, ja fünf Körperchen in einer deutlich zusammengehörigen Gruppe (Zusammenfassung durch eine gemeinsame Sphärenzone) erinnert in überzeugender Weise an HEIDENHAIN'S Mikrozentren, wobei ich es mir freilich versagen muß, auf die weiteren Konsequenzen der Mikrozentrenlehre, zu deren Kritik ich aus meinen Beobachtungen kaum passendes Material schöpfen könnte, einzugehen. Daß Gruppenbildungen von vielen, bis Hunderten, Centriolen wie sie HEIDENHAIN beschreibt, in meinem Objekte nicht vorkommen, kann keinen Grund gegen die allgemeine Vergleichbarkeit von HEIDENHAIN'S und meinen Bildern abgeben.

Die Betrachtung der mitotischen Teilung der Amöbocyten hat uns darüber belehrt, daß unter Verkleinerung des großen kugeligen Körpers alsbald an den Spindelpolen eine Zweizahl derselben auftritt, ganz entsprechend den Bildern von Zellteilungen zahlreicher Zelltypen, die in der Literatur vorfindlich sind (so die Teilung der embryonalen roten Blutkörperchen nach HEIDENHAIN, die vielfachen Schilderungen der Geschlechtszellteilung und des gleichen Vorganges in den verschiedensten Gewebszellen). Diese doppelten Körperchen an den Spindelpolen entsprechen ohne Zweifel den Centriolen, nicht den Centrosomen, denn die Verdoppelung letzterer, falls sie überhaupt eintritt, wie z. B. bei der Furchung, erfolgt ja erst viel später, frühestens in den Endphasen der Teilung. Man müßte denn, um den Centrosomencharakter zu retten, in solchen Fällen annehmen, daß die Centrosomenteilung viel früher vollendet ist, als in den klassischen Objekten für Untersuchung der

Centrosomen, den Furchungszellen. Da scheint es doch angemessener, die Körperchen als Centriolen aufzufassen. Im besonderen ist es auffällig und entspricht bedauerlicherweise einer Lücke in meinen Untersuchungen, daß ich an den Spindelpolen der sich teilenden Zellen vom Typus III Doppelcentriolen nachweisen kann, während in den ruhenden Zellen meist nur einfache Centriolen enthalten sind. Es ist kaum anzunehmen, daß etwa beim Übergang von den teilungsfähigen Stadien zu den nicht teilungsfähigen eine Verschmelzung der getrennten zwei Centriolen der Tochterzellen aus der letzten Teilung zu einem einheitlichen Körper stattfindet; dieser Vorgang würde in anderen Objekten schwerlich Seinesgleichen finden können. Viel eher könnte man meinen, daß das Ende der Teilungsfähigkeit dieser jugendlichen Zellen sich durch eine langsamere Teilungsfolge und durch Verzögerung respektive Unterbleiben der vorzeitigen Centriolenteilung einleitet und so allmählich einen Übergang in das weiterentwickelte, doch teilungsunfähige Stadium des Typus II mit in der Regel einfachem Centriol vermittelt. (Dies alles natürlich nur unter der Voraussetzung des Zutreffens meiner oben begründeten Annahme über die Entwicklungsreihe der Amoebocyten.)

Schließlich kommt noch der nach dem jetzigen Stande der Lehre angenommene Mangel von Centrosomen in Körperzellen in Betracht, der, als Regel betrachtet, eine bemerkenswerte Ausnahme erführe, wenn unsere Gebilde sich als Centrosomen erwiesen.

Da Centrosomen in Körperzellen fehlen und da ihr Vorkommen gerade auf solche Zellen beschränkt ist, in denen rasch aufeinanderfolgende karyokinetische Vorgänge sich abspielen, fällt selbstverständlich die Möglichkeit außer Betracht, tiefer gehende Vergleiche zu ziehen. Doch ist folgendes nicht ohne Belang: Die Centrosomen haben dort, wo sie auftreten, eine sichere Beziehung zu den Vorgängen der Karyokinese, die sich insofern genauer präzisieren läßt, als die Größe der Zellen und das Auftreten der centrosomalen Hüllen um die Centriolen miteinander verknüpft sind. Besonders wahrscheinlich wird dies, wenn man das Vorhandensein von Centrosomen in den ganz außergewöhnlich großen Spermatozyten der Myriapoden in Betracht zieht, während in der Spermatogenese der größten Mehrzahl anderer Tiere Centrosomen vermißt werden. Nun sind unsere Amoebocyten weder von so enormer Größe, daß hieraus die Entwicklung von Centrosomen postuliert werden müßte, noch auch zeigen die Zentralkörper während der Teilung Zeichen jener außerordentlichen typischen positiven Größenänderungen, wie wir sie in den Eiern von *Ascaris*, *Echinus*, *Myzostoma* etc. kennen gelernt

haben. Gerade bei der Karyokinese der jungen Amöbocyten findet schon während der ersten Akte eine auffällige Verkleinerung statt, die bis zum Schlusse anhält, die ruhende Zelle hat die größten Zentralgebilde. Das stimmt nicht zu den Vorgängen in Eiern, wo z. B. bei Echinus (BOVERI, Tafel III, Fig. 29) das Centrosom während des Tochtersternstadiums die bedeutendste Größe erreicht. Wären unsere Körper Centrosomen, so hätte man nach Analogie wohl einiges Recht, ähnliche Veränderungen während der Zellteilung an ihnen sich abspielen zu sehen, wie bei Furchungs- oder Geschlechtszellen. Wie wir sehen, ist das nicht nur nicht der Fall, sondern die intensivste Teilungstätigkeit der fraglichen Gebilde spielt sich gerade in der ruhenden Zelle ab, wodurch eine Annäherung an die auch sonst ähnlichen Verhältnisse der centriolenreichen Leukocytenformen und Riesenzellen der Wirbeltiere, und somit auch wieder die Möglichkeit eines Vergleiches mit den Centriolen gegeben erscheint.

Freilich darf hier nicht verschwiegen werden, daß schon BOVERI das von den Eicentrosomen abweichende Verhalten der „Gewebszellcentrosomen“ (in unserem Sinne als Centriolen zu bezeichnen) in bezug auf die Größenveränderungen während der Mitose kannte und beispielsweise selbst die Aufmerksamkeit darauf lenkt, daß bei Salamandra die Zentralkörper an den Spindelpolen den ruhenden an Größe nachstehen. Er hält diese Differenz für seine Lehre für irrelevant. Ich glaube, daß dieser Standpunkt nicht ganz berechtigt ist, und jedenfalls darf dem gegenüber die Forderung aufgestellt werden, daß Veränderungen während des Teilungsvorganges, die im Ei von Ascaris, Echinus und anderen Objekten so außerordentlich spezifischen Charakter aufweisen, denselben auch während des Ablaufes der analogen Erscheinungen in Gewebszellen bewahren sollten. Durch all dies wird es für mich immer wahrscheinlicher, daß die Gewebezellen an ihren Spindelpolen während der Teilung etwas anderes besitzen als Centrosomen — es bleiben da nur die Centriolen übrig —, und daß dies auch für meine Befunde gilt.

Das Centrosom, wie wir es in Geschlechts- und Furchungszellen kennen, erscheint dagegen gewissermaßen als notwendige physiologische Ergänzung eines für besonders ausgiebige Leistungen bestimmten karyokinetischen Apparates.

Es sollen nun auch die Bedenken zum Worte kommen, die sich gegen die Centriolnatur unserer Körperchen anführen lassen. Ich will das an dritter Stelle angeführte zuerst erledigen.

Ob es absolut notwendig ist, daß die Centriolen, entsprechend den zahlreichen Befunden an embryonalen und entwickelten Gewebezellen, immer in Gruppen von zwei oder mehreren in jeder Zelle angetroffen werden müssen, erscheint mir zum mindesten fraglich. Es ist schwer, hier jene wenigen Funde zur Unterstützung heranzuziehen, wo scheinbar nur ein Centriol vorhanden ist. HEIDENHAIN z. B. nimmt in solchen Fällen gerne Verklumpung der Centriolen an. Man muß aber folgendes in Rücksicht ziehen: die Kenntnis von den Diplosomen, sowie überhaupt der mehrfachen Centriolen beruht fast ausschließlich auf Untersuchungen an Chordaten. Von Wirbellosen sind nur spärliche Nachrichten über Diplosomen und Ähnliches in Gewebezellen gegeben worden. Es mag ganz wohl ein für die ruhenden Gewebezellen der Chordaten charakteristisches Merkmal darin bestehen, daß die Centriolen sich vervielfachen. Keinesfalls kann meines Erachtens der hier aufgewiesene Gegensatz für sich allein die Ansicht, daß es sich in den Zentralgebilden der Amöbocyten um Centriolen handelt, erschüttern, wenn nicht noch andere, gewichtigere Argumente hinzukommen.

Viel maßgebender hingegen sind die Schwierigkeiten, die aus der bedeutenden Größe und der komplizierteren Struktur sich ergeben können. Und hier müssen wir ernstlich fragen, ob wir die strenge Fassung des Centriolbegriffes, wie wir ihn beispielsweise bei HEIDENHAIN finden, akzeptieren können. Dieser Autor sagt, daß die Centriolen sehr geringe Dimensionen haben, daß die kleinsten bereits an der Grenze der Sichtbarkeit ( $0.2\mu$ ) liegen. In bezug auf die allgemeine Größe der Centriolen fühlt sich MEVES veranlaßt, BOVERI gegenüber sich folgendermaßen auszusprechen<sup>1)</sup>:

„Daß die Größe der Centriolen sich nach der Größe der Zellen richte, ist, nebenbei bemerkt, falsch. Die Centriolen sind vielmehr im allgemeinen in allen Zellen, großen und kleinen, von gleicher Winzigkeit, sind aber keineswegs in kleinen Zellen winziger als in großen.“

Meine eigenen Erfahrungen veranlassen mich zu einem gewissen, jedoch bloß teilweisen Widerspruch. Ich habe unbedingt den Eindruck, daß die Centriolen im Seeigeli zu den allerkleinsten Gebilden gehören, die man noch erkennen kann, und die man überhaupt nur aus dem Grunde findet, weil man nach ihnen in der fast homogenen Centroplasmasubstanz mit großer Aufmerksamkeit sucht. Die Centriolen im Ascarisei sind bedeutend größer, eine Messung ist

<sup>1)</sup> Von mir gesperrt.

natürlich kaum durchführbar. (BOVERI berichtet übrigens gerade das Entgegengesetzte.) Die Centriolen in den Epithelien der Wirbeltiere sind abermals bedeutend größer und lassen sich schon messen, so fand ich (Fehler sind begreiflicherweise nicht ausgeschlossen) die Körnchen des Diplosoms in den Becherzellen der Salamanderlarve bereits der Messung gut zugänglich und über  $0.5 \mu$  groß. Die Centriolen im Ei von Thysanozoon (VAN DER STRICHT), die in der Spermatozyte von Lithobius (MEVES) zeigen gleichfalls eine beträchtliche Größe, vollends die im Ei von Thysanozoon in der Arbeit von SCHOCKAERT dargestellten, die wahre Riesen ihrer Art sind. Doch spielen vielleicht hier subjektive Täuschungen des Zeichners eine zu große Rolle und lassen es nicht zu, aus Abbildungen weitere Schlüsse zu ziehen. Doch meine eigenen Eindrücke genügen mir zu der Annahme, daß die Größe der Centriolen eine sehr verschiedene sein kann. Von dieser Seite aus besteht also meines Erachtens kaum eine Schwierigkeit, einmal auch für besonders große Gebilde den Centriolcharakter in Anspruch zu nehmen.

Etwas anders gestaltet sich jedoch die Sachlage, wenn man die weiteren Ausführungen HEIDENHAINs über dieses Thema in Rücksicht zieht.

HEIDENHAIN ist geneigt, in den Centriolen „histologische Elementarkörper oder Histomeren niederster Größenordnung“ zu erblicken, und fügt an gleicher Stelle folgende Definition dieser Begriffe an<sup>1)</sup>:

„Histologische Elementarkörper sind lediglich solche Gebilde, die bei der mikroskopischen Zerlegung der lebendigen Masse in letzter Linie unter bestimmter Form und Begrenzung erkennbar sind; dieselben sind freilich wiederum in sich zusammengesetzt, aber ihre Komponenten sind nicht mehr histologischer (mikroskopischer), sondern metamikroskopischer Natur. Es würde also in Frage kommen, ob man vermuten darf, daß die Centriolen etwa in absehbarer Zeit durch das Mikroskop noch weiterhin auflösbar sein werden.“

Hieran anschließend führt HEIDENHAIN aus, daß wir mit den besten heute vorhandenen optischen Hilfsmitteln nicht mehr imstande sind, mikroskopische Größenunterschiede unter  $0.2 \mu$  zu erkennen und messend zu fixieren. Mit Rücksicht auf die erreichte Höchstgrenze optischer Leistung durch ABBE „bleibt“, so äußert sich

<sup>1)</sup> Von mir gesperrt.

HEIDENHAIN, „erstlich einmal, praktisch genommen, nichts anderes übrig, als in den Centriolen histologische Elementarkörperchen zu sehen, und zweitens läßt sich fernerhin aus der Natur des Objektes heraus und auf Grund theoretischer Erwägung klarlegen, daß die weitere Zusammensetzung der Centriolen auf dem Gebiete des Molekularen oder der Tagmen zu suchen ist“.<sup>1)</sup>

Betreffs des ersten Punktes halte ich es denn doch nicht für völlig zulässig, unsere Vorstellungen vom Bau eines infolge der Unzulänglichkeit unserer Hilfsmittel nicht mehr analysierbaren Gebildes, in der Weise wie es HEIDENHAIN tut, zu begrenzen, abgesehen davon, daß wir ja gerade in den letzten Jahren durch technische Errungenschaften, die sich auf Voraussagen ABBES aufbauen, in den Stand gesetzt wurden, die Leistungsfähigkeit der mikroskopischen Analyse abermals um ein Beträchtliches zu erhöhen. Es ist bestimmt zu erwarten, daß beispielsweise der neuen Einrichtung für Photographie im ultravioletten Licht, wie sie von KÖHLER in den Zeißwerken zur Ausführung gebracht wurde, wie in unserer Frage, so auch auf vielen anderen Gebieten der feineren Histologie eine erfolgreiche Anwendung beschieden ist, und das auf das Doppelte der bisherigen Größe gesteigerte Auflösungsvermögen dieses Apparates, der noch dazu am ungefärbten und am lebenden Objekt angewandt werden kann, unsere Kenntnisse in kaum gehanter Weise fördern wird. Leider war es mir, trotz lebhaften Wunsches, den granulären und fibrillären Strukturen des lebenden Protoplasmas auf diesem neuen Wege näherzutreten, bisher noch nicht möglich, einen Versuch mit dem genial erdachten Apparat anzustellen.

Die theoretischen Erwägungen HEIDENHAINS, welche gleichfalls die Einfachheit der Centriolen bekräftigen sollen, sind folgende:

Er führt vor allem an, daß scharf und isoliert dargestellte Centriolen drehrund sind, keine Buckel oder Protuberanzen lassen auf weitere histologische Zusammensetzung schließen. Dieses Argument hat BOVERI bereits bei früherer Gelegenheit kritisiert und auch ich möchte der runden Gestalt in dem angedeuteten Sinne kein großes Gewicht beilegen. Es gibt Kerne, die streng rund gestaltet sind, desgleichen Sekretkörner oder Tröpfchen, die, wie beispielsweise die aus dem Wiener Institute jüngst veröffentlichte Arbeit von NIRENSTEIN zeigt, einen morphologisch komplizierten Charakter haben u. s. f. Wenn HEIDEN-

<sup>1)</sup> Von mir gesperrt.

HAIN schon die drehrunde Gestalt allein als Ausdruck eines morphologisch nicht mehr komplizierten Baues ansieht, so erhebt sich natürlich gegen die allgemeine Geltung der Lehre von der Elementarität der Centriolen auch die von HEIDENHAIN nicht verschwiegene Tatsache des Vorkommens von Centriolen von wohlcharakterisierter, jedoch nicht kugeligter Gestalt, z. B. jener stäbchenartigen Bildungen, die in den verschiedensten Geschlechtszellen von MEVES, v. KORFF, ZIMMERMANN und zuletzt von dem Ehepaare SCHREINER gefunden wurden. Die SCHREINERSchen Beschreibungen entsprechen dabei in überaus vollkommener Weise den Anforderungen, die HEIDENHAIN sonst an die Centriolen stellt (man denke an die Knospungserscheinungen der stabförmigen Centriolen u. s. w.). Es erscheint mir nicht berechtigt, wenn HEIDENHAIN die morphologische Natur der stäbchenförmigen Zentralgebilde für „noch nicht ganz aufgeklärt“ hält. Sie ist es mindestens ebenso sehr, wie die der kugeligen oder punktförmigen. Ich selber glaube ganz bestimmt die Diplosomen in Epithelzellen einiger Wirbeltiere aus zwei elliptischen Körperchen zusammengesetzt gefunden zu haben. Auch viele stäbchenförmige oder elliptische Formen von Flimmerbasalkörnern, die, wenn auch deren Centriolnatur noch nicht allgemein anerkannt ist (auch von HEIDENHAIN), doch den histologischen Elementarkörpern HEIDENHAINS zugerechnet werden dürften, sprechen gegen die allgemeine Gültigkeit der drehrunden Gestalt.

Auch die sicher festgestellte Verschiedenheit der Centriolengröße und vor allem deren Variationen in demselben Tier resp. derselben Zelle scheinen mir gegen HEIDENHAINS Auffassung verwertbar. Wenn HEIDENHAIN meint, daß ein eben noch mit den besten Hilfsmitteln nachweisbares Körnchen nicht mehr morphologisch, sondern nur mehr molekular zusammengesetzt sein kann (und er führt diesen Gedankengang speziell für die kleinsten Gebilde von  $0.2\mu$  Größe auf pag. 264 seines Werkes durch), so ist es sicher logisch zulässig, einem nur um ein Geringes größeren Körper schon die Möglichkeit morphologischer Zusammensetzung, wenn auch in jetzt nicht nachweisbarer Form, zuzubilligen. Ob vollends dem Argument, daß die kleinsten nachweisbaren Centriolenmassen mit Rücksicht auf die Größe der organischen Moleküle nur noch molekular zusammengesetzt sein können, wirklich eine bindende Kraft innewohnt, habe ich zu entscheiden nicht den Mut.

Wenn es hier den Anschein hat, als ob ich HEIDENHAINS und anderer Forscher Annahmen von dem Vorhandensein elementarer,

bloß molekular zusammengesetzter morphologischer Einheiten unbedingt ablehne, so muß ich mich gegen diesen Anschein verwahren. Das, wogegen ich mich wende, ist die von mir als willkürlich und künstlich empfundene Tendenz, ein Schema der Stufenfolge von histologischen Einheiten, von denen immer eine der nächsten untergeordnet ist, zu konstruieren und alles Gefundene gewaltsam hineinzuzwängen. Ich komme hiemit zum Schlusse dieser Betrachtungen. Wenn, wie HEIDENHAIN es selbst zugibt, die als Histomeren niederster Ordnung angesehenen Centriolen in ihrer Größe und Form schwanken können und (nach diesem Autor) relativ beträchtliche Größen ( $0.8\mu$ ) erreichen können, ist kein Hindernis gegeben, die Möglichkeit einer weiteren Vergrößerung des Einzelgebildes in Rechnung zu ziehen. Ich glaube, man muß nicht unbedingt fordern, daß man, um zu größeren, größeren, morphologisch analysierbaren Einheiten zu gelangen, eine Zusammenfassung elementarer Einheiten zu einer solchen von höherer Ordnung annehme; man darf sich vielmehr auch die kleinste Einheit, wenn wir überhaupt den Begriff „morphologische Einheit“ hier beibehalten wollen, gradweise mit Erhaltung ihrer Individualität vergrößert denken, bis man endlich unvermerkt und allmählich zu Gebilden von komplexerem Bau kommt. Ich wenigstens kann mir ganz gut vorstellen, und glaube mich dabei nicht einmal in allzu scharfem Gegensatz zu anderen Autoren, daß eine molekulare Zusammensetzung graduell zu einer unseren Sinnen nachweisbaren morphologischen wird.

Wenden wir das Gesagte auf unser Beispiel an, so ergibt sich folgendes:

Ich habe den Nachweis zu erbringen getrachtet, daß die Zentralgebilde der Regenwurmamoebocyten Gebilde sind, die wir, wenn überhaupt mit einer der bekannten und benannten Strukturen, mit den Centriolen vergleichen können. Ihre außerordentliche Größe und Struktur hätte ein solches Beginnen vielleicht verboten. Indem ich vorhin meinen prinzipiellen Standpunkt in dieser Frage gekennzeichnet habe, berufe ich mich ferner auf meine tatsächlichen Befunde zur Ergänzung derselben. Ich habe alle Größenübergänge der Zentralgebilde von  $4\mu$  Maximalgröße bis nicht ganz  $1\mu$  Durchmesser beschrieben und abgebildet. Ich habe weiter sogar an den Bildern der karyokinetischen Teilung gezeigt, daß die Größe des Zentral-

körpers noch weiter sinken kann, bis zu jenem geringen Maß, das von HEIDENHAIN unbedenklich als das eines Centriols anerkannt wird. Er wird gewiß auch diesen Titel den an den Spindelpolen meiner karyokinetischen Figuren sitzenden Pünktchen nicht versagen. Hand in Hand mit dieser durch alle Übergangsstufen belegten Verminderung der Größe ging eine Vereinfachung der Struktur; von einem reichentwickelten Netz oder Gerüst der größten Körper kamen wir zu solchen, die homogen schwarz färbbar sind, ohne daß an irgend welcher Stelle der Reihe ein plötzlicher Sprung ein Verschwinden irgend welcher etwa als Centroplasmen zu deutender Bestandteile oder gar die Auflösung eines größeren Gebildes in eine Anzahl kleinere von niederer Ordnung erfolgt wäre.

Selbst für den Fall, als meine Befunde vereinzelt und auf das von mir benutzte Objekt beschränkt bleiben, verlieren sie nichts von ihrer grundsätzlichen Bedeutung, die in dem Nachweis gipfelt, daß Gebilde, die man allzu schematisch als Elementarbestandteile bezeichnet hat, noch morphologisch komplex sein können und in günstigen Fällen den Nachweis dieser Eigenschaften in überzeugendster Weise gestatten.

---

Die gerüstartige Struktur der Centriolen in den Lumbricus-amoebyten mit ihren hauptsächlich superfiziell gelagerten polygonalen Maschen ist, wie ich wohl sagen kann, eine Erscheinung, die man bisher an Zentralkörpern in gleicher Weise nicht beobachtet hat; diese Neuheit der Erscheinung veranlaßt mich, um eventuell zu gewärtigenden Einwänden zu begegnen, noch zu einer kurzen Erörterung. Wer meine Bilder sieht, vor allem die bei stärkerer Vergrößerung gezeichneten, beziehungsweise photographisch aufgenommenen Figuren 21 bis 33 und 96 bis 99, wird am Ende, wenn er für den Augenblick an die wirkliche, relativ geringe Größe dieser Dinge nicht denkt, auf die Vermutung geraten, es könne sich um Angehörige jener vielleicht nicht ganz einheitlichen Gruppe von Strukturen handeln, die unter dem Namen Zentralkapseln, Pseudochromosomen, Centrophormien, Apparato reticolare etc. in der neueren Literatur vielfach beschrieben worden sind. In der Tat ist eine gewisse Formähnlichkeit beispielsweise mit den von BALLOWITZ im Epithel der Membrana Descemeti beschriebenen Centrophormien nicht zu verkennen. Doch brauche ich wohl nicht ernstlich zu befürchten, daß

nach Kenntnisnahme meiner Beschreibungen eine Verwechslung meiner Zentralkörper mit solchen Bildungen geschehen kann. Ich habe ja eine so große Menge von Eigenschaften festgestellt, welche meine Körperchen mit den echten Centriolen teilen, ich brauche nur an ihre Teilnahme an der Mitose, ihre Teilung, ihre im Vergleich zu den Centrophormien geringe Größe zu erinnern. In den Centrophormien gelang der Nachweis der Zentralkörper in Form von Centriolen. In meinem Objekt ist bekanntlich gerade ein solcher Fund nicht zu machen gewesen. Aber es kommt noch ein zweiter, viel wichtigerer Umstand hinzu. Die erwähnten Bildungen des Cytoplasmas haben in den meisten der beschriebenen Fälle den Nachweis gestattet, daß sie eine Art Korb oder Gitter um die Sphäre bilden. Nun weisen unsere Amöbocyten eine ungemein ähnliche Struktur auf in jenen fadenartigen Gebilden, deren ausführliche Beschreibung ich oben gegeben habe. Indem ich mich in der Literatur nach Dingen umsah, die mit diesen Fäden am meisten Ähnlichkeit haben, kam ich auf die von HEIDENHAIN in Samenzellen sowie in einigen anderen Zellarten beschriebenen Pseudochromosomen; tatsächlich ist ja die färberische, morphologische und topographische Übereinstimmung eine ganz auffallende. HEIDENHAIN selbst rechnet ja die Pseudochromosomen, Centrophormien etc. im großen und ganzen zu jenen Strukturen, welche wir mit BENDA als Mitochondrien resp. Chondromiten bezeichnen. MEVES hat jüngst hierhergehörige Strukturen in embryonalen Zellen beschrieben und sie mit dem besonderen Namen Chondriokonten belegt. Desgleichen hat GOLDSCHMIDT wie auch andere Autoren ähnliches in Gewebszellen verschiedener Tiere gefunden. Freilich weichen GOLDSCHMIDTS Deutungen von der üblichen ab, indem er alle diese Gebilde für die Gruppe der (somatischen) Chromidien, einem der Protozoenkunde entlehnten Begriff, reklamiert. Ich hege gewisse Zweifel, ob die damit ausgesprochene Verwandtschaft mit dem Kernchromatin resp. die Herkunft von demselben so einfach hinzunehmen ist, glaube vielmehr, daß sich für einen großen Teil der von GOLDSCHMIDT hierher gerechneten Dinge der Beweis nicht wird erbringen lassen, den er ja auch selbst schuldig geblieben ist.

Jedenfalls ist allmählich durch die neueren Berichte die Tatsache festgestellt worden, daß Mitochondrien und deren Derivate kein ausschließliches Eigentum der Geschlechtszellen sind, wenn auch an den letzteren die ausführlichsten und vollständigsten Beobachtungen gemacht werden konnten (BENDA, MEVES, VAN DER STRICHT u. a.)

Die Pseudochromosomen meiner Amoebocyten zeigten auch eine ganz besondere Ähnlichkeit mit den echten Geschlechtszellchondromiten insofern, als ihr Verhalten bei der Karyokinese ein gleiches war.

Mit Rücksicht auf die Frage nach der Natur der Amoebocyten-Zentralkörper ist es mir aber sehr wertvoll, festzustellen, daß eine den Centrophormien etc. homologe Bildung, welche die Sphäre begrenzt, hier ohnedies schon vorhanden ist, wodurch eine etwaige Vergleichung des Gerüstwerkes der Zentralkörper mit den Centrophormien um so unwahrscheinlicher wird, da man doch zwei, noch dazu im Detail grundsätzlich verschieden ausgebildete und ineinandergeschachtelte Formationen der gleichen Kategorie nicht wird annehmen wollen.

---

Es ist mir im Verlaufe meiner Untersuchungen immer von neuem als höchst befremdlich erschienen, daß in den soviel untersuchten Coelomkörperchen der Lumbriciden bisher kaum etwas von den Zentren beschrieben worden ist, um so mehr, als die Dinge recht auffallend sind; ich habe die Literatur eifrig nach diesbezüglichen Angaben durchsucht, aber außer der zitierten Schilderung ROSAS von den Eleocyten bei *Allolobophora* nichts gefunden. Auch nach meiner vorläufigen Mitteilung hat nur K. C. SCHNEIDER in seinem „Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere“ von den Zentren der Regenwurmamoebocyten Notiz genommen, freilich ohne Abbildungen. Er beschreibt in den Phagocyten einen Diplochonder (= Diplosom), in den nicht phagocytären Lymphocyten ein Centrosom. Genauer wird auf die Verhältnisse nicht eingegangen.

Infolge dieser geringen Kenntnis von diesen Dingen könnte vielleicht der Gedanke auftauchen, daß bei einem so parasitenreichen Tiere, wie es der Regenwurm ist, auch die von mir beschriebenen Gebilde auf etwas Fremdes, etwa dem Protozoenreiche Angehöriges zu beziehen wären. Etwas derartiges ist nun auf keinen Fall möglich. Der histologische Charakter der Amoebocyten enthält eine solche Menge von für die Metazoenzellen typischen Erscheinungen (Sphärenbildung, Art der Karyokinese usw.), daß schon aus diesem Grunde kein Zweifel möglich wäre. Noch wichtiger aber scheint mir der Nachweis, daß in ganz minutiösen Eigenschaften der Amoebocyten sich die Eigenart des Tieres, dem sie angehören, offenbart. Dies ist z. B. gerade bezüglich der Zentren der Fall. Ich habe bei zwei früheren Gelegenheiten Zentren mit Sphären und Radien in den

Ganglienzellen des Cerebralganglions von demselben Tiere beschrieben und abgebildet, an dem ich meine vorliegenden Studien gemacht habe. Wer diese Abbildungen zur Hand nimmt, wird von der Übereinstimmung der Zentralgebilde in den Ganglienzellen und den Amöbocyten sicher überzeugt werden, und damit ist auch das stärkste Argument für die Zugehörigkeit der Amöbocyten zu dem Wurme gegeben. Denn daß ein Tier in seinen Körperzellen gleichgeartete Zentralgebilde besitze, wie ein in seinem Körper vorkommender Parasit, wird wohl als die bei weitem unwahrscheinlichere Annahme zu gelten haben. Auch die offenbar aktive Tätigkeit der Amöbocyten (Einkapselung von Nematoden) spricht für ihre Zugehörigkeit zum Wurme.

## ANHANG.

### Einiges über das Schicksal der Chloragogenzellen.

Die dieser Abhandlung zugrunde liegenden Untersuchungen haben selbstverständlich eine Anzahl Nebenfunde ergeben, die jedoch hier, wo ich andere Ziele verfolge, unerwähnt bleiben sollen. Nur auf einen, weil er in einer gewissen Beziehung zu den Amöbocyten (wenigstens in der Literatur) steht, sei hier kurz hingewiesen.

Mehrfache Angaben der älteren Literatur nehmen eine gewisse genetische Beziehung zwischen Amöbocyten und Chloragogenzellen an (u. a. KÜKENTHAL, CUÉNOT). Schon ROSA hat mehrfach darauf hingewiesen, daß derartige Annahmen unrichtig seien. Meine eigenen gelegentlichen Erfahrungen lassen eine genetische Beziehung zwischen den beiden Zellarten vollkommen ausgeschlossen erscheinen; ich sage dies, trotzdem ich über die wirkliche Herkunft der Amöbocyten keine genauere Angabe machen kann. Daß ich trotzdem auf dem erwähnten negativen Standpunkt verharre, hat seinen Grund darin, daß ich erstens keinerlei Zustände kennen gelernt habe, die auch nur einigermaßen eine Verknüpfung zwischen Amöbocyten und Chloragogenzellen darstellen könnten, andererseits aber, weil es mir gelungen ist, wenigstens einen Teil des Lebensweges der Chloragogenzellen ohne große Mühe gleichfalls aus den Präparaten des dieser Untersuchung dienenden Materials zu erschließen. Zwischen den massenhaften Amöbocyten, die das Coelom bevölkern, finden sich ziemlich häufig größere Gebilde, die man nur bei oberflächlicher Betrachtung und bei schwacher Ver-

größerung vielleicht mit den Riesenamöbocyten verwechseln könnte (Fig. 36, 37, 44 bis 53). Diese Gebilde zeigen verschiedene Gestalt und Struktur und ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich nach den betreffenden Merkmalen eine Entwicklungsreihe konstruiere, die ich ihrem vermutlichen Ablaufe nach hier beschreiben will.

Ab und zu findet man größere Pakete von abgelösten Chloragogenzellen, die ganz und gar mit den noch in situ befindlichen Zellen dieser Art übereinstimmen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß durch die Bewegungen des Tieres selbst die großen, gefüllten Säcken gleichenden Zellen von ihrer Unterlage losgerissen werden. Diese abgelösten Zellen enthalten in ihrem Innern noch jene dichtgedrängten großen granulären Gebilde, die man als Chloragogenkörnchen seit langem kennt und die häufig eine konzentrische Zusammensetzung aus mindestens zwei Schichten erkennen lassen (Fig. 34, 54). Die Körnchen erscheinen, wenn sie nicht irgendwie besonders tingiert wurden, in einem ihrer Naturfarbe nahestehenden gelbbraunlichen Ton und zeigen eine äußerst geringe Affinität zum Eisenhämatoxylinlack, den sie während der Differenzierung, falls sie ihn überhaupt angenommen hatten, rasch abgeben, lange bevor die Differenzierung der übrigen Gewebe einen brauchbaren Grad erreicht hat.

Von den abgelösten und meist recht unregelmäßig gestalteten Chloragogenketten zu jenen Formen, wie sie Fig. 36, zeigt sind allmähliche Übergänge festzustellen. Die wesentlichen Veränderungen, die da vor sich gegangen sind, sind folgende. Der Zellklumpen nimmt eine abgerundete, außen glattbegrenzte Gestalt an, indem sich die Zellen gleichsam nach Art einer Blastula formieren. Es ist dies offenbar eine ähnliche Erscheinung, wie wir sie häufig an abgelösten Epithelballen, die in Flüssigkeiten flottieren, sehen, und wie sie z. B. v. SCHUMACHER durch Einbringen von Flimmerepithel in die Lymphsäcke des Frosches künstlich erzeugt und als „Flimmerkörperchen“ bezeichnet hat. Die dem normalen Stoffwechsel durch Abreißen von ihrer gefäßreichen Unterlage entrissenen Zellen machen einen Prozeß durch, von dem man vielleicht die Reihe der Nekrobiosen zählen kann. In Fig. 36 sieht man in dem Zellballen die Grenzen der einzelnen Zellindividuen noch deutlich erhalten. Nach innen zu setzen sich die Zellen in dünne Plasmastränge fort, welche sich netzartig verbinden. Der von mir vermutungsweise als nekrobiobisch bezeichnete Prozeß äußert sich in mehrfacher Hinsicht: Die typischen Chloragogenkörnchen verschwinden, an ihre Stelle treten kleinere, mit Eisen-

hämatoxylin grau bis schwarz färbbare, kugelige Gebilde von geringerer Größe (Fig. 55). Fig. 35 zeigt eine einzelne Zelle aus einem solchen Ballen in stärkerer Vergrößerung, links befinden sich die gegen das Innere des Ballens gewendeten Plasmastränge. Die Zelle zeigt nur in der Mitte ihrer Plasmamasse noch ein unverändertes Chloragogenkorn, im übrigen sind es lauter kleinere, grau bis schwarz gefärbte Gebilde, die die Zelle, und zwar in lockerer Weise, erfüllen, als dies die Chloragogenkörner getan hatten (zudem scheinen die Zellen an absoluter Größe abzunehmen). Die lichter gefärbten Körperchen zeigen häufig eine dunkler gefärbte Rinde; es kann dies kein Färbungsartefakt (Spiegelfärbung) sein, denn da müßte die Rinde heller (stärker entfärbt) erscheinen, vielmehr dürfte die Erscheinung auf eine gewisse Verdichtung der peripheren Masse zurückzuführen sein. Alles spricht dafür, daß die neuen Granula durch direkte, mit Verkleinerung und Verdichtung einhergehende Umwandlung der Chloragogenkörner entstehen, und da auch die Zelle kleiner wird, ist wohl Flüssigkeitsabgabe als Grund anzunehmen. Der weitere Verlauf ist ungemein charakteristisch. Die Zellgrenzen verschwinden, im Innern des Ballens zwischen den protoplasmatischen Strängen entstehen immer größere, miteinander konfluierende Hohlräume (weitere Flüssigkeitsabgabe von seiten der Zellen?), die Granula werden immer kleiner, vielleicht auch durch Zerfall zahlreicher (Fig. 56; man beachte die Größendifferenz gegenüber den anfänglichen Chloragogenkörnern. Die drei Figuren 54, 55 und 56 sind bei derselben, sehr starken Vergrößerung — Zeiss, Apochr. hom. Imm. 2 mm Comp. Oc. 18 — gezeichnet). Auf solche Weise entstehen rundliche Syncytien (Fig. 37, 44 bis 53). Diese enthalten einen oft in Aussackungen ausgezogenen und von dünnen Plasmasträngen durchzogenen Hohlraum, auch treten im Plasma, das den Haupthohlraum begrenzt, gesonderte Vakuolen auf. Die Fig. 44 bis 53 stellen eine vollständige Serie durch ein solches Syncytium dar, an der man alle Verhältnisse ohne weiters überblickt. Diese Syncytien finden sich dem zelligen Coelominhalt in beträchtlicher Menge beigemischt, vor allem viel häufiger, als die erstgeschilderten Zustände, was ich damit erklären möchte, daß sie in diesem Stadium längere Zeit verharren, bis sie auf irgend welche Weise zu Grunde gehen. Daß sie eine anderweitige Verwendung finden oder daß sie sich gar in Amöbocyten umwandeln sollten, halte ich für ganz ausgeschlossen. Betreffs der von CUÉNOT gegebenen Abbildungen eines Plasmodiums, gebildet von mit Chloragogenkörnern angefüllten Amöbocyten, möchte ich vermuten, daß es sich um einen

jener Zustände von umgewandelten Chloragogenzellen handelt, die uns hier beschäftigen. Auch dürfte überhaupt vieles von den Angaben betreffend phagocytäre Aufnahme von Chloragogenkörnern durch Amöbocyten in dieser Art zu erklären sein. Daß tatsächlich Amöbocyten Chloragogenkörner aufnehmen, will ich generaliter nicht bestreiten, ich habe es ja selbst, wenn auch nicht in großem Maßstabe beobachtet.

Ich gebe zu, daß die hier anhangsweise zugesetzte Darstellung lückenhaft und unvollständig ist, aber da ich in der nächsten Zeit keine Gelegenheit haben werde, der Sache weiter nachzugehen, wollte ich die so auffallenden Bilder nicht unerwähnt lassen.

Wien, im Juli 1908.

## Literaturverzeichnis.

- Betreffs ausführlicherer Übersicht, namentlich der älteren und von mir nicht ausdrücklich herangezogenen Literatur sei auf die Zusammenfassungen von HEIDENHAIN, BOVERI, MEVES, GURWITSCH, WILSON u. a. verwiesen.
- BALLOWITZ E., Über das Epithel der Membrana elastica posterior des Auges, seine Kerne und eine merkwürdige Struktur seiner großen Zellsphären. Arch. f. mikr. Anat., LVI. Bd., 1900.
- BENDA C., Die Mitochondria. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, XII. Bd., 1907.
- BOVERI C., Zellstudien. IV. Über die Natur der Centrosomen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, XXXV. Bd., 1901.
- BÜRGER O., Über Attraktionssphären in den Zellen einer Leibesflüssigkeit. Anatom. Anzeiger, VI. Bd., 1891.
- CUÉNOT L., Études sur le sang et les glandules lymphatiques dans la série animale. Arch. zool. exp. (2), T. IX, 1891.
- CUÉNOT L., Études physiologiques sur les Oligochètes. Arch. de Biol., T. XV, 1897.
- GURWITSCH A., Morphologie und Biologie der Zelle. Jena 1904.
- HEIDENHAIN M., Neue Untersuchungen über die Zentralkörper und ihre Beziehungen zum Kern und zum Zellprotoplasma. Arch. f. mikr. Anat., XLIII. Bd., 1894.
- HEIDENHAIN M., Über die Zentralkapseln und Pseudochromosomen in den Samenzellen von Proteus, sowie über ihr Verhältnis zu den Idiozomen, Chondromiten und Archoplasmaschleifen. Anatom. Anzeiger, XVIII. Bd., 1900.
- HEIDENHAIN M., Plasma und Zelle. I. Abt., I. Lief., Jena 1907.
- HERTWIG O., Allgemeine Biologie (II. Aufl. von Zelle und Gewebe). Jena 1906.
- JOSEPH H., Bemerkung zum Bau der Nervenzelle. Sitzungsbericht des deutschen naturw. u. med. Ver. f. Böhmen „Lotos“, N. F., XVIII. Bd., 1898.
- JOSEPH H., Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Centrosoma. Verh. d. morph.-physiol. Gesellsch. zu Wien, Jahrg. 1900—1901, Physiol. Zentralbl., 1901.
- JOSEPH H., Untersuchungen über die Stützsubstanzen des Nervensystems, nebst Erörterungen über deren histogenetische und phylogenetische Deutung. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien u. d. zool. Station in Triest, XIII. Bd., 1902.
- JOSEPH H., Beiträge zur Flimmerzellen- und Centrosomenfrage. Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien u. d. zool. Station in Triest, XIV. Bd., 1902.
- V. KORFF K., Weitere Beobachtungen über das Vorkommen V-förmiger Zentralkörper. Anatom. Anzeiger, XIX. Bd., 1901.
- V. KOSTANECKI K. u. SIEDLECKI M., Über das Verhältnis der Centrosomen zum Protoplasma. Arch. f. mikr. Anat., XLVII. Bd., 1896.

- KÜKENTHAL, Über die lymphatischen Zellen der Anneliden. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft, XVIII. Bd., 1885.
- MEVES FR., Über die sogenannten wurmförmigen Samenfäden von Paludina und ihre Entwicklung. Verh. d. anatom. Gesellsch., 1901.
- MEVES FR., Über die Frage, ob die Centrosomen Boveris als allgemeine und dauernde Zellorgane aufzufassen sind. Verh. d. anatom. Gesellsch., 1902.
- MEVES FR., Über oligopyrene und apyrene Spermien und über ihre Entstehung, nach Beobachtungen an Paludina und Pygaera. Arch. f. mikr. Anat., LXI. Bd., 1902.
- MEVES FR., Über Mitochondrien bzw. Chondriokonten in den Zellen junger Embryonen. Anat. Anz., XXXI. Bd., 1907.
- MEVES FR., Die Chondriokonten in ihrem Verhältnis zur Filarmasse Flemmings. Anat. Anz., XXXI. Bd., 1907.
- NIRENSTEIN E., Über den Ursprung und die Entwicklung der Giftdrüsen von Salamandra maculosa nebst einem Beitrage zur Morphologie des Sekretes. Arch. f. mikr. Anat., LXXII. Bd., 1908.
- ROSA D., I linfociti degli Oligocheti. Ricerche istologiche. Mem. Accad. Sc. Torino, (2), T. LXVI, 1896.
- ROSA D., I pretesi rapporti genetici tra i linfociti ed il cloragozeno. Atti Accad. Torino, Vol. XXXIII., 1898.
- ROSA D., Il cloragozo tipico degli Oligocheti. Mem. Accad. Soc. Torino, (2), T. LII, 1903.
- SCHNEIDER K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.
- SCHNEIDER K. C., Histologisches Praktikum der Tiere. Für Studenten und Forscher. Jena 1908.
- SCHOCKAERT R., L'ovogenese chez le Thysanozoon Brocchii. La cellule, T. XVIII u. XX, 1901 u. 1902.
- SCHREINER A. u. K. E., Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von Myxine glutinosa. Arch. de Biologie, T. XXI, 1904.
- v. SCHUMACHER S., Zur Biologie des Flimmerepithels. Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Wien, Math.-nat. Kl., CX. Bd., III. Abt., 1901.
- VAN DER STRICHT O., La formation des deux globules polaires et l'apparition des spermocentres dans l'oeuf de Thysanozoon Brocchi. Arch. de Biologie, T. XV, 1898.
- VEJDOVSKÝ F. u. MRÁZEK A., Umbildung des Cytoplasmas während der Befruchtung und Zellteilung. Nach Untersuchung am Rhynchelmisei. Arch. f. mikr. Anat., LXIII. Bd., 1903.
- WILSON E. B., The cell in development and inheritance. II. Edition, London 1906.
- ZIMMERMANN K. W., Studien über Pigmentzellen. Arch. f. mikr. Anat. XLI. Bd., 1894.

### Tafelerklärung.

Sämtliche Zeichnungen sind mit der ABBESchen Kamera in der Höhe des Arbeitstisches entworfen. Hieraus ergeben sich für die einzelnen Linsenkombinationen folgende ungefähre Vergrößerungszahlen:

Zeiß,	Apochromat hom.	Imm. 2 mm	Ap. 1'40,	Kompensationsokular	18—4200 ×
"	"	"	2 mm	"	12—2800 ×
"	"	"	2 mm	"	8—1870 ×
"	"	"	2 mm	"	6—1400 ×
"	"	4 mm	"	"	6— 700 ×

Die Photogramme wurden mittelst der Horizontal-Vertikalkamera von Zeiß ausgefertigt bei vollem Balguszug, die Linsenkombinationen und Vergrößerungen sind folgende:

Zeiß, Apochromat hom. Imm. 2 mm Ap. 1:40, Projektionsokular 2—1000 ×  
 " " " " 2 mm " 1:40, Kompensationsokular 4—2000 ×

Sämtliche Objekte sind in Sublimat-Kochsalzlösung konserviert und mit HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin gefärbt.

#### Tafel I.

- Fig. 1. Einkerniger Amoebocyt mit großer ungeschichteter Sphäre aus dem Coelom. 1400 ×.
- Fig. 2. Desgleichen mit Körnchenkranz an der Sphärenoberfläche. 1400 ×.
- Fig. 3. Schnitt aus einem fünfkernigen Amoebocyt mit sechseckiger Sphärenmarkschicht. Rindenschicht nicht erkennbar. 1400 ×.
- Fig. 4. Amoebocyt aus der Typhlosolis. 1400 ×.
- Fig. 5. Desgleichen, stärker differenziert, Kern nicht getroffen (vgl. auch Photogramm Fig. 98). 1400 ×.
- Fig. 6. Einkerniger Amoebocyt mit sehr deutlicher Gerüststruktur des Centriols. 1400 ×.
- Fig. 7. Amoebocyt mit geschichteter Sphäre und Pseudochromosomenhülle um dieselbe. 1400 ×.
- Fig. 8. Amoebocyt mit körnchenfreien Pseudopodien, Kern nicht getroffen. Centriol mit schönem Gerüst. 1400 ×.
- Fig. 9. Vermutlich ganz jugendlicher Amoebocyt mit reichlichen Körnchen. Zentralgebilde nicht nachweisbar. 1400 ×.
- Fig. 10. Jugendlicher Amoebocyt mit Körnchenkranz um die Sphäre und einer Vakuole. Daran hängend ein Bakteroid. 1400 ×.
- Fig. 11. Desgleichen, doch ohne deutlichen Körnchenkranz. 1400 ×.
- Fig. 12. Schnitt aus einem mindestens vierkernigen Amoebocyt mit außerordentlich großem Centriol und radiär gebauter Sphärenmarkschicht (vgl. Photogramm Fig. 99). 1870 ×.
- Fig. 13. Amoebocyt mit unregelmäßig gestaltetem Centriol, kein Kern getroffen, um die Sphäre ein Korb von Pseudochromosomen, die auch ins periphere Plasma ausstrahlen. Breite Sphärenmarkschicht von unregelmäßigem Kontur. 1400 ×.
- Fig. 14. Amoebocyt mit schlanken Pseudopodien und stark ausgebildeten Pseudochromosomen. 1400 ×.
- Fig. 15. Amoebocyt mit nur auf die Sphärenperipherie beschränkten Pseudochromosomen, schmale Sphärenmarkschicht, großes Centriol. Im Plasma ein Bakteroid. 1400 ×.
- Fig. 16. Kleiner Amoebocyt mit reichlichen Pseudochromosomen. 1400 ×.
- Fig. 17. Kleiner Amoebocyt mit sehr unregelmäßig verteilten Pseudochromosomen. 1400 ×.
- Fig. 18. Amoebocyt des kleinen spinnenähnlichen Typus. 1400 ×.
- Fig. 19. Desgleichen. 1400 ×.
- Fig. 20. Großer zweikerniger Amoebocyt mit außerordentlich reichlichen Pseudochromosomen (vgl. auch Photogramm Fig. 87). 1400 ×.
- Fig. 21, 22, 23, 24. Einzelne stark vergrößerte Centriolen aus größeren Amoebocyt. 2800 ×.
- Fig. 25, 26, 27. Knospende Centriolen (Zweiteilung). 2800 ×.

- Fig. 28, 29, 30. Einzelne stark vergrößerte Centriolen aus kleineren Amöbocytenformen. 2800  $\times$ .
- Fig. 31. Knospendes Centriol (Dreiteilung). 2800  $\times$ .
- Fig. 32. Größtes beobachtetes Centriol, ähnlich dem in Fig. 12. 2800  $\times$ .
- Fig. 33. Dreiteiliges „Mikrocentrum“. 2800  $\times$ .
- Fig. 34. Eine normale Chloragogenzelle. 1400  $\times$ .
- Fig. 35. Eine Zelle aus einem abgelösten und bereits veränderten Chloragogenzellhaufen. 1400  $\times$ .
- Fig. 36. Ein schwächer vergrößerter solcher Haufen mit noch deutlich erkennbaren Zellgrenzen. 700  $\times$ .
- Fig. 37. Ein „Syncytium“. 1400  $\times$ .
- Fig. 38 bis 43. Schnittserie durch einen Amöbocyten mit dreiteiligem Mikrozentrum, in Auflösung begriffener Sphäre und einem abknospenden kleinen Amöbocyten. 1400  $\times$ .
- Fig. 44 bis 53. Ein kleines Syncytium, Schnittserie. 700  $\times$ .
- Fig. 54. Normale Chloragogengranula. 4200  $\times$ .
- Fig. 55. Mittleres Stadium der Veränderung der Chloragogengranula, entsprechend Fig. 35, 36. 4200  $\times$ .
- Fig. 56. Endstadium der Granulaveränderung, entsprechend Fig. 37. 4200  $\times$ .

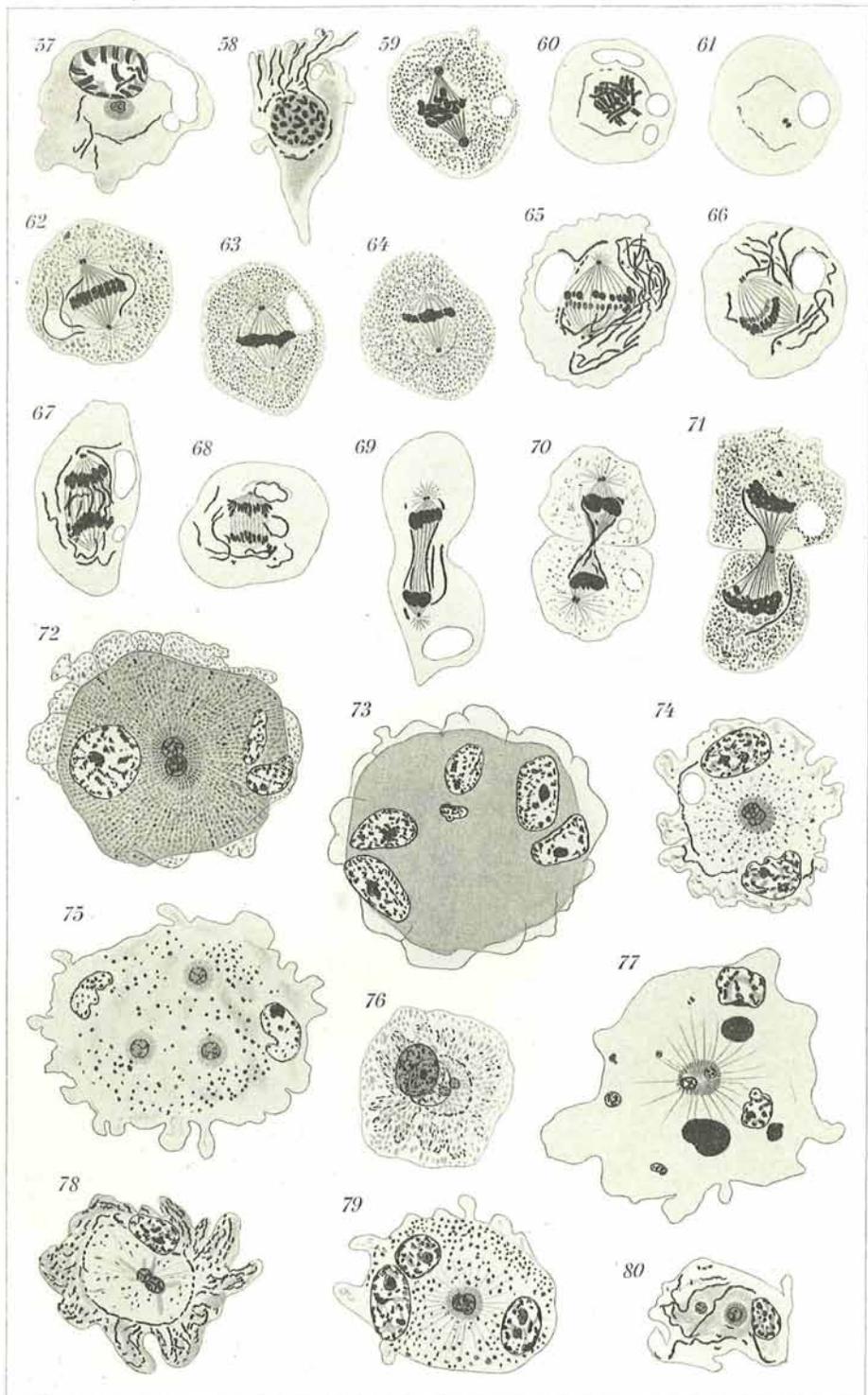
#### Tafel II.

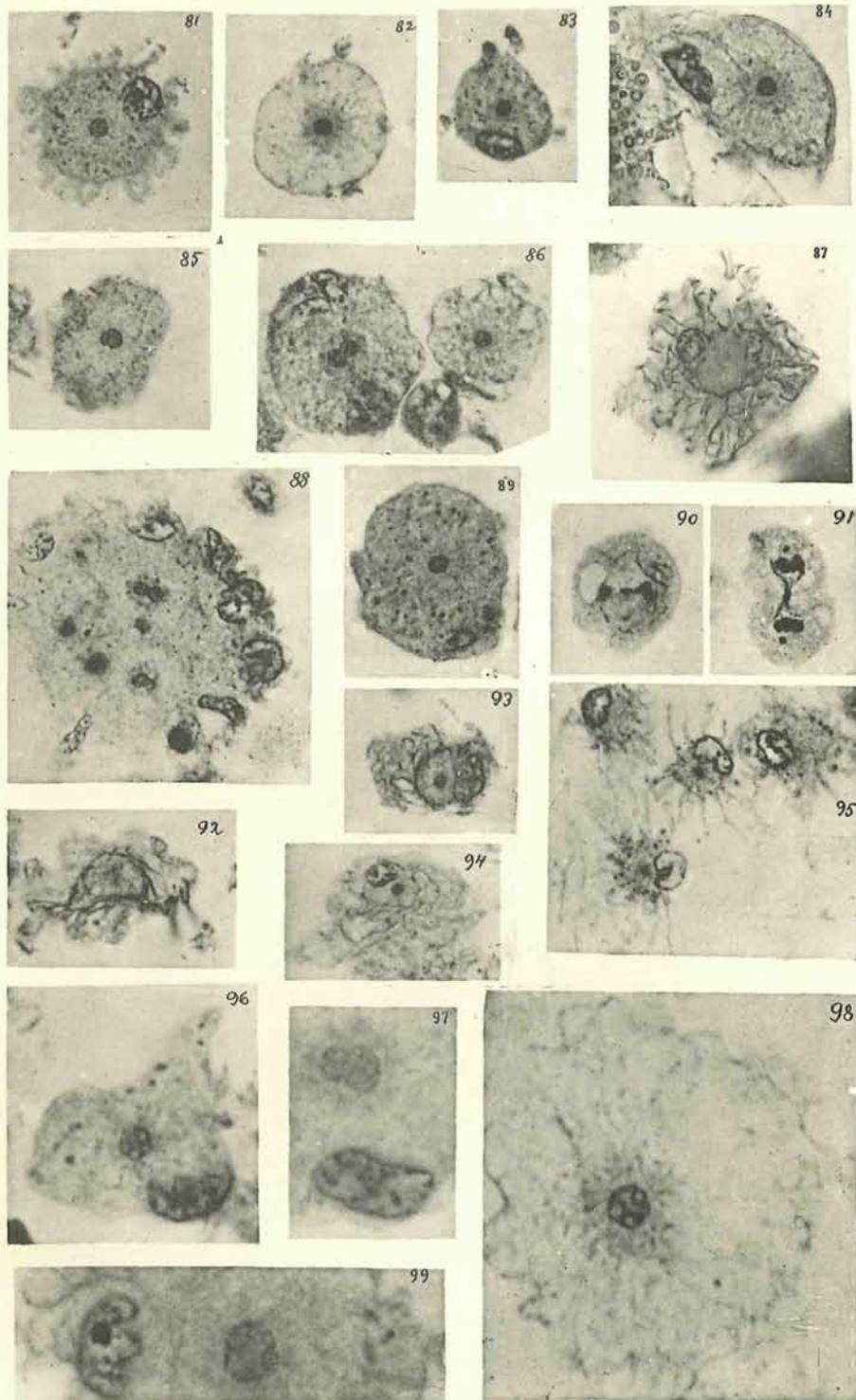
- Fig. 57. Knäuelstadium eines kleinen Amöbocyten, beginnende Teilung des Centriols, große Vakuole. 1400  $\times$ .
- Fig. 58. Beginnende Auflösung des Kernes. Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .
- Fig. 59. Übergang zum Asterstadium. Vakuole. Centriol an jedem Pole scheinbar einfach, noch groß, keine Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .
- Fig. 60 und 61. Zwei Schnitte quer durch eine Teilungsfigur. Chromatische Figur mit Längsspaltung. Centriol verdoppelt, bereits verkleinert. Vakuolen, Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .
- Fig. 62, 63, 64, 65, 66. Muttersternstadien mit doppelten Centriolen an den Polen, Vakuolen, Pseudochromosomen in verschiedenen Mengen. Fig. 63 und 64 gehören derselben Zelle an. 1400  $\times$ .
- Fig. 67, 68. Tochtersternstadien, Vakuolen, Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .
- Fig. 69, 70, 71. Endstadien der Mitose. Anlagerung der Pseudochromosomen an die Verbindungsfäden, Zwischenkörperchen, Vakuolen. Fig. 65 und 70 identisch mit Photogramm Fig. 90 und 91. 1400  $\times$ .
- Fig. 72 und 73. Schnitte aus einem achtkernigen Amöbocyten mit einem in Zweiteilung begriffenen Centriol (vgl. Photogramm Fig. 86). 1400  $\times$ .
- Fig. 74. Amöbocyt mit knospendem Centriol und spärlichen Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .
- Fig. 75. Größerer Amöbocyt mit vier getrennten Centriolen (nur drei in dem abgebildeten Schnitte enthalten). 1400  $\times$ .
- Fig. 76. Zweikerniger kleiner Amöbocyt mit zwei getrennten Centriolen in gemeinsamer Sphäre. 1400  $\times$ .
- Fig. 77. Schnitt aus einem zehnkernigen Amöbocyten mit zahlreichen Fremdkörpern und drei getrennten Centriolen (zwei davon sichtbar) in gemeinsamer Sphäre. 1400  $\times$ .
- Fig. 78. Amöbocyt mit doppeltem Centriol, diskontinuierlicher Sphärenmarkschicht und stark entwickelten Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .

- Fig. 79. Mindestens siebenkerniger Amöbocyt mit knospendem Centriol. 1400  $\times$ .  
 Fig. 80. Kleiner Amöbocyt mit zwei ganz getrennten Centriolen, eines mit, eines ohne Sphärenmarkschicht, Pseudochromosomen. 1400  $\times$ .

### Tafel III.

- Fig. 81. Einkerniger Amöbocyt mit großem Centriol, Sphärenmarkschicht und zahlreichen Pseudopodien. 1000  $\times$ .  
 Fig. 82. Amöbocyt, Kern nicht getroffen, Sphäre und Radien. 1000  $\times$ .  
 Fig. 83. Einkerniger kleiner Amöbocyt. 1000  $\times$ .  
 Fig. 84. Amöbocyt aus der Typhlosolis, dem Chloragogen aufsitzend. 1000  $\times$ .  
 Fig. 85. Ein Amöbocyt mit dreilappigem Centriol. Kein Kern getroffen 1000  $\times$ .  
 Fig. 86. Links der Amöbocyt der Fig. 72 und 73, Taf. II (man beachte die in Fig. 72 nicht zum Ausdruck gekommene unregelmäßige Form der einen Centriolhälfte), rechts ein Amöbocyt mit einfachem Centriol.  
 Fig. 87. Entspricht Fig. 20, Tafel I. 1000  $\times$ .  
 Fig. 88. Riesenzelle mit zahlreichen Kernen und Centriolen, davon eine Anzahl in Teilung (entspricht der Textfigur 28). 1000  $\times$ .  
 Fig. 89. Amöbocyt mit deutlicher Gerüststruktur im Centriol. Kein Kern getroffen. 1000  $\times$ .  
 Fig. 90 und 91 (entsprechen Fig. 65 und 70, Tafel II). 1000  $\times$ .  
 Fig. 92. Amöbocyt mit zahlreichen Pseudochromosomen, welche die Sphäre deutlich markieren. Kern nicht getroffen, Centriol unscharf eingestellt. 1000  $\times$ .  
 Fig. 93. Desgleichen. Kern und Centriol sichtbar. 1000  $\times$ .  
 Fig. 94. Desgleichen, doch weniger Pseudochromosomen. 1000  $\times$ .  
 Fig. 95. Spinnenähnliche kleine Amöbocyten. 1000  $\times$ .  
 Fig. 96. Einkerniger Amöbocyt mit deutlichem Gerüst im Centriol. 2000  $\times$ .  
 Fig. 97. Sektor aus einem Amöbocyten mit einem in Knospung befindlichen Centriol. 2000  $\times$ .  
 Fig. 98. Identisch mit Fig. 5, Tafel I. 2000  $\times$ .  
 Fig. 99. Ausschnitt aus dem Amöbocyten der Fig. 12, nur ein Kern scharf eingestellt. 2000  $\times$ .





H. Joseph phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Joseph Heinrich

Artikel/Article: [Die Amoebocyten von Lumbricus. Ein Beitrag zur Naturgeschichte der cellulären Centren. 1-60](#)