

Sonderdruck aus: »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie«. 131. Band, 3./4. Heft

Studien am Genus *Paramoeba* Schaud.

Neue Folge, I. Teil

Von

Constantin Janicki

(Warschau)

Mit 7 Abbildungen im Text und 5 Tafeln



5382.

1928

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

LEIPZIG

skut do
S-4452
19.9.50

Inhalt.

	Seite
Fritz Weyer, Untersuchungen über die Keimdrüsen bei Hymenopteren- arbeiterinnen. Mit 52 Abbildungen im Text und 25 Tabellen . . .	345
Cl. Fritz Werner, Studien über die Otolithen der Knochenfische. Mit 43 Abbildungen im Text	502
Constantin Janicki, Studien am Genus <i>Paramoeba</i> Schaud. Neue Folge, I. Teil. Mit 7 Abbildungen im Text und Tafel II—VII	588
Friedrich Bock, Die Hypophyse des Stiehlings (<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.). Mit 15 Abbildungen im Text und Tafel VIII und IX	645

An die Mitarbeiter der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.

Die Zeitschrift steht offen wissenschaftlichen Arbeiten aus allen Gebieten der Zoologie. Sie erscheint in zwanglosen, einzeln berechneten Heften; ein Band umfaßt etwa 40 Druckbogen.

Zwecks raschester Veröffentlichung der eingesandten Beiträge müssen die Manuskripte **vollständig druckfertig** eingeliefert werden. Nachträgliche Einfügungen und ausgedehntere Änderungen verursachen hohe Kosten, die dem Autor berechnet werden müssen.

Den Tafelzeichnungen soll eine Anordnung beigelegt sein, die dem Raum des in der Zeitschrift üblichen Formates angepaßt ist. Vorlagen für Textabbildungen sind auf besonderen Blättern beizulegen. Die Zahl der Tafel- und Textabbildungen wolle auf das nötige Maß beschränkt werden. Der Verlag wird auf Wunsch den Mitarbeitern eine Anleitung für die Anfertigung von Zeichnungen für Tafel- und Textabbildungen sowie insbesondere eine solche für die Korrektur der Abbildungen zusenden.

Im allgemeinen Interesse der Fachkreise erscheint es dringend geboten, den Umfang der Beiträge durch knappe Fassung des Textes einzuschränken. Der Höchstumfang der in der Zeitschrift erscheinenden Arbeiten ist auf 5 Druckbogen festgesetzt; nur aus besonderen Gründen können längere Arbeiten aufgenommen werden, doch wird in diesem Falle um eine vorherige Anfrage gebeten.

Die Mitarbeiter erhalten von ihren Beiträgen, wenn diese 2 Druckbogen nicht überschreiten, 100, wenn sie umfangreicher sind, 60 Sonderabdrücke kostenlos; weitere Exemplare werden zum Selbstkostenpreis berechnet.

Das Honorar beträgt 40 M. pro Bogen.

Manuskripte und Anfragen wegen Einlieferung solcher werden erbeten an die Herausgeber: Prof. W. Schleip, Würzburg, Zoologisches Institut oder Prof. J. W. Harms, Tübingen, Zoologisches Institut.

„Kühnscherf“ Museumsschränke
aus Eisen und Glas.
Bestbewährtes Fabrikat von internationalem Ruf.
Aug. Kühnscherf & Söhne Dresden-Al.

Überreicht vom Verfasser

Sonderdruck aus Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Band 131, Heft 3/4.
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig, 1928.



**Studien am Genus *Paramoeba* Schaud.
Neue Folge, I. Teil.**

Von

Constantin Janicki (Warschau).

Mit 7 Abbildungen im Text und Tafel II—VII.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	588
1. Geschichtliches	589
2. Der Kern, das Centrosoma und die Kernteilung	592
3. Der »Nebenkörper«	607
4. Über die Natur des »Nebenkörpers«	615
5. Vergleichendes über die Zell- und Kernteilung bei <i>Paramoeba</i>	628
Literaturverzeichnis	640
Erklärung der Tafeln II—VII	641

Einleitung.

Im Band CIII dieser Zeitschrift habe ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen über parasitische *Paramoeba*-Arten niedergelegt auf Grund eines Aufenthaltes im Jahre 1911 an der Zoologischen Station in Neapel sowie in Messina. Die noch ungelöst gebliebenen Probleme dieses eigenartigen Rhizopoden hatten mich bewogen, die akademischen Frühjahrsferien des Jahres 1913 wieder in Messina zuzubringen. Viele Umstände seit 1914 haben mir nicht erlaubt, die vorliegende Publikation früher abzuschließen¹. — In dieser Arbeit berichte ich nur über einen Teil der von mir in Angriff genommenen Fragen, nämlich über die Entdeckung des Centrosomas in der Nähe des Hauptkerns, über die Ein-

¹ Die Analyse meines sehr reichhaltigen Materials an mikroskopischen Präparaten wurde im Jahre 1914 und 1915 während meiner Privatdozentenzeit in Basel daselbst an der Zoologischen Anstalt durchgeführt. Die im säurefreien GRÜBLERSchen Canadabalsam ausgezeichnet erhaltenen Präparate wurden sodann viel später in Warschau einer erneuten Revision unterzogen.

zelheiten der Kernteilung, sowie über die Natur des SCHAUDINNSchen »Nebenkörpers«. Einzelne Teile des Lebenscyclus von *Paramoeba* werden absichtlich hier nicht erörtert. Die mir schon vorliegenden Andeutungen bedürfen noch einer gründlichen Vertiefung an der Meeresküste.

Nach vielen Jahren trage ich die Dankesschuld an meinen verehrten Kollegen, Herrn Prof. L. SANZO in Messina, ab. Ihm verdanke ich die Arbeitsmöglichkeit im Dorfe Ganzirri bei Messina, bevor noch das gegenwärtige imposante »Istituto centrale di Biologia marina« in Messina errichtet worden war.

1. Geschichtliches.

Bekanntlich war es dem Scharfsinn FRITZ SCHAUDINNS vorbehalten, in Meerwasseraquarien des Berliner Zoologischen Instituts im Jahre 1896 einen rhizopodenartigen Organismus entdeckt zu haben, dessen Eigenart gegenüber den Amöben durch die Gründung des Genus *Paramoeba* dokumentiert wurde. Die einzige, damals bekannte Species, *P. Eilhardi*, weist nach SCHAUDINN drei Zustände im Entwicklungszyclus auf: den Amöben-, den Cysten- und den Flagellatenzustand. Die Amöben, die sich durch Zweiteilung vermehren, gehen am Ende ihres vegetativen Lebens in den Cystenzustand über. Der Cysteninhalte teilt sich in zahlreiche Teilstücke, die sich zu den zweigeißeligen Flagellaten ausbilden und die Cystenhülle verlassen. Die chromatophorenhaltigen Flagellaten sind durch die Vermehrung durch Längsteilung charakterisiert und gehen zuletzt unter Verlust der Geißeln sowie der Chromatophoren in den Amöbenzustand über. Der Entwicklungszyclus wurde nicht nur an den lebenden Tieren, sondern auch an Serien konservierter und gefärbter Individuen verfolgt. »Zu dem Gattungsnamen *Paramoeba* muß ich von vornherein bemerken, daß er durchaus provisorisch ist, denn ich glaube sicher, daß man bei vergleichendem Studium gewisser Flagellaten den Schwärmerzustand unseres Organismus bei einer schon bekannten Gattung dieser Protozoen wird unterbringen können« (28, S. 33). — Alle Zustände dieses Organismus waren durch den Besitz eines dicht neben dem Kern gelegenen, stark lichtbrechenden, scharf konturierten Gebildes ausgezeichnet, das von SCHAUDINN mit einem ganz indifferenten Namen als »Nebenkörper« bezeichnet wurde. — Die Teilung der Amöbe hatte SCHAUDINN nur zweimal am lebenden Tier beobachten können, sie erfolgt ähnlich wie bei den andern Amöben als allmähliche Zerreißen in zwei Stücke. »Das Verhalten des Kerns und Nebenkörpers bei der Teilung konnte ich bisher nicht vollständig

ermitteln. In den beiden Fällen, in denen ich die Teilung beobachtete, besaßen die Tiere schon zwei Kerne und zwei Nebenkörper. Nun habe ich aber unter den konservierten Amöben solche, die schon zwei Nebenkörper auf entgegengesetzten Seiten des Kerns aufweisen; hieraus dürfte folgen, daß die Teilung des Nebenkörpers vor der des Kerns erfolgt. In den betreffenden Amöben zeigten die Kerne bereits Veränderungen, die auf mitotische Kernteilung hinwiesen« (S. 35). — Besonders bemerkenswert erscheint die Schilderung der Teilung im Flagellatenzustand. Die Pole der Nebenkörperspindel kommen an die Pole der mit den Chromosomen durch feinstreifige Struktur verbundenen Kernspindel zu liegen. Die erlangten Resultate genügen, »um auf die große Übereinstimmung im Verhalten des Nebenkörpers mit der Bildung der HERMANNschen Centralspindel bei den Metazoenzellen hinzuweisen. Ob aber diese Ähnlichkeit genügt, um daraus auf eine Homologie des Nebenkörpers mit den Sphären der Metazoen zu schließen, will ich hier nicht entscheiden« (S. 40). — Die mögliche Bedeutung des »Nebenkörpers« suchte SCHAUDINN nach drei Richtungen zu präzisieren und den Nebenkörper zu betrachten 1. als ein »dem Pyrenoid der Chlamydomonaden und anderer Flagellaten vergleichbares Gebilde« (S. 38), 2. als ein Homologon der Sphäre der Metazoenzellen und 3. als einen »dem Nebenkern der Infusorien« homologen Zellbestandteil. »Schließlich scheint mir die Idee, daß der Nebenkörper Beziehungen zu allen drei Gebilden (Pyrenoiden, Sphaeren, Nebenkernen) haben könnte, nicht zu absurd, um ausgesprochen zu werden« (S. 40). — Der Zeugungskreis einer Amöbe mit einem Flagellaten wäre nach SCHAUDINN »nur eine Bestätigung des von den meisten Autoren angenommenen innigen Zusammenhanges dieser beiden Protozoengruppen« (S. 41).

Im Jahre 1912 bin ich in der Lage gewesen, über den Bau und über den Lebenscyclus zweier parasitisch in der Schwanzleibeshöhle von Chaetognathen lebenden Formen zu berichten, *P. pigmentifera* (GRASSI) und *P. chaetognathi* (GRASSI [19]). Den »Nebenkörper habe ich als »Nucleus secundus« bezeichnet, der sich in regelmäßigen Intervallen dauernd im Teilungszustande erhalten hätte. Meine Studien knüpfen an Beobachtungen von G. B. GRASSI aus dem Jahre 1881 an (16). Wenn ich die Entdeckung der parasitierenden Formen durch GRASSI nur an dieser Stelle erwähne, so geschieht das deshalb, weil für die Paramöbenforschung die als »Amöben« beschriebenen Organismen erst durch meine Untersuchungen Bedeutung gewonnen haben. — Auf Grund meines Beitrags ist die Kenntnis des Genus *Paramoeba*, wie ich denke, bedeutend vertieft worden, ohne daß es freilich gelungen gewesen wäre,

zahlreiche rätselhafte Züge im Bau und im Cyclus vollständig aufzuklären.

Neues, wenn auch offenbar in beschränktem Maße ausgenütztes Material stand im Jahre 1922 den brasilianischen Autoren GOMES DE FARIA, A. M. DA CUNHA und CESAR PINTO zu Gebote (13). Die Verfasser haben ihre Amöbe, *P. Schaudinni* n. sp., wiederum in einem kleinen Meerwasseraquarium in Rio de Janeiro-Manguinhos (Brasilien) aufgefunden; das Aquarium enthielt »zahlreiche Flagellaten«, und die Amöben sind erschienen, als die Zahl der Flagellaten im Abnehmen begriffen war. Der Rhizopode konnte auf einem besonderen, von den Verfassern hergestellten Nährboden monatlang kultiviert werden¹. Weder eingekapselte Zustände, noch Geißelformen konnten von den Verfassern beobachtet werden. Die Untersuchungen beziehen sich auf den Bau und die Teilung der Amöben. Der SCHAUDINNSCHE Nebenkörper wird als »Paranucleus« = »Nebenkern« bezeichnet. Die Verfasser sind geneigt, die von mir gegebene Interpretation dieses Gebildes als eines in Teilung begriffenen zweiten Kerns anzunehmen.

Damit sind die sachlichen, auf beobachtetes Material sich gründenden Beiträge zur Kenntnis von *Paramoeba* erschöpft. — Wohl sicher auf einem Irrtum beruhte die seinerzeit durch C. F. CRAIG vorgenommene Einreihung eines im Menschen parasitierenden Rhizopoden in das hier diskutierte Genus (*Paramoeba hominis* CRAIG 1906). Von CALKINS ist diese auf den Philippinen beobachtete Form im Jahre 1913 in das Genus *Craigia* verwiesen worden, das möglicherweise noch eine andre im Menschen parasitierende Species, *Cr. migrans* BARLOW 1915 aus Honduras umfaßt. — In der folgenden Darstellung bleiben diese weniger bekannten, selten festgestellten Arten ohne Berücksichtigung.

Seinerzeit, nach dem Erscheinen der Arbeit SCHAUDINNS, stand *Paramoeba* im Vordergrund des Interesses, da an die Existenz des rätselhaften »Nebenkörpers« weitläufige theoretische Erwägungen über die Phylogenese des Centrosoms sowie über die Doppelkernigkeit der Zelle vielfach angeknüpft worden sind (SCHAUDINN, HARTMANN und v. PROWAZEK, CHATTON). Diese Theorien konnten in Anbetracht der von mir 1912 gelieferten Beobachtungen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten werden.

¹ »Der gebrauchte Nährboden bestand aus einer Infusion von Kohlblättern in filtriertem Meerwasser, welchem 0,5% sterilisiertes Agar hinzugefügt wurde; dann wurde er in DRYGALSKI-Platten verteilt, wo die Kulturen gemacht wurden« (13, S. 102).

In systematischer Hinsicht sei hinzugefügt, daß DOFLEIN 1916 einen ersten Versuch unternommen hatte, die Ordnung *Amoebina* (EHRENBERG) in Gruppen einzuteilen. Er unterscheidet folgende drei Familien: *Bistadidae*, *Amoebidae* und *Paramoebidae* (10, S. 667).

2. Der Kern, das Centrosoma und die Kernteilung.

Der Kern im Ruhezustand erscheint als ein Bläschen¹ von rundlichem bis ovalem Umriß, die Wölbung in der längeren Achse ist nicht immer gleich; er kann auch schwach eingedellte Gestalt aufweisen, so z. B. mitunter durch den eingedrückten, dann in nächster Nähe befindlichen Nebenkörper beeinflusst, ferner wieder etwa halbmondförmig erscheinen, was aber keineswegs die Regel bedeutet. Das Bild Taf. VI, Abb. 3a meiner früheren Arbeit ist sehr naturgetreu reproduziert (19). Die Größe des Kerns in Ruhe variiert innerhalb sehr geringer Grenzen; der längere Durchmesser beträgt etwa 0,014 mm. Hingegen wächst die Größe des Kerns in der Prophase beträchtlich bis über 0,018 mm (s. u.). Eine Kernmembran muß ich wohl ohne jeden Zweifel dem Kern zusprechen; es ist namentlich das Konstantbleiben der Kerngestalt bei lebhaften Strömungen des Plasmas und Deformationen der Amöbe, was zugunsten einer Kernmembran spricht (vgl. dagegen die Ansicht von BĚLAŘ, 6, S. 244). — Durchaus typisch für den Kern ist der Besitz des Binnenkörpers (Caryosoms); im Ruhezustand fehlt er nie. Seine Gestalt ist gestreckt-oval, seltener nierenförmig, die Umgrenzung gegenüber dem Kernhauptraum in der Regel scharf und deutlich. Wie ich schon früher mitgeteilt habe, ist er sehr chromatinreich, und diese Angabe muß ich aufrecht erhalten, trotz der in neuerer Zeit bezüglich ähnlicher Fälle ausgesprochenen Zweifel. Ich betone seine intensive Färbbarkeit mit DELAFIELDS Hämatoxylin und namentlich auch mit Boraxkarmin. Am Leben läßt Methylgrünessigsäure (GRÜBLER) den Kern sehr deutlich hervortreten, der Binnenkörper erscheint sehr scharf, dunkelgrün gefärbt, wenn auch das Chromatin des Außenkerns nicht besonders augenfällig wird. Auch läßt sich nach FLEMMINGS Fixierung der Binnenkörper gut mit Karbol-Fuchsin darstellen, während die übrigen Strukturen dabei nicht hervortreten. Die Eigenschaften des Binnenkörpers dürften entschieden auf seinen Charakter als Amphinucleolus im Sinne R. HERTWIGS hindeuten. In dieser Hinsicht besteht eine gewisse Übereinstimmung mit den Angaben der eingangs genannten brasilianischen Autoren für die von ihnen untersuchte freilebende Art, wenn

¹ Dieser Ausdruck sei erlaubt, trotz des wohl allzuschärfen Ausfalls BĚLAŘS HEIDENHAIN gegenüber (6, Anm. 11, S. 552).

auch die scharfe Gegenüberstellung dem SCHAUDINNSchen Fall gegenüber wohl nicht berechtigt ist. Die Autoren schreiben: »Die hier studierte Art ist von der von SCHAUDINN beschriebenen dadurch verschieden, daß sie einen Kern hat, dessen sehr großes Caryosom fast das gesamte Chromatin des Kerns in sich faßt, während in der *P. Eilhardi* dieses stark entwickelt und von unzähligen Körnchen in der Kernsaftzone vertreten ist« (13, S. 105). Den Binnenkörper zeichnet außer dem Besitz von Chromatin seine mehr oder weniger starke Vacuolisierung aus. Eine durchaus homogene Zusammensetzung zeigt der Binnenkörper wohl nur selten. Die Vacuolisierung kann im einzelnen sehr verschieden sein. Bald ist es ein einziger Hohlraum, der eine Flüssigkeit einzuschließen scheint, mitunter von einer Ausdehnung, daß die Substanz des Binnenkörpers selbst nur als ein Randsaum erscheint; bald liegt eine größere Anzahl sehr kleiner Vacuolen vor; dann wiederum kann der wohl flüssige Inhalt in etwa radial angeordneten Kanälen eingeschlossen sein, so daß der Binnenkörper eine Zusammensetzung aus einzelnen gesonderten Brocken von verschiedener Größe gewinnt; schließlich kommen auch kanalartige Bildungen vor, welche der Umgrenzung des Binnenkörpers annähernd parallel verlaufen (Taf. II, Abb. 2). Außerdem verzeichne ich, daß in seltenen Fällen, und gerade bei stark niereenförmiger Gestalt, im Binnenkörper bänderartige, faserige Strukturen, in der Richtung seiner längsten Achse verlaufend, sehr deutlich zum Vorschein kommen. — Meine frühere Angabe: »Vergeblich habe ich bis jetzt im ruhenden Kern und besonders in dessen Binnenkörper nach einem Centriol gesucht« (19, S. 462), muß ich vollständig aufrecht erhalten, und zwar auf Grund der Durchsicht eines außerordentlich reichen Materials; im Lichte des weiter unten Mitzuteilenden wird das übrigens verständlich.

Im Kernsafttraum (»Außenkern« der neueren Autoren) findet sich das Chromatin in staubförmiger Anordnung; in der dem Binnenkörper unmittelbar anliegenden Zone fehlen die Chromatisstäubchen. Im übrigen läßt sich im Ruhezustand bei geringem Volumen und dichtem Staub keine weitere Struktur im Kernsafttraum wahrnehmen (vgl. weiter unten). Nur ganz sporadisch finde ich, namentlich an Boraxkarminpräparaten, ein größeres, distinktes chromatisches Korn in der Nähe des Binnenkörpers vor.

Die Lage des Kerns in der Amöbe, sofern diese nicht extrem gestreckt ist, scheint eine beliebige zu sein; immerhin zeigt der Kern vielfach die Tendenz, an der äußeren Körperperipherie sich irgendwo einzustellen.

Die beginnende Teilung des Amöbenkörpers äußert sich zunächst 1. im Erscheinen des Centrosomas mit Strahlung, 2. in der sehr charakteristischen Prophase des Kerns.

Bezüglich des Centrosomas ist zu sagen, daß unter den wenigen Fällen, wo in neuester Zeit Centrosomen bei Amöben beschrieben worden sind (GLÄSER, ARNDT), *P. pigmentifera* wohl einen ausnehmend günstigen und schönen Zustand vertritt, dessen Analyse freilich eine vollkommene technische Beherrschung erfordert, weshalb mir die Entdeckung bei meiner ersten Serie von Untersuchungen nicht gelungen war. Dieses Gebilde wird ganz besonders deutlich in Präparaten zur Darstellung gebracht, welche in FLEMMINGScher oder HERMANNscher Lösung fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt worden waren; es wird auch bei DELAFIELDS Färbung (hier dank der vorhergegangenen Osmierung), gefärbt, in osmierten Präparaten kann es nach Eosin einen rötlichen Ton annehmen. Nicht aufzufinden ist hingegen das Centrosoma in SCHAUDINN-DELAFFIELDS Präparaten, sowie in Pikrinessigsäure-Boraxkarminpräparaten. (Nach den zwei letztgenannten Methoden habe ich vornehmlich in der ersten Serie 1912 gearbeitet.) — Ich habe keine Gelegenheit gehabt, das betreffende Stadium der Amöbe im lebenden Zustand zu untersuchen.

Das Centrosom erscheint als ein kleines, je nach der Wirkung des Fixierungsmittels mehr oder weniger dunkles, sphärisches Gebilde, welches ausnahmslos in einem besonders gearteten Plasma eingebettet ist. Das feinkörnige Plasma zeigt eine vortreffliche, auf jenes Gebilde centrierte Strahlung von einem beträchtlichen Umfang, es entbehrt jeglicher besonderen Bestandteile (wie Nahrung, Plasmaproducte) und weist auch das Fehlen der sonst überall so typischen Vacuolisierung auf. Selbst bei weniger deutlicher Darstellung im Präparat, wenn man die Richtung der Strahlen scharf mit dem Auge fixiert, gelangt man unfehlbar¹ auf diesen, das Centrum der ganzen Figur einnehmenden Körper. Ich zweifle nicht, daß das eigenartige Plasma innerhalb der Amöbe als Archoplasma im Sinne BOVERIS zu bezeichnen ist. Das Centrosoma selbst, von der sphärischen Gestalt selten abweichend, zeigt mitunter im Innern einen helleren Raum; ein Centriol ist nicht nachzuweisen, es müßten freilich wohl besonders daraufhin gerichtete Differenzierungsmethoden angewandt werden. Auf geeigneten Präparaten erscheint das Centrosoma deutlich dunkel, ohne aber scharf konturiert zu sein.

¹ Bei Anwendung von künstlichem Licht und ZEISS' homogener Immersion, 2 mm Apert. 1,40, Comp. Oc. 5 oder 8.

Archoplasma mit Centrosom liegen stets der einen Flanke des länglichoval gestalteten Kerns dicht an. Irgendeine regelmäßige Beziehung zwischen dem Archoplasma und dem »Nebenkörper« SCHAUDINNS ist nicht vorhanden. Dagegen tritt außerordentlich deutlich eine Abhängigkeit zwischen dem Centrosom und der speziellen Konfiguration des Kerns zum Vorschein. An der dem Centrosom zugewandten Flanke nämlich ist der Kern in sehr charakteristischer Art und Weise eingedellt. Manchmal erscheint diese Stelle am Kern als ein »herzförmiger« Einschnitt (Taf. II, Abb. 1 und 2); in der Regel aber handelt es sich um eine ausgesprochene Einsenkung im Kern, welche von einigen wenigen, etwa lippen- oder zackenartigen Vorsprüngen des Kerns umsäumt ist. Dieses letztere Verhalten ist schematisch in der Aufsicht in der Abb. 1 dargestellt.

Ohne Zweifel dürfte zwischen der deformierten Flanke des Kerns und dem Centrosoma bzw. der Strahlung eine dynamische Beziehung festzustellen sein (siehe weiter unten). — Dagegen habe ich trotz eifrigen Suchens keine Anhaltspunkte gefunden, um etwa eine Entstehung des Centrosomas aus dem Kern annehmen zu können. Da ich die Frage nach einer Persistenz des Centrosoms unberührt lassen muß, kann ich gegenwärtig nach dem mir vorliegenden Material nicht mehr sagen, als daß zu einer bestimmten Zeit im Lebenscyclus unsrer Amöbe in der Nähe des Kerns ein deutliches Centrosom mit Plasmastrahlung erscheint (die Sphäre); die Genese dieses Gebildes bleibt mir dunkel.

Der Zustand des einheitlichen Centrosomas muß, nach meinen Präparaten zu schließen, eine Zeitlang persistieren. Indes weiterhin, ohne daß der Kern selbst in eine neue Phase eingetreten wäre, unterliegt das Centrosoma der Teilung (Taf. II, Abb. 2). Wohl unmittelbar darauf dürfte die polare Einstellung der beiden Centrosomen sowie Ausbildung

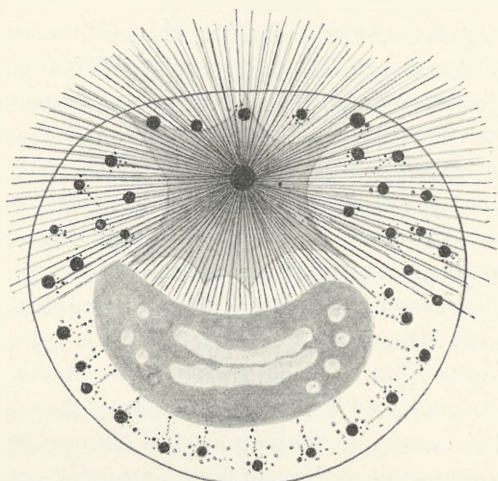


Abb. 1. *P. pigmentifera*. Kern in der »Evidenzphase«, Centrosoma vor der Teilung, Strahlung. Durch dunkleren Ton ist die tiefe Eindellung im Kern, von eingekerbten Rändern der Kernmembran umgeben, dargestellt. In der Vertiefung liegt das Centrosoma. Halbschematisch.
Vergr. etwa 3000fach.

der Strahlungsfigur am entgegengesetzten Pole, rücksichtlich der Anfangsstrahlung, folgen. Stadien, wie sie in Abb. 3 und 4 abgebildet sind, lassen sich verhältnismäßig oft antreffen. Auch hier wiederum ist meiner Ansicht nach eine dynamische Wirkung der Polstrahlung auf den in die Richtung der die Centrosomen verbindenden Achse eingestellten Kern nicht zu verkennen. Der Kern erscheint gegenüber der unbeeinflussten Gestalt im Ruhezustand gleichsam wie eingedrückt durch die von den Centren ohne Zweifel ausgehenden Kräfte. Das veranschaulicht die Abb. 3, noch mehr aber, geradezu im extremen Zustand, die Abb. 4. Es können für diese Art der Deformation des Kerns keine andern, etwa zufällig im Präparat entstandenen Umstände verantwortlich gemacht werden; meine Erfahrung an sonst tausendfach sich wiederholenden Bildern mag dafür bürgen. Und nicht nur in bezug auf den Kern dürfte die genannte dynamische Beeinflussung vorliegen; ihr ist es gewiß zuzuschreiben, daß in den polaren Archoplasmaansammlungen die gewöhnlichen Einschlüsse des Plasmas, Nahrungsbestandteile und Vacuolen, fehlen. Möglich, daß diese Kräfte, welche den Kern gewissermaßen direkt zusammendrücken, für die spätere Anordnung von Chromosomen in einem äquatorialen Ring verantwortlich zu machen sind. Diese dynamischen Zustände entsprechen wohl den Kräften, welche BĚLAŘ, sich namentlich auf die Beobachtungen A. KÜHNS stützend, den beiden aufeinanderwachsenden Halbspindeln zuschreibt, wenn auch die Verhältnisse bei *Paramoeba* und im letztgenannten Fall untereinander nicht direkt vergleichbar sind (6, BĚLAŘ, S. 477). Ich bin mit ARNDT in Übereinstimmung, wenn er bei Besprechung der gestaltenden Rolle des Centrosoms den Schluß zieht, es wäre in höchstem Grade wahrscheinlich, daß dem Centrosoma sowohl während der Teilung wie während der Zellruhe eine aktive Rolle zukommt, daß wir in ihm ein Kraftzentrum und nicht nur den „Ausdruck wirkender Kräfte“ (DOFLEIN) zu erblicken haben« (2, S. 57).

So deutlich nun das Centrosom bzw. die beiden Centrosomen in den geschilderten Phasen sichtbar sind, so dürftig wiederum sind meine Befunde über das spätere Schicksal und über die Funktion dieser Gebilde. Nicht etwa, daß mir weitere Stadien des Ablaufs der Kernteilung fehlten; im Gegenteil, diese sind recht häufig (siehe weiter unten). Der Nachweis der Centrosomen in ihnen läßt sich aber zur Zeit als sichere Regel und lückenlos nicht erbringen. Selbst dann, wenn die Spindelfasern jeweils nach den Polen konvergieren, bleibt im Centrum trotz Anwendung geeigneter Methoden das Centrosoma nicht sichtbar. Freilich sind wiederum auch vereinzelte Ausnahmen zu verzeichnen, wovon

die Taf. III, Abb. 13 Zeugnis ablegen mag. — Demnach bin ich also gegenwärtig nicht imstande, für einen kontinuierlichen Cyclus der Centrosomen Belege zu liefern.

Die Prophase der Kernteilung ist, wie schon gesagt, außerordentlich charakteristisch. Die Kernmembran bleibt ohne Zweifel erhalten; der Kern als Ganzes hat gegenüber dem Ruhezustand sichtlich an Größe zugenommen, sein längerer Durchmesser beträgt jetzt über 0,018 mm (vgl. auch JANICKI 1912, Taf. VI, Abb. 3a und b); selten wohl ist der Kern auf diesem Stadium regelmäßig rund, meist von Gestalt eines Rotationsellipsoids, oft durch Centrosomenwirkung deformiert. Der Binnenkörper erscheint groß, oft nierenförmig, verschiedentlich vacuolisiert. Von ihm aus lassen sich in vielen Fällen ohne jeden Zweifel radial im Kernsafttraum verlaufende Stränge wahrnehmen, welche der Gerüstsubstanz des Kerns zukommen dürften. Damit übereinstimmend berichten die vorhin genannten brasilianischen Autoren für *P. Schaudinni*: »Oft kann man Lininfäden beobachten, die von dem Caryosom ausgehen und an der Peripherie des Kerns enden« (13, S. 102, 103). — Gegenüber dem unscheinbar in Staubform während des Ruhezustandes verteilten Chromatin des Kernsafttraumes (= »Außenkern«) treten jetzt grob markierte, außerordentlich deutliche chromatische Brocken in nicht übermäßig großer Anzahl sowie in einer gewissen Regelmäßigkeit der Verteilung auf (vgl. Taf. II, Abb. 1—4; sowie JANICKI 1912, Taf. VI, Abb. 3b). Rücksichtlich der auffallenden Deutlichkeit der chromatischen Bestandteile der Kernsafttraumes könnte dieses Stadium mit Recht »Evidenzstadium« heißen. Die Grundlage für die Anordnung der Brocken gibt zweifellos die achromatische Gerüstsubstanz des Kerns ab; das achromatische Gerüst wird auf Präparaten osmiert, es speichert aber als solches keine Farbstoffe auf. Die achromatische Substanz kondensiert sich auch besonders in unmittelbarer Nachbarschaft der Brocken, zum Teil etwa flockenartig, und trägt wohl mit dazu bei, daß die Umrisse der Brocken wenig regelmäßig erscheinen, daß jeweils ein stark gefärbtes Korn von einem Anflug wenig färbbarer Substanz umgeben erscheint.

Die zunächstliegende Annahme für die offenbare Zunahme der chromatischen Substanz in der Kernsaftzone erblicke ich in einer Auswanderung dieser Substanz vom Binnenkörper aus, gewissermaßen gleitend auf den genannten radialen Bahnen. In dieser Hinsicht sehe ich mich veranlaßt, meinen Standpunkt von 1912 aufrechtzuerhalten, trotz der gegenwärtig herrschenden Neigung, einen derartigen Vorgang bei Protozoenkernen nicht anzuerkennen (vgl. weiter unten BĚLAŘ). Es mag

ein Passus meiner früheren Darstellung wiederholt werden: »Infolge dieser Chromatinwanderung nimmt der Chromatingehalt im Außenkern gegenüber den Ruhephasen zu; gleichzeitig geschieht daselbst eine Kondensation des sonst staubförmig verteilten Chromatins zu deutlichen, meist mit gezackter Peripherie versehenen Körnern. Dieselben erscheinen oftmals mit einer auffallenden Regelmäßigkeit im Kerngerüst, offenbar in dessen Knotenpunkten verteilt, und treten so scharf gesondert hervor, daß man sie abzählen kann. Manchmal begegnet man den Körnern in besonders lockerer Konstitution« (19, S. 476). Die Zahl der in Rede stehenden chromatischen Brocken läßt sich auf etwa 140 bestimmen.

Bei *P. chaetognathi* konnte ich in der Prophase anstatt der erwähnten chromatischen Brocken stäbchenartige Gebilde von etwas unregelmäßiger Gestalt und, infolge des Kontaktes mit dem achromatischen Gerüst, mit gezackten feinen Fortsätzen versehen beobachten. In ihrer Gesamtheit erinnerten die Stäbchen an ein nicht kontinuierliches Spirem, wie ein solches in typischer Form nach neueren Darstellungen bei Rhizopoden da und dort vorkommt (siehe weiter unten). Der Binnenkörper blieb in diesem Falle ebenfalls erhalten.

Nachträglich füge ich hinzu, daß die meist außerordentlich schöne, wie aufgedunsene Gestalt des Kerns auf dem vorliegenden Stadium nicht etwa auf Kosten einer künstlichen Wirkung von Reagenzien zurückzuführen ist; im gleichen Präparat zeigen jeweils die Kerne des Ruhestadiums eine andre, jenem Stadium angemessene Gestalt.

Die Metaphase spielt sich zunächst bei erhaltenbleibender Kernmembran ab; erst das Ende dieser Phase ist durch Auflösung der Membran gekennzeichnet. Zu betonen ist, daß der Kern oder, genauer gesagt, die Kernsaftzone (Außenkern) auf diesem Stadium eine gewisse Volumenkontraktion erleidet; dieser Vorgang ist physiologisch normal, und demgemäß läßt auch die zarte Kernmembran keinerlei Faltungen oder dergleichen erkennen. — Der Binnenkörper unterliegt einer Differenzierung in der Richtung der späteren Spindel. Manchmal, aber nicht immer, ist er in dieser Richtung gestreckt. Durchaus charakteristisch hingegen ist das Auftreten einer grobfaserigen Textur in der eben genannten Richtung. Diese Umwandlung des Binnenkörpers läßt sich in verschiedenen Stufen beobachten; sie scheint im Einzelnen nicht nach einem durchaus strengen Plan jedesmal abzulaufen. Typisch sind die Residualgebilde dieses Prozesses, welche im Allgemeinen in sehr gestreckter Hantelform erscheinen. Zuletzt, nachdem diese gestreckten Körper einem Durchreißen unterliegen, beobachtet man in einer jeden

Hemisphäre nur ein bis zwei derartige Restgebilde. Solche Befunde mögen zur Interpretation der »Hantelform« als etwaiger Centralorganellen verleiten; nach meinen Beobachtungen aber sehr zu unrecht. In diesem Sinne muß ich jetzt auch die Deutung der drei in meiner früheren Publikation beschriebenen Fälle korrigieren (19, S. 478, Taf. VII, Abb. 18c, Taf. VIII, Abb. 20a und b)¹.

Der Vorgang der »Zerfaserung«, möchte ich sagen, des Binnenkörpers geht Hand in Hand mit dem Auftreten von Spindelfasern innerhalb des Kerns, was mehrere Abbildungen deutlich illustrieren (Taf. II, Abb. 5, Taf. III, Abb. 6 und 7). Mehr als ein zeitliches Zusammenfallen von diesen zwei Vorgängen möchte ich zunächst im Obigen nicht sehen, und ich muß mich enthalten anzugeben, ob etwa die Spindel direkt aus der Substanz des sich auflösenden Binnenkörpers entsteht. Daß bei der Anlage der intranuclearen Streifung zwei Halbspindeln sich unterscheiden ließen, worauf neuerdings Gewicht gelegt wird, kann man nur gelegentlich feststellen (Taf. III, Abb. 8). Die Spindelfasern erscheinen in der ersten Anlage als kurze, unscheinbare Fäserchen, welche an die in einem Äquatorialring angeordneten Chromatinkörner (siehe unten) unmittelbar ansetzen; weiterhin werden sie länger und bilden eine richtige Spindelfigur. Zumeist läßt sich eine Konvergenz der Fasern gegen die Pole nicht wahrnehmen, eher, wie an einer Bürste die Haare stecken, so entspringen an den Chromosomen die Fasern; mitunter ist die Konvergenz derselben schwach ausgesprochen, die Spindel ist tönnchenförmig; seltener streben die Fasern deutlich den Polen zu, in diesem Falle ließ sich auch eine muldenförmige Vertiefung der Kernmembran an den beiden Polen wahrnehmen. Der Charakter der Spindelfasern, als direkt an die Chromosomen anknüpfend, scheint derjenige der Mantelfasern zu sein.

Irgendeine direkte Abhängigkeit zwischen den oben beschriebenen Centrosomen und dem Auftreten der Spindel innerhalb des Kerns läßt sich nicht konstatieren. Während der Metaphase war es mir nicht möglich, Centrosomen und Polstrahlungen zu beobachten. Immerhin muß ja im Auge behalten werden, daß eine zeitliche Gesetzmäßigkeit der Folge besteht. — Die später achromatische Figur des mitotischen

¹ Das habe ich übrigens bereits in meinen »Untersuchungen an parasitischen Flagellaten II«, diese Zeitschrift, 1915, getan (S. 667, Fußnote). BĚLAŘ hatte mit seiner Kritik recht behalten (6, S. 308, Fußnote); er konnte sich dabei (vgl. Anmerkung 30, S. 562) bereits auf meinen revidierten Standpunkt berufen. Eine diesbezügliche kritische Bemerkung von REICHENOW im Lehrbuch REICHENOW-DOFLEIN (S. 212) trifft somit das Richtige.

Bildes dürfte hiernach aus zwei Quellen herkommen: einer intra- und einer extranucleären Anlage. Eine weitere Analyse dieser Vorgänge ist einstweilen sehr schwer. Immerhin liegt, bei aller Annäherung von *Paramoeba* an Zustände bei den Metazoen, doch entfernt nicht eine »typische Heteroplastidenmitose« (BĚLAŘ) vor. Möglich, wie schon angedeutet, daß die aus dem Kern stammende Spindel Mantelfasern liefert, wogegen von den Centrosomen aus eine Centralspindel gebildet würde.

Die Metaphase ist charakterisiert durch ringförmige Anordnung im Äquator von winzigen, kornförmigen Chromosomen in großer Anzahl (vgl. Taf. II, Abb. 5, Taf. III, Abb. 6, 7, 8, 9 und 10). Diesen Zustand habe ich bereits im Jahre 1912 geschildert. Dagegen war es mir erst jetzt möglich, auf Grund von sehr geeigneten und reichlichen Präparaten über die Zahl der Chromosomen etwas Bestimmtes auszusagen. Demnach schätze ich die Zahl der Chromosomen bei *P. pigmentifera* auf Grund des Bildes der Äquatorialplatte auf etwa 140 (in meiner früheren Arbeit habe ich diese Zahl zu niedrig taxiert [19, S. 47]). Nicht überall treten die Chromosomen als distinkte Körner auf; manchmal ist ihre Anordnung sehr dicht, die Farbe wird durch Adhäsion auch zwischen den Körnern festgehalten, und es resultieren alsdann Bilder von massiven Platten bzw. von Ringen. Da beim Auseinanderweichen der Teilungsprodukte Verklumpungen vorkommen (siehe unten), so ist die Entscheidung, ob in der obigen Chromosomenzahl ein Zustand vor oder nach der Chromosomenspaltung der Metaphase vorliegt, direkt schwer zu entscheiden. Angesichts der Übereinstimmung aber mit der vorerwähnten Konstitution des Außenkerns in der Prophase betrachte ich die Zahl von etwa 140 als die normale für den diploiden Zustand. Die Verbindung zwischen Chromosom und Spindelfaser scheint vielfach eine sehr innige zu sein und sich im Umriß des Chromosomas zu verraten. Für ein wenig späteres Stadium hatte Ähnliches ARNDT bei *Hartmanella klitzkei* beobachtet: »Besonders in der frühen Anaphase ist der Zusammenhang der Spindelfasern mit den Chromosomen sehr schön zu beobachten. Diese erscheinen, besonders in den Eisenhämatoxylinpräparaten, an den Anheftungsstellen der Fasern zu Spitzen ausgezogen« (2, S. 48).

Wie die Chromosomen der Metaphase im einzelnen gebildet werden, darüber verfüge ich nicht über lückenlose Angaben. Es dürfte aber doch wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die deutlichen, groben, charakteristischen Brocken in der Kernsaftzone der Prophase bereits Vorstufen der echten Chromosomen sind. Jene Gebilde würden demnach eine Art

Kondensation erfahren — ein Prozeß, für den es sowohl bei den Metazoen wie bei den Protozoen an Vergleichsmomenten nicht fehlt (siehe z. B. bei ARNDT) — und wären aus dem zerstreuten Zustand in den äquatorialen Ring (ob wohl durch die entstehende Spindel?) eingeordnet worden.

Daß hier beträchtliche Schwierigkeiten vorliegen, mögen diesbezügliche negative Bestrebungen aus neuester Zeit beweisen. So z. B. schreibt ARNDT für seine Amöben: »Zweifelsfreie Bilder von der Teilung der Chromosomen habe ich trotz eifrigsten Suchens nicht zu Gesicht bekommen« (3, S. 666). In meinem Falle ist die Anordnung der Körner zu gedrängt, die Tendenz zur Färbung einheitlicher, massiver Ringe zu groß, als daß die Analyse ansetzen könnte.

Die Annahme von acht Chromosomen bei der Kernteilung von *P. Schaudinni* nach den brasilianischen Autoren glaube ich mit Vorsicht aufnehmen zu müssen. Die Figur, worauf die Autoren sich beziehen (13, Taf. XXIII, Abb. 4), eine angebliche »Äquatorialplatte«, scheint mir einer Telophase des Kerns zuzugehören. In den Tochterplatten der Taf. XXIII, Abb. 5 dürften sekundär kondensierte chromatische Elemente vorliegen.

Wie schon gesagt unterliegt mit Ablauf der Metaphase die Kernmembran einer Auflösung.

Der äquatoriale chromatische Ring erscheint auf einmal zu Beginn der Anaphase verdoppelt. Es dürften zunächst wohl immer zwei ringförmige Anordnungen vorliegen, in denen die einzelnen Chromosomen, etwa als Einkerbungen, sich mehr oder weniger verraten. Doch scheint bereits der Verlust einer sichtbaren Individualität der Chromosomen zugunsten einer einheitlichen, schlauchartigen Ringform des Chromatinbestandes deutlich angebahnt zu sein. Die betonte Ringform wird freilich nicht in aller Regelmäßigkeit bewahrt; einmal erleiden die Ringe eine Abplattung entsprechend der Kriechfläche der Amöbe, d. h. die Ebenen des Ringes stellt sich senkrecht zur Kriechfläche ein und der Ring selbst nimmt den Umriß etwa einer durchschnittenen Linse an, welcher Zustand in den Abbildungen durch das Hervorheben einer oberen bzw. einer unteren optischen Ebene angedeutet ist; sodann beginnt der »Schlauch« des Ringes Schleifen zu bilden, wodurch das Bild sich etwas kompliziert. Wo in der Anaphase die chromatische Substanz im Präparat einfach in Form eines mit unregelmäßigem Umriß versehenen Stabes erscheint — was eben oft genug geschieht —, dürfte darin nur der optische Ausdruck vorliegen für die sich genau miteinander deckenden Hälften des zusammengepreßten Ringes.

Die Spindelfasern sind in der Anaphase bald mehr, bald weniger deutlich sichtbar. Einen Idealfall stellt die Taf. III, Abb. 13 dar, wo sowohl die parallel verlaufenden Fasern zwischen den dicentrisch wandernden chromatischen Ringen deutlich erscheinen, wie auch polare Spindelanteile, hier in konvergierender Anordnung. Zudem sind in diesem Falle an den Polen Gebilde feststellbar, welche ich als Centrosomen auffasse; eine Strahlung fehlt. — Bemerken möchte ich freilich, daß dieser letztgenannte Fall, wenn er sich auch in Präparaten wiederholt, dennoch nicht ganz allgemeine Regel bildet. Für *P. schaudinni* wäre vielleicht ein deutliches spitzes Zulaufen der Spindelfasern an den Polen (mit Centriolen), wie es die brasilianischen Autoren beschreiben und abbilden (13, Taf. XXIII, Abb. 5), konstanter. — In meinem Material werden die polaren Spindelanteile mitunter mit nur ganz schwach angedeuteter Konvergenz beobachtet; in einem derartigen Zustande habe ich ein paarmal eine Reihe von mit Eisenhämatoxylin sich schwärzenden Körperchen (ob Centriole?) linear an einem der Pole feststellen können. Eine strenge Gesetzmäßigkeit ließ sich in all dem zuletzt erwähnten Verhalten nicht erkennen.

Ich finde es für angebracht, das Geschilderte als frühere Anaphase zusammenzufassen (Taf. III, Abb. 11—13, Taf. IV, Abb. 14—17) und weitere Vorgänge der dicentrischen Wanderung als spätere Anaphase anzuschließen. Die Grenze zwischen dieser und der Telophase ist schon dadurch gegeben, daß telophasische Rekonstruktion der Kerne in bereits gesonderten Tochteramöben sich abspielt. Einstweilen haben wir noch mit einer einheitlichen, in der Richtung der Spindelachse sich streckenden Amöbe zu tun. Bemerkenswert für diese in Taf. IV, Abb. 18 und 19, Taf. V, Abb. 20 und 21 abgebildeten Stadien der späteren Anaphase ist die beginnende Kernrekonstruktion, doch ohne das Erscheinen der Kernmembran und ohne Ausbildung des bläschenförmigen Kernsafttraumes. (Im Einzelnen ist die Grenze zwischen der »frühen« und der »späten« Anaphase offenbar nicht immer scharf durchzuführen.) Die schlauchförmigen, sich stets stark färbenden, durch einige Modifikation der früheren chromatischen Ringe entstandenen Gebilde geben jeweils die Grundlage für den Wiederaufbau der Kerne; sie erscheinen bald in V-Form, bald mannigfach verkrümmt und zum Teil gespalten. Auf der polaren Seite eines jeden dieser schlauchförmigen Gebilde wölben sich bei der gewöhnlichen Ansicht etwa halbsphärisch besondere feinkörnige, weniger färbbare, aber von dem umgebenden Körperplasma sich stets abhebende Substanzdifferenzierungen vor. Sie schließen etwa wie konvexe Schalen an die stark gefärbten Schläuche als Basis an; man darf, wenn auch eine Analyse auf Schnitten

nicht vorliegt, aus dem mikroskopischen Bilde sicher entnehmen, daß diese halbsphärisch umschriebenen Substanzmassen in der Kriechfläche platt gedrückt sind. Etwas später wohl lösen sich von diesen gefärbten Schläuchen chromatische Klumpen in Form von großen Körnern in die feingranuläre Masse ab. — Wenn man die voluminöse Ausdehnung der chromatischen Bestandteile in den Teilungsphasen berücksichtigt, so muß gesagt werden, daß auf ein Maximum der »Evidenzphase« ein Minimum in Form von kleinen Körnern der Metaphase folgt, und daß in der späteren Anaphase wiederum durch Verklumpung (»Verbackung«) der Körner und durch ihr zunehmendes Wachstum die Entfaltung an chromatischer Substanz beträchtlich zunimmt. — An der apolaren Seite des so gestalteten Tochterkerns lassen sich bald mehr, bald weniger deutliche Reste von Spindelfasern wahrnehmen. Polare Strahlung und Centrosomen sind in keinem Falle mit Sicherheit zu beobachten; doch ist aus einem später zu schildernden Stadium zu entnehmen, daß sie tatsächlich nicht fehlen dürften; auf jeden Fall müssen sie höchst unscheinbar sein, und die so überaus deutlichen Bilder der Prophase fehlen jedenfalls absolut.

Der geschilderte Ablauf war mir im wesentlichen schon im Jahre 1912 bekannt; es sei hier der betreffende Passus wiederholt: »Während der Rekonstruktion der Kerne gelangt eine sehr deutlich ausgeprägte Heteropolie in jedem Kern zum Ausdruck. Von den dicht aneinanderschließenden Chromosomen der Tochterplatten aus geht nämlich die Rekonstruktion des Kerns zunächst nur nach dem einen Pol vor, indem hier das Chromatin an einem sich jetzt bildenden Kerngerüst entlang auswandert und so die Grundlage für die eine Hälfte des späteren Kerns abgibt. Auf diese Weise entstehen kegel- bis halbkugelförmige, asymmetrisch in bezug auf die Tochterplatte angebrachte Aufsätze (Abb. 23, 25 und 26). Die andre Kernhälfte bleibt in dem Rekonstruktionsprozeß zurück; die Begrenzung der Tochterplatte nach dieser Seite zu behält ihren ursprünglichen Charakter, und in geeigneten Fällen kann man noch Spindelfasern sich an die Chromosomen ansetzen sehen (Abb. 26). Eine derartige Heteropolie wird regelmäßig in den Telophasen beobachtet« (19, S. 478 und 479). Wenn ich damals von »Heteropolie« gesprochen habe, so gebrauchte ich diesen Ausdruck für Verhältnisse an ein und demselben Kern.

Gegenwärtig muß ich kurz die Erscheinung einer Heteropolie der gesamten Kernteilungsfigur beim Übergang von den frühen zur späten Anaphase erwähnen, welcher Erscheinung freilich möglicherweise nur nebensächliche Bedeutung zukommt; ich habe sie aber zu oft beobachtet,

als daß ich darüber mit Stillschweigen hinweggehen sollte (Taf. IV, Abb. 17). Auffälligerweise ist mitunter nur der eine Tochterkern in dem eben geschilderten Stadium typisch begriffen; der andre bietet ein durchaus andres Bild dar: anscheinender Mangel der stark färbbaren schlauchartigen Gebilde, der Kern erscheint lediglich in Form von einer etwa oval umrissenen, schwach färbbaren, feingranulösen Substanz, welche ihre Hauptausdehnung in der Eebne der Kriechfläche zu haben scheint, demnach im Ganzen plattenförmig sein dürfte. Ich habe mir diese Bilder auf die Weise zu erklären versucht, daß die Ebene, in welche in der frühen Metaphase die chromatische Ringform fällt, um etwa 90° umkippt, so daß wir hiermit von einer ganz andern Seite den zur Rekonstruktion schreitenden Kern betrachten würden. Der Kern erscheint alsdann als eine ovale, stark zusammengepreßte Scheibe mit fein verteilten Chromatinkörnchen, wobei diese letzteren namentlich an der Peripherie der Scheibe eine dichtere Ansammlung aufweisen. Sollte es sich wirklich so verhalten, dann würde natürlich der »Heteropolie« keine Bedeutung zuzuschreiben sein, sie wäre einfach der Ausdruck für die im Leben wechselnde Lage des nur in der Richtung der einen Ebene stark entfalteten Kernes; er könnte diese oder jene Lage in der Zelle erlangen. Sehr deutlich beobachtete ich derartiges auch bei bereits durchgeschnürten Tochteramöben. Doch habe ich wiederum auch Fälle beobachtet, wo die chromatischen Substanzen, welche in der einen Lage des Kernes, dank ihrer starken Färbbarkeit, so überaus prägnant in die Augen fallen, in einer andern Lage geradezu unsichtbar geblieben waren. Hier scheint mir nun wirklich eine gewisse wesentliche Heteropolie vorzuliegen. — Ob aus den anscheinend differenten Kernen der Anaphase später zwei gleiche normale Tochterkerne resultieren, kann ich durch direkte Beobachtung naturgemäß nicht verbürgen. Es läßt sich in der Telophase, in den zumeist mehr oder weniger beieinander liegenden Tochteramöben, irgendeine deutliche Differenz der Kerne nicht wahrnehmen. Dieser Umstand scheint mir auszuschließen, daß wir hier etwa mit Bildung von Gametenkernen und mit Reifungserscheinungen zu tun gehabt hätten. Für eine solche Deutung fehlt übrigens auch sonst zur Zeit jede Veranlassung.

Wenn auch die Grenze zwischen den einzelnen Phasen, wie gesagt, nicht haarscharf durchzuführen ist, so ist doch die Telophase, abgesehen von der Spezifität des chromatischen Bildes, wie schon erwähnt, genügend charakterisiert: 1. durch ihren Ablauf in bereits gesonderten Tochteramöben, 2. durch das Wiedererscheinen der Kernmembran. Die Abb. 24—29, Taf. V beziehen sich auf diese Stadien. Wie schon auf

dem früheren Zustand dem Kern in Rekonstruktion ein plattenartiger Charakter zugeschrieben werden konnte, so wird diese Eigenschaft auch jetzt sich sehr deutlich dokumentieren. Die Abb. 28a und b, Taf. V illustrieren dieses Verhalten, wobei die zwei Ansichten sich auf ein und denselben Kern in verschiedener Höhe der Einstellung beziehen. Der Kern besitzt eine unregelmäßig umschriebene Kernmembran, er läßt sich auf ein platt zusammengedrücktes, ovales Bläschen zurückführen, dessen eine, früher nach der Spindelmitte zu gerichtete längere Flanke etwa in einem rechten Winkel in die Tiefe eingeknickt ist. (Das Erfassen der Kerngestalt erfordert demnach ein gewisses räumliches Sicheinfinden.) Zwischen den beiden, sich derart etwa rechtwinklig schneidenden Kernpartien läßt sich das strahlige typische Archoplasma, in geringer Ausdehnung, sowie ein unverkennbares Centrosoma wahrnehmen. Diese Analyse, das sei noch hinzugefügt, läßt sich freilich nur an einem besonders günstigen Fall durchführen. Im übrigen ist, wie schon früher gesagt, das Studium der Centrosomen und des Archoplasmas auf diesen Stadien eine höchst schwierige, undankbare Aufgabe.

Bezüglich der inneren Konstitution des wie geschildert gestalteten Kernes sei gesagt, daß jetzt wie in der Folge die von der Anaphase her bekannten schleifenartigen Gebilde die Grundlage darzustellen scheinen für die Abgabe von chromatischen Substanzen; mitunter ist die frühere V-Form auch jetzt mehr oder weniger deutlich bewahrt (Abb. 25 und 27, Taf. V). Die Kernmembran fällt nicht zusammen mit der Begrenzung der Krümmung der früher erwähnten halbsphärischen granulösen Massen. Der wesentliche Vorgang der Rekonstruktion dürfte darin bestehen, daß in dem mehr und mehr Bläschenform annehmenden Kern, an dem in Entstehung begriffenen achromatischen Reticulum, die chromatischen Substanzen sich in verschiedener Weise ausbreiten, wohl etwa ein Prozeß »pseudopodialer Streckung« im Sinne BĚLAŘS (6, S. 467); es kommen dabei zierliche, blättchen- bzw. rosettenartige Figuren zustande. Einen gewissen Abschluß dieses Vorgangs bildet ein Stadium, welches bereits im Jahre 1912 von mir gut abgebildet worden war (19, Taf. VIII, Abb. 27) und welches an manche Kerne der Metazoen erinnert. Der Kern ist oval, bläschenförmig, mit transparentem Kernsafttraum; die chromatische Substanz ist in Form eines Reticulums ausgebreitet, das an vielen Stellen stärkere Ansammlungen darbietet. Weitere Differenzierungen sind in einem solchen Kern nicht vorhanden. Eine vorletzte Stufe der Telophase bieten Bilder, die ich früher nicht hierher einbezogen habe (vgl. 19, S. 489, die dort gegebene Interpretation ist hinfällig). (Taf. V, Abb. 30, Taf. VII, Abb. 36). In einem bereits durchaus bläschen-

förmig gestalteten, aber relativ kleinen Kern finden sich viele, etwa längsovale, sowie rundliche Gebilde von verschiedener Größe, welche in ihrem Aussehen an den Binnenkörper des Ruhekernes erinnern; ihre Anzahl beträgt etwa 24—28. Dieses Stadium ist verhältnismäßig sehr selten, und aus diesem Grunde habe ich es in farbiger Darstellung, in der Tönung genau nach dem Präparat, beigefügt; vgl. auch meine früher gegebene Abbildung (19, Taf. IX, Abb. 33). Da der Kernraum sich nahezu vollkommen homogen verhält, kann ich zu keiner andern Schlußfolgerung gelangen, als die, daß das gesamte Chromatin eben in den ovalen Fragmenten aufgespeichert ist. Anfänge dieser Fragmente sind deutlich auf dem vorhergehenden Stadium (meine Taf. VIII, Abb. 27 der früheren Arbeit) etwa in Tröpfchenform zu erkennen. — Offenbar durch einen Prozeß der Verschmelzung dieser zahlreichen Binnenkörperbrocken wird der definitive Binnenkörper des Ruhekernes gebildet, während der Kernsaft, von jenem aus, nachträglich sein staubartig verteiltes Chromatin erhält. Dazugehörige Vergleichsmomente bei anderen Rhizopoden sind vorhanden (siehe weiter unten).

Bei der Unmöglichkeit einer Beobachtung im lebenden Zustand ist über die Dauer der einzelnen Phasen direkt nichts auszusagen. Immerhin ist aus dem relativen Vorkommen der einzelnen Stadien in meinem sehr reichlichen Material zu entnehmen, daß wohl am raschesten die frühe Anaphase ablaufen dürfte, daß hingegen die Pro- und die Telophase von längerer Dauer sind.

Bezüglich der Körperteilung der Amöben habe ich dem in meiner früheren Arbeit Mitgeteilten wenig hinzuzufügen. Am Leben habe ich die Amöbenteilung selbst nicht beobachtet; einen Ansatz zu diesem Vorgang nach dem Leben bietet die Abb. 3, S. 613 (siehe weiter unten). Während in meinen reichhaltigen Präparaten allerlei Stadien der Kernteilung relativ sehr oft anzutreffen sind, ist der Prozeß der Amöbendurchschnürung sehr selten zu sehen. Die Abb. 35, Taf. VI zeigt ein typisches, ausgezeichnet fixiertes Bild der beginnenden Durchschnürung, zu einer Zeit, wo die Tochterkerne noch nicht in die Rekonstruktion eingetreten sind. Ein Rest der Spindel ist deutlich sichtbar. Ausnahmslos kann ich meine früheren Angaben über die relative Lage von Kern und Nebenkörper bestätigen: »Als durchaus konstante Regel konnte festgestellt werden, daß in der sich teilenden Amöbe die Nebenkörper in bezug auf die Kerne nach innen, also der Medianlinie näher zu liegen kommen. Es läßt sich vielleicht diese Anordnung mit der meistens später als am Kern einsetzenden Teilung des Nebenkörpers in Zusammenhang bringen« (19, S. 481). Diese letztere Vermutung besteht zu Recht. — Die Abb. 35

zeigt außerdem eine ziemlich lebhaft, symmetrisch sich äußernde Pseudopodienbildung, welcher Vorgang wohl daher nicht erst im Moment der Fixierung etwa künstlich beeinflußt worden ist. Vergleichsmomente für derartig regelmäßige Pseudopodienbildung im Teilungszustand sind bei Süßwasserformen vorhanden (siehe weiter unten). Etwaige Abkuglung bei der Teilung habe ich niemals beobachtet (vgl. weiter unten).

3. Der »Nebenkörper«.

Ich gebe hier eine kurze, möglichst objektive Schilderung vom Bau und Verhalten des Nebenkörpers; diese Beschreibung soll sich zunächst von einer jeden Interpretationsart möglichst freihalten (vgl. weiter unten). Aus diesem Grunde sehe ich mich veranlaßt, eine indifferente Bezeichnungsweise der einzelnen Bestandteile des Nebenkörpers zu verwenden; deshalb werden die Ausdrücke im Anschluß an SCHAUDINN gewählt, unter Benutzung von sehr geringfügigen Modifikationen; damit sei auch einer historischen Pietät Genüge geleistet. Die Bezeichnung der Teile ist dem fixierten und gefärbten Zustand entnommen. Das Wenige, was am Leben sich beobachten läßt, hat Bezug auf das an der Hand von Präparaten Analytierte.

An dem im Umriß mehr oder weniger oval erscheinenden, etwa 0,013 mm im längeren Durchmesser messenden Nebenkörper unterscheidet sich eine Pars media (SCHAUDINNS »Mittelstück«), in der Form eines in der Richtung der Hauptachse des Nebenkörpers zusammengepreßten Bläschens, oder annähernd in Linsenform; an diese schließen sich beiderseits Partes hemisphaericae an (SCHAUDINNS »halbkugelige Seitenteile«); in einem jeden dieser Seitenteile ist, von einem hellen Raum umschlossen, ein Granum centrale untergebracht.

Nach manchem Zweifel bei der Abfassung meiner ersten Publikation bin ich gegenwärtig auf Grund eines sehr umfangreichen Materials zur Überzeugung gelangt, daß der Nebenkörper als Ganzes bei beiden parasitischen Arten von einer äußerst zarten Membran umschlossen ist. Diese Membran tritt in manchen Fällen genau so deutlich zum Vorschein, wie etwa die Membran am Kern der *Paramoeba* (die Existenz einer solchen wird ja freilich neuerdings bei Protozoen in Frage gezogen!). Im übrigen ist, wie bekannt, die Oberfläche des Nebenkörpers bei *P. pigmentifera* von Pigment bedeckt, bei *P. chaetognathi* hingegen frei.

Das körnige Pigment erscheint am Leben im durchfallenden Licht des Mikroskops durchaus schwarz (vgl. Abb. 3 sowie [19] Taf. VI, Abb. 1a und b); das war auch der Anlaß, weshalb GRASSI seinerzeit das ganze

Gebilde als »un così detto ocello« bezeichnete. Das Verhalten der Pigmentkörner gegenüber den gebräuchlichsten Reagenzien ist, bei Anwendung gleicher Einwirkungsdauer von etwa 10—15 Minuten, wie folgt. Pikrinessigsäure nach BOVERI löst die Körner spurlos auf; Methylgrünessigsäure löst gleichfalls das Pigment ganz oder teilweise auf; Chloroform löst dasselbe unvollständig auf, es bleibt eine gewisse Anzahl von Pigmentkörnern erhalten; die FLEMMINGSche Lösung bringt das Pigment ganz oder teilweise zum Verschwinden. Nicht aufgelöst wurden die Pigmentkörner durch Äther, durch schwache oder starke Salzsäure; sie bleiben auch erhalten bei Anwendung der Fixierungsmethoden: SCHAUDINNSche Lösung (im Originalrezept mit Essigsäure) sowie HERMANNSSche Lösung (diese letztere sogar bei längerer Wirkungsdauer von etwa 1 Stunde); bei Behandlung mit Sudan III bleiben die Pigmentkörner unverändert¹.

Die Darstellung der Pars media muß, in Anbetracht der Schwierigkeiten der morphologischen Analyse, entgegen der einheitlichen Deutung in meiner ersten Publikation, mit zwei objektiven Möglichkeiten rechnen.

I. Das Mittelstück ist ein selbständiges, von einer eigenen Membran umschlossenes, etwa kernähnliches Gebilde (vgl. Taf. VII, Abb. 37—40; Textabb. 6). Es kann bald in typischer Form einer bikonvexen Linse, bald in Form einer im äquatorialen Ring abgestutzten Linse, daher flachtonnenartig, erscheinen. Wie wechselnd das Aussehen des Mittelstückes bei Anwendung verschiedener Methoden im einzelnen sein kann, wurde schon in meiner ersten Publikation geschildert (vgl. daselbst die Abb. 1, S. 469). Gemäß den neuen, ausgedehnten Beobachtungen wiederhole ich kurz, daß der Inhalt des Mittelstückes sich gleichmäßig und sehr intensiv sowohl mit DELAFIELDS wie mit Eisenhämatoxylin färben kann, nach Vorbehandlung mit SCHAUDINNScher, HERMANNSScher, FLEMMINGScher Lösung; daß mannigfache kontraktionsähnliche Zustände der das Mittelstück erfüllenden, stark färbbaren Substanz sich beobachten lassen; daß Boraxcarmin auffallenderweise das Mittelstück völlig ungefärbt und unstrukturiert sein läßt, und zwar sowohl nach Fixierung mit BOVERIS Pikrinessigsäure, wie nach Sublimatfixierung; daß in zahlreichen besonders günstigen Fällen, bei Anwendung von Osmiumgemischen, das Mittelstück durchaus kernähnlich erscheint.

¹ Was die chemische Natur der Pigmentkörner anbetrifft, so kann man aus dem Verhalten gegenüber den angewandten Fixierungs- und Färbungsmitteln schließen, daß es sich um Derivate der Eiweißkörper handelt; nicht ausgeschlossen ist ein Verdacht auf gallenfarbstoffähnliche Körper. Näheres könnte nur durch speziell daraufhin abgezielte diagnostische Methoden erreicht werden.

Dieser letztgenannte Fall verdient besondere Beachtung. Es ist namentlich FLEMMINGSche Lösung und die darauf angewandte DELA-FIELDSche Hämatoxylinfärbung, welche die schönsten Bilder sowohl bei *P. pigmentifera*, wo das umhüllende Pigment gänzlich weggelöst wird, wie auch bei *P. chaetognathi* liefert; doch läßt sich das gleiche auch bei Verwendung von HERMANNscher Lösung feststellen. Das Aussehen des Mittelstückes wechselt freilich je nachdem die Amöben im Zustande einer größeren oder geringeren Expansion, veranlaßt speziell durch den Grad der Verdunstung beim Anfertigen des Ausstrichpräparates, sich vorfinden. Doch bei längerer Beschäftigung mit *Paramoeba* gewinnt man eine Übung, um einen geradezu idealen Zustand zu erfassen. Das Mittelstück erscheint als ein wahrer Kern, als ein in der Richtung der Hauptachse des Nebenkörpers leicht gepreßtes Bläschen, in dem eine zarte Gerüststruktur zum Ausdruck gelangt, welche Träger ist von chromatischen Granulationen (Taf. VII, Abb. 38 und 40). Manchmal sind die Granulationen gleich groß, vom Aussehen der Chromatinkörner bzw. Chromosomen; die Zahl derselben beträgt sicher etwa über 50. (Vielleicht wird es in diesem Zusammenhang nicht gleichgültig sein, zu erwähnen, daß die Zahl der Chromosomen — in Form von gekrümmten Stäbchen — während der vegetativen Mitose bei *Actinophrys sol* nach BĚLAŘ 44 beträgt [5, S. 10]). In gewissen Fällen, und zwar besonders an Eisenhämatoxylinpräparaten, ist die obere und untere Begrenzung des Kernbläschens ungefähr polplattenartig ausgebildet. In weniger günstigen Präparaten läßt sich eine Vacuolisierung des Bläscheninhalts wahrnehmen. — Hätten wir ein derartiges, im obigen beschriebenes Gebilde als einzigen Einschluß bzw. einziges Organell in der Protozoenzelle vorgefunden, so würden wir nicht einen Augenblick zweifeln, einen Kern der Zelle vor uns zu haben. — Zu obiger Charakteristik füge ich eine kurze Beschreibung SCHAUDINNS nach dem Leben für seine typische Art hinzu: »Das Mittelstück erscheint am lebenden Tier grob granuliert und zeigt bisweilen eine feinnetzige oder auch längsstreifige Struktur« (28, S. 34). An meinen Präparaten war eine Längsstreifung nicht wahrnehmbar.

II. Trotz der genannten, geradezu überzeugenden Bilder läßt der Vergleich mit andern Behandlungsmethoden, speziell bei Anwendung von Pikrinessigsäure und Boraxcarmin (desgleichen auch SCHAUDINNSche Lösung und Boraxcarmin) gewichtige Zweifel an der Richtigkeit der obigen Analyse aufkommen (vgl. Abb. 2). Das Mittelstück würde danach als nicht von einer ihm eigenen Membran umgrenztes Organell erscheinen, es würde lediglich einen von einer besonderen Substanz erfüllten,

linsenförmigen Raum bilden, welcher durch enges Aneinanderschließen zweier eingedellter sphärischer Gebilde, denen membranöse Umgrenzung zukommt, entsteht. Man denke etwa an zwei eingedellte Gummibälle, welche eben mit den eingedrückten Teilen dicht zusammenschließen. Eine »Kernnatur« würde einem derartig, gewissermaßen passiv umgrenzten Raum vollständig abgehen. Die Färbbarkeit mit DELAFIELDS sowie mit Eisenhämatoxylin, ferner die respektiven Strukturen, vielleicht durch Adhäsion von Substanzen hervorgerufen, das alles wäre

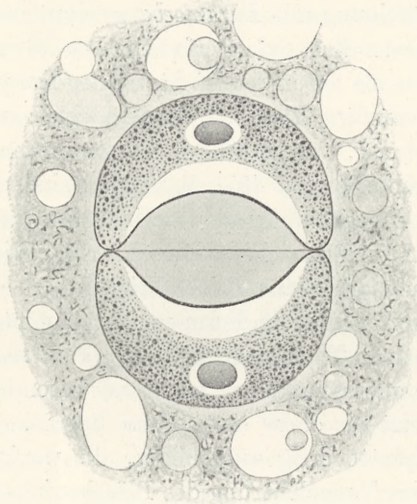


Abb. 2. *P. pigmentifera*. Selten beobachtete Struktur des Nebenkörpers (nach Anwendung von Pikrinessigsäure + Boraxcarmin), wonach die Umgrenzung des Mittelstückes passiv durch Aneinanderschließen zweier eingedrückter Sphaeren hervorgerufen zu sein scheint. Vergr. etwa 4000fach.

nur nebensächliche Kernähnlichkeit gewesen, bei Anwendung von Pikrinessigsäure-Boraxcarmin würde das zu erwartende Kernbild vollkommen versagen¹. Zwei Momente scheinen diese Auffassungsart zubekräftigen. 1. Vielfach läßt sich beobachten, wie die obere und untere membranöse Umgrenzung des »Mittelstückes« äquatorial auseinanderweichen und anscheinend in die Umgrenzung der Partes hemisphaericae selbst direkt übergehen. 2. Während beim Studium des Nebenkörpers mit gefärbtem Mittelstück der Inhalt dieses letzteren die Aufmerksamkeit gefangen nimmt, richtet sich das Auge beim

Fehlen des Inhalts auch an die äußerste (äquatoriale) Umgrenzung des Mittelstückes, das bei sehr hoher Einstellung der Mikrometerschraube nachweisbar wird; alsdann ist oft eine zarte Linie festzustellen, welche im Äquator etwa reifenartig den linsenförmigen Raum umfaßt: wohl nichts anderes als die Berührungslinie der aneinanderschließenden einge-

¹ Die Schwierigkeit, sich lebendes Material nachträglich zu beschaffen, bringt es mit sich, daß die FEULGENSche Nuclealprobe nicht ausgeführt werden konnte. Doch wird das Versäumte vielleicht weniger ausschlaggebend, wenn man negative Resultate berücksichtigt, die in dieser Hinsicht für Amöbenkerne vorliegen. Es scheint nach einigen Autoren, daß die chemische Konstitution der Amöbenkerne eine andere ist als bei den Metazoenkernen. (P. UNNA und E. THIELEMANN 1918, EUG. WERMEL 1925.)

dellten sphärischen Gebilde! (Man denke anschaulich an das Beispiel mit Gummibällen.) Einen derartigen »Reifen« habe ich übrigens in meiner früheren Publikation in Abb. 1d und g, S. 469 abgebildet. Beide Momente lassen sich an der etwas schematisch gehaltenen Abb. 2 ablesen. Ich muß aber betonen, daß die Beziehung der den Nebenkörper als Ganzes umschließenden zarten Membran zu den »eingedellten« Partien, welche eben das Mittelstück entstehen lassen, sehr schwer zu studieren ist.

Gewiß wäre es durchaus wünschenswert gewesen, ein eindeutiges, sicheres Resultat der mikroskopischen Analyse zu liefern. Doch ist es mir zur Zeit ein Gebot der Gewissenhaftigkeit, nicht nur an einer Reihe von Bildern festzuhalten, sondern objektiv das Beobachtete zu schildern, selbst wenn es einer plausiblen Interpretationsart Schwierigkeiten bereitet.

Die Partes hemisphaericae sind natürlich dem Namen nach nicht durchaus streng zu beurteilen. Vielmehr sind es etwa kalottenförmige Gebilde aus einem besonders gearteten Plasma, welche mit ihren Aushöhungen das Mittelstück von beiden Seiten — sagen wir von oben und von unten — umschließen. In durchaus typischen und normalen Fällen dürfte wohl dieses Plasma unmittelbar an die Oberfläche des Mittelstücks angrenzen. Dieses Verhalten ist in meinen früheren (19) Abb. 10a und b, Taf. VI sowie jetzt in Taf. VII, Abb. 38 und 40 dargestellt. Dessenungeachtet findet man in den allermeisten beobachteten Fällen ein Sichzurückziehen des Mittelstücks von seinen wahren Grenzflächen, und man erhält Bilder, wie sie bei mir mehrfach dargestellt sind. Es entstehen somit mehr oder weniger breite, durchaus transparente Lücken zwischen der färbbaren Mittelstücks substanz und dem Plasma der Seitenteile. Dieses Plasma selbst ist sehr feinkörnig und nimmt mit Boraxcarmin eine etwas stärkere Färbung an, als das übrige Plasma der Amöbe.

Durchaus charakteristisch für die »Seitenteile« des Nebenkörpers ist der Besitz eines »Granum centrale« an einem jeden Pol. Diese kleinen Gebilde sind rundlich oder oval; sie liegen stets in einem hellen, vacuolenartigen Raume. Ihr färberisches Verhalten ist schon genugsam aus meiner früheren Publikation bekannt: sie werden grau bis schwach bläulich nach DELAFIELDS Hämatoxylin, mit Eisenhämatoxylin lassen sie sich in verschiedenem Grade zu deutlichen Körnern schwärzen, sie können Eosin bei entsprechender Behandlung aufspeichern, vor allem aber verdient ihre Färbbarkeit mit Boraxcarmin (sowohl nach Pikrinessigsäure wie nach Sublimat) betont zu werden. Etwaige Strahlungserscheinungen im Plasma der Seitenteile wurden niemals beob-

achtet. Bereits in der früheren Publikation habe ich das relativ oft anzutreffende Vorkommen von Doppelkörnern in einem jeden Seitenteil (Diplosomazustand) hervorgehoben. Wohl im Anschluß an diese Erscheinung ist die gelegentlich beobachtete extreme Streckung des einen oder der beiden Centrankörner in die Länge, in der Richtung der Transversalachse, zu erwähnen (Taf. II, Abb. 5). Das Granum centrale weist alsdann direkt eine stabförmige Gestalt auf, und dieser Zustand dürfte vor der Teilung eine Zeitlang andauern. — Ich verweise in diesem Zusammenhang auf die, vielleicht bedeutungsvolle, Übereinstimmung mit dem »elongated centroplast« bei *Oxnerella* nach DOBELL (9, Taf. XXV Abb. 14—18). — Wohl nicht in Abhängigkeit von einer normalen, regelrechten Teilung steht eine weitere Vermehrung der polaren Körner; ich habe diese Erscheinung nur sehr selten beobachtet, habe sie aber bereits in meiner früheren Publikation berücksichtigt (19, Taf. VIII, Abb. 12); so kann man drei, vier, fünf und wohl noch mehr Granula an einem jeden Pol beobachten; in einem Falle war die Verteilung: drei an dem einen, zehn Körner an dem andern Pol. Offenbar scheint eine solche Vermehrung bei *P. eilhardi* nach SCHAUDINN öfter vorzukommen. Nach der Schilderung des Mittelstücks heißt es daselbst: »Die ihm zu beiden Seiten aufsitzenden hellen Halbkugeln enthalten im Innern ein oder wenige stärker lichtbrechende Körnchen« (28, S. 34). Im Falle der überzähligen polaren Körner erscheint der Nebenkörper in meinem Material stark bis außerordentlich stark vergrößert.

Bezüglich der Teilung des Nebenkörpers kann ich gegenwärtig auf Grund eines reichen Vergleichsmaterials besonders den im ganzen synchronen Ablauf mit der Kernteilung unterstreichen. Das gilt offenbar auch für die von den brasilianischen Autoren studierte *P. schaudinni*: »Die Teilung des Kernes und des Nebenkernes geschieht fast stets gleichzeitig; allerdings haben wir Exemplare beobachtet, bei denen ein einziger Kern und zwei Nebenkern vorhanden waren, was die frühzeitige Teilung dieses Organs beweist. Die Teilung des Kernes ebenso wie die des Nebenkernes wird unabhängig vollzogen« (13, S. 103). — Die ersten Ansätze zur Teilung sind durch die soeben erwähnte Verdoppelung des Granum centrale an einem jeden Pol gegeben. Oft sieht man einen solchen Zustand, während der Kern sich in der »Evidenzphase« befindet (vgl. 19, Taf. VI, Abb. 3b); mitunter aber setzt die Teilung des Kernes noch früher ein. Sonstige Anzeichen einer bevorstehenden Teilung des Nebenkörpers sind nicht gegeben¹. Es war mir möglich, einmal am Leben

¹ Der in Abb. 39, Taf. VII dargestellte Zustand bleibt vereinzelt, die Natur der zwei im Mittelstück eingeschlossen Gebilde unbekannt.

P. pigmentifera im Teilungszustand kurze Zeit zu beobachten: lediglich der Nebenkörper, von dunklem Pigment bedeckt, ist in seiner gestreckt-spindelförmigen Gestalt sichtbar (Abb. 3). Sowohl Einzelheiten am Nebenkörper, wie auch alles, was auf die Tochterkerne Bezug hätte, entzieht sich völlig der Beobachtung im grobgranulierten und vacuolisierten Plasma. Der Vergleich mit dem entsprechenden Stadium am fixierten Präparat (vgl. Taf. II, Abb. 5) läßt keinen Zweifel an der Deutung des am Leben Beobachteten aufkommen. Die Teilung verläuft in allgemeinen Umrissen wie folgt. Zur Zeit der Metaphase läßt sich oft noch keine topographische Beziehung zwischen dem sich teilenden Kern und dem Nebenkörper beobachten. Dagegen ist es eine ganz allgemeine Regel, daß bei der fortschreitenden Anaphase der Nebenkörper sich mit seiner Hauptachse parallel zur Spindelachse einstellt und, sobald der Abstand zwischen den polar auseinanderweichenden Tochterplatten es erlaubt, sich zwischen diese einschiebt; in den allermeisten Fällen werden alsdann die Hauptachse des Nebenkörpers

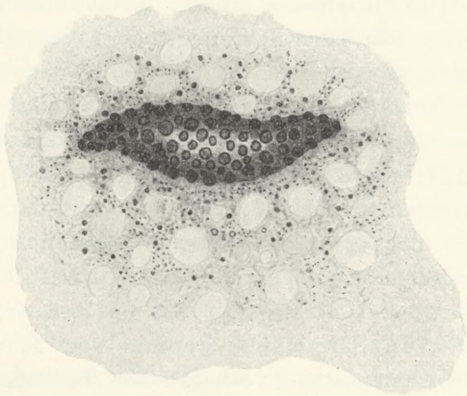


Abb. 3. *P. pigmentifera*, nach dem Leben. Teilung des Nebenkörpers. Das Bild entspricht etwa dem Zustand, der nach Präparaten in Tafel II, Abb. 5, bzw. Tafel III, Abb. 12 und Taf. IV, Abb. 16 dargestellt ist. Vergr. etwa 2000fach.

und die Spindelachse der mitotischen Figur miteinander identisch, sonst aber sind sie einander durchaus streng parallel. Ich bemerke, daß die Bilder, die ich diesbezüglich beifüge, nicht etwa wenige besonders ausgewählte sind; ich verfüge über eine große Anzahl derartig regelmäßig ablaufender Teilungsfiguren. — In dieser Hinsicht dürfte volle Übereinstimmung mit den Vorgängen bei der Teilung von *P. schaudinni* nach den brasilianischen Autoren vorliegen, was namentlich ihre Abb. 5, Taf. XXIII deutlich illustriert. Wir lesen daselbst: »Über die Art der Teilung des Nebenkerns haben wir sehr wenig beobachten können. Er teilt sich meistens gleichzeitig und unabhängig von dem Kerne; er kann sich in manchen Fällen vor dem Kerne teilen, wie schon oben erwähnt ist. Das Gegenteil, d. h. die Teilung des Kernes vor der des Nebenkernes, ist nie beobachtet worden. In den Exemplaren, bei denen

wir Teilungsphasen des Kernes beobachtet haben, erscheint der Nebenkern länglich und besitzt an beiden Enden eine Reihe von chromophilen Körnchen, durch ein achromatisches Gebilde von faseriger Struktur verknüpft, das an eine Spindel erinnert (Taf. XXIII, Abb. 4 und 5).« — Bereits in meiner früheren Arbeit habe ich eine gewisse Gesetzmäßigkeit registriert: »Als durchaus konstante Regel konnte festgestellt werden, daß in der sich teilenden Amöbe die Nebenkörper in bezug auf die Kerne nach innen, also der Medianlinie näher, zu liegen kommen. Es läßt sich vielleicht diese Anordnung mit der meistens später als am Kern einsetzenden Teilung des Nebenkörpers in Zusammenhang bringen« (19, S. 481).

Im einzelnen kann der Ablauf des Teilungsvorgangs am Nebenkörper bald einer gewissen Acceleration, bald einer Retardation unterliegen; so besitze ich Bilder, wo der Kern noch in der Metaphase steht, der Nebenkörper aber sich dem Abschluß der Teilung nähert, und umgekehrt ist die Telophase des Kernes verbunden mit den ersten Schritten der Nebenkörperteilung. Nach der Verdoppelung des Granum centrale an einem jeden Pol und nach einer extremen Streckung des ganzen Nebenkörpers erfolgt dessen Durchschnürung in transversaler Richtung. Einzelheiten im Verhalten des Mittelstücks sind äußerst schwer zu beobachten. Ich verweise auf das seltene, von mir früher, Taf. VII, Abb. 18 a dargestellte Stadium von *P. chaetognathi* (wo freilich kein Diplosomazustand vorliegt). Die Teilhälften des Mittelstücks nehmen weiterhin eine sehr charakteristische, schildförmige Gestalt an. Zwischen den sich voneinander entfernenden Spaltheilften spannt sich von Mittelstück zu Mittelstück ein deutlicher verbindender Faden aus, welcher nicht nur mit Eisenhämatoxylin, sondern auch mit DELA-FIELDS Hämatoxylin nach Osmiumfixierung sehr gut darstellbar ist. Auch in dieser Hinsicht erinnert das sich teilende Mittelstück an ein Kerngebilde, man vergleiche etwa den fadenförmigen Rest der »Binnenkörperspindel« bei *Vahlkampfia bistadialis* nach v. WASIELEWSKI und KÜHN (vgl. 32, Taf. XVI, Abb. 30). Der Faden bleibt beim fortschreitenden Auseinanderweichen der zwei Tochternebenkörper erhalten. Diese sind im Verlauf der Teilung unipolar konstituiert; die beiden Tochtergranula sind nur an dem einen Pol angehäuft. Dieser Zustand kann andauern auch bei nahezu vollendeter Teilung der Amöben selbst (vgl. in meiner früheren Arbeit Taf. VIII, Abb. 24). Die sonst stets realisierte Bipolarität des Nebenkörpers wird somit nach vollzogener Teilung annulliert. Aber gleich während der Telophase wird der bipolare Zustand in der Regel wieder erreicht. Die Rekonstruktion

eines jeden Nebenkörpers beruht eben in erster Linie auf einer polaren Wanderung des einen der Teilprodukte des Granum centrale. Am augenfälligsten erscheint der Nebenkörper in Teilung bei Anwendung von DELAFIELDS sowie von Eisenhämatoxylin; mit Boraxcarmin gefärbt ist das Bild äußerst unscheinbar, wie es naturgetreu in meiner früheren Publikation Taf. VIII, Abb. 23 dargestellt ist. — Bei *P. pigmentifera* verläuft die Teilung zunächst unter der Bedeckung durch den Pigmentmantel. Beim Auseinanderweichen der Tochterhälften wird der Pigmentmantel immer lockerer, eine Anzahl Körner des Pigments wird diffus im Plasma zerstreut, und oft sind die sich rekonstruierenden Tochternebenkörper zunächst beinahe pigmentlos. In seltenen Fällen kann der Nebenkörper den Pigmentmantel gänzlich verlieren und irgendwo in der Zelle, weit von der Pigmenthülle, nackt, etwa in den Hauptkern eingedellt, seine Lage finden (vgl. Abb. 7, S. 627); anscheinend steht dieses exceptionelle Verhalten in keinem Zusammenhang mit der bevorstehenden Teilung. Das von mir früher beobachtete abnorme Verhalten des Granum centrale (Taf. VII, Abb. 14a und b) ist nach meinem neuen Material äußerst selten; ich wäre geneigt, diese Zustände darauf zurückzuführen, daß die Teilung des Nebenkörpers abnormerweise ohne Diplosomazustand geschah und daß nachträglich, in den Tochternebenkörpern, eine etwas abweichende, sofort polar gerichtete Teilung des Granum einsetzte. Es ist wohl überflüssig zu erwähnen, daß Strahlungserscheinungen irgendwelcher Art, sei es innerhalb, sei es außerhalb des Nebenkörpers vollkommen fehlen.

Als eine allgemeine Regel gilt, daß jede der aus der Teilung resultierenden Amöbe einen Kern und einen Nebenkörper mitbekommt.

4. Über die Natur des »Nebenkörpers«.

Da das Problem immer noch in tiefes Dunkel gehüllt bleibt, wird es am Platze sein, die bisherigen Deutungsbestrebungen in historischer Reihenfolge hier anzuführen.

SCHAUDINN hatte sich zweimal zu dem Gegenstand geäußert. Sein Standpunkt in der Originalmitteilung ist bereits unter »Geschichtliches« referiert; da lag noch keine Entscheidung für eine bestimmte Auffassung vor. Später, in seiner Lehre von der Phylogenese des Centrosoms aus einem zweiten Zellkern der Protozoenzelle, hatte SCHAUDINN in *Paramoeba* eine »Etappe in der Entwicklung des einen Kernes zum Teilungsorgan« gesehen; während im Amöbenzustand der Nebenkörper »noch ganz kernähnlich« verblieben wäre, würde er »im Flagellatenzustand bereits als Centralspindel« funktionieren. Diesem Gedanken-

gang SCHAUDINNS hatte sich LAUTERBORN unter besonderer Berücksichtigung der Diatomeen angeschlossen. Im allgemeinen folgte auch R. HERTWIG dem von SCHAUDINN vorgezeichneten hypothetischen Weg. Für GOLDSCHMIDT-POPOFF bildete der Nebenkörper den extremsten Fall einer dauernden Sonderung der Chromidialsubstanz vom Kern. HARTMANN und v. PROWAZEK sahen in *P. eilhardi* einen Protozoenorganismus mit zwei gegensätzlichen Kernen, von denen der eine im Anschluß an SCHAUDINN als Homologon und Vorläufer des Centrosoma aufgefaßt wurde. In einer späteren Fassung HARTMANNs, auf Grund der Doppelkernigkeitslehre der Trypanosomenzelle, wurde im Nebenkörper ein physiologisch differenter zweiter Kern erkannt, in welchen die locomotorisch-generative Komponente einseitig auf Kosten der idiochromatischen specialisiert erscheinen sollte. CHATTON erblickte im Nebenkörper nur ein Caryosom oder einen Teil eines solchen: »Chez *Paramoeba* il semble que le ‚nebenkörper‘ corresponde à un caryosome ou tout au moins à une partie du caryosome (l'autre persistant au centre du noyau) qui, sortant du noyau dont la membrane disparaît à chaque division, serait finalement resté en dehors de lui pendant les périodes de repos.«

Ich selbst habe die von mir bei zwei parasitischen Arten am Nebenkörper beobachteten Strukturen mit der Kernteilungsfigur bei *Actinosphaerium eichhorni* nach R. HERTWIG verglichen und gelangte zu der Überzeugung, daß im Nebenkörper ein zweiter Kern der Zelle im dauernden Teilungszustand vorläge:

»Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Nebenkörper von *Paramoeba* als ein im Teilungszustand zur Dauerform gewordener, in der Teilung gewissermaßen erstarrter zweiter Kern aufzufassen ist. Ein sonst vorübergehender, auf den Kern sowie das Archoplasma mit Centrosomen sich beziehender Zustand ist hier gleichsam zum Dauerorgan der Zelle geworden. Dieses macht nun annähernd in dem gleichen Rhythmus mit dem Hauptkern, aber durchaus unabhängig von demselben, die einzelnen Teilungsschritte der Zelle durch; dabei wird der Teilungsprozeß am zweiten Kern sozusagen zu Ende geführt. Der Teilungsprozeß greift aber sofort weiter über den Ruhezustand hinaus, bis in der Metaphase etwa Stillstand erreicht wird. Aus der Umkehrung des Verhältnisses zwischen Teilungs- und Ruhezustand ist die Natur des Nebenkörpers als zweiten Kernes von *Paramoeba* zu begreifen. Es leuchtet ein, daß ein Kern wohl nur in seinem Ruhezustand den Zellfunktionen eigentlich dienlich sein kann. Somit wäre der Nebenkörper als ein aus dem Betrieb der Zelle ausgeschalteter zweiter Kern

zu betrachten. Vielleicht ist als einziges Überbleibsel seiner einstigen normalen Vitalität eben seine Teilungsfähigkeit zu bezeichnen, welche, trotz der enormen Inkongruenz der einzelnen Teilungsphasen, im Endresultat doch kongruent mit derjenigen des Hauptkernes sich abspielt, wodurch es erreicht wird, daß jeder Tochterzelle stets je ein Kern und je ein Nebenkörper zukommen.«

Ich schrieb diesem besonderen Kern degenerativen Charakter zu, brachte diese Eigenschaft mit Ablage des Pigments um den Kern herum in Zusammenhang und habe, statt des durchaus indifferenten SCHAUDINNSchen Namens »Nebenkörper«, die Benennung »Nucleus secundus« vorgeschlagen. — Für die Phylogenese des Centrosoms aus dem Nebenkörper hatte sich nach meinen Untersuchungen durchaus kein Halt ergeben.

FR. DOFLEIN, der bei Anlaß eines Besuches in Basel im Jahre 1915 (zusammen mit Prof. A. KÜHN) einige meiner Präparate der neuen Serie sich angesehen hatte, schrieb in seinem Lehrbuch 1916 über die Paramebien: »Es sind sehr merkwürdige Organismen, bei denen der Bau des Nebenkörpers und seine Teilungsvorgänge sehr schwer zu deuten sind. Beim Studium der Abbildungen gewinnt man fast den Eindruck, es müsse sich um einen symbiotischen Organismus handeln« (10, S. 704).

Im Verlauf des Studiums der freilebenden Art *P. schaudinni* besprechen die eingangs genannten brasilianischen Autoren auch die Natur des Nebenkörpers, den sie »Nebenkern« bzw. »Paranucleus« benennen. Ihre Auffassungsart wird in den Worten zusammengefaßt: »In unsern Untersuchungen haben wir keine Tatsache festgestellt, die uns erlaubt hätte, den Nebenkern als Centrosom zu betrachten, und wir glauben eher, daß dieses Organ einen zweiten Kern darstellt, wie es JANICKI meint, in dauerndem Teilungszustand; wir bezweifeln nur den Degenerationscharakter, den JANICKI den Veränderungen des Nebenkernes zuschreibt« (13, S. 104 und 105).

Schließlich mag K. BĚLAŘ zu Worte kommen, welcher Autor, — abgesehen von seinem auf reiche Kenntnis der Protozoenstrukturen gestützten kritischen Sinn — *P. pigmentifera* aus eigener Anschauung etwas kennt. Er schreibt über den Nebenkörper von *Paramoeba*, was folgt. »Von den zahlreichen Deutungen dieses rätselhaften Gebildes sei nur die letzte, die v. JANICKI 1912 gegeben hat, berücksichtigt, da der Verfasser v. JANICKIS Objekt (*P. pigmentifera*) aus eigener Anschauung etwas kennt. v. JANICKI faßt den Nebenkörper als einen ungebildeten Kern + Centrosomenapparat auf. Als den Kern sieht er somit nur das linsenförmige Gebilde im Centrum an, welches bei geeig-

meter Fixierung eine Anzahl winziger Körnchen, die in eine gelegentlich stark färbare Grundmasse eingebettet sind, erkennen läßt. Die Polkappen homologisiert v. JANICKI mit den gleichnamigen Strukturen bei *Actinosphaerium*. Die eigentümliche Permanenz des Teilungszustandes sowie die Pigmenthülle interpretiert v. JANICKI als den Ausdruck degenerativer Vorgänge; der Nebenkörper ist, ‚als ein aus dem Betrieb der Zelle ausgeschalteter zweiter Kern zu betrachten‘. Es ist nicht zu leugnen, daß diese Überlegungen etwas recht Plausibles haben; jedoch erscheint es mir vorläufig mehr angebracht, den S. 506 präzisierten, enggefaßten Kernbegriff beizubehalten, da wir bei einer weiterherzigeren Fassung gradatim dazu kommen müssen, jegliches teilungsfähige Gebilde als Kern zu bezeichnen. Wenn wir aber unseren Kernbegriff auf den Nebenkörper applizieren, so kommen wir zu einer Negation seiner Kernnatur, denn die von JANICKI angeführten Vergleiche zwischen Teilungsstadien von *Actinosphaerium*, *Amoeba binucleata* und *Actinophrys* mit dem Nebenkörper, die ‚entschiedene Ähnlichkeit mit der allgemeinen Struktur des Nebenkörpers wiedererkennen lassen‘ sollen, tun dies doch nur bei oberflächlicher Durchführung. Denn, in dem wesentlichsten Punkt, dem Verhalten der Chromosomen, versagt die Parallele. Wenn oben von Negation der Kernnatur die Rede war, so ist damit nicht gemeint, daß diese als definitiv anzusehen ist. Vielmehr ist nicht nur die Möglichkeit, sondern eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß v. JANICKIS Deutung doch das Richtige trifft, meines Erachtens durchaus zuzugeben. Kennen wir doch entsprechend umgeformte Kerne bei den Ciliaten (vgl. besonders *Spirochona*). Es soll damit nur gesagt sein, daß die vorhandenen Beweise für seine Kernnatur nicht ausreichen. Vorläufig müssen wir der Kern- und der Plastidenhypothese als dritte, durchaus gleichwertige, die ‚Parasitenhypothese‘ (DOFLEIN, Lehrbuch, S. 704) angliedern, derzufolge der Nebenkörper einen in extremster Weise an die Entwicklung seines Wirtes angepaßten Parasiten darstellt. Beispiele für ein solches Verhalten gibt es ja genug, und die neuerdings wieder in Mode kommenden Versuche, die Chromatophoren und andre Zellstrukturen mit relativ autonomem Formwechsel als Symbionten zu deuten (vgl. OEHLER 1924), zeigen, daß diese Deutung zumindest diskutabel ist; an die Fruchtbarkeit solcher Diskussionen, soweit sie nur auf dem bis jetzt bekannten Tatsachenmaterial basieren, vermag ich allerdings nicht recht zu glauben« (6, S. 598 und 599). Nach einem etwas geschlungenen Gedankengang ist demnach BĚLAŘ doch geneigt, anzuerkennen, daß meine Hypothese von Nucleus secundus mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit das Richtige trifft. —

Obschon ich in meiner früheren Publikation mit voller Überzeugung für die Auffassung des »Nebenkörpers« als Nucleus secundus von degenerativem Charakter, der in der Zelle gewissermaßen nur toleriert wird, eingetreten war, ziehe ich gegenwärtig vor, auf einige Deutungsmöglichkeiten hinzuweisen, unter denen die eben genannte als die bei weitem wahrscheinlichste zu gelten hat. Die Schwierigkeiten einer einheitlichen Deutung des Nebenkörpers in Anbetracht der verschiedenen Bilder, die je nach der Behandlungsart gewonnen werden, bleiben nach wie vor bestehen, und so wirkt es für das wissenschaftliche Gewissen befriedigender, bis ausgedehnte neue Vergleichsmomente vorgelegen haben werden, sich nicht allzu früh für einen bestimmten Weg zu entscheiden.

Ich sehe jetzt fünf Richtungen für eine mögliche Erklärung der Natur des Nebenkörpers vor, wobei freilich im speziellen Fall je zwei oder gar je drei der Richtungen zu einer einzigen zusammenfallen könnten. Es sind das: 1. der Nebenkörper als Nucleus secundus der Paramöbenzelle selbst, von degenerativem Charakter, in dauerndem Teilungszustand; 2. der Nebenkörper als Symbiont in Form des Kernes eines heliozoenartigen Organismus; 3. der Nebenkörper als Symbiont in Form eines noch unbekanntes niederen pflanzlichen Organismus; 4. der Nebenkörper als ein spezifisches statisches Sinnesorganell der Paramöbenzelle (»Statocystellum«); 5. der Nebenkörper als ein zweiter Kern (Geschlechtskern), der zur Bildung von Gameten in Beziehung stehen würde, also etwa dem Mikronucleus der Ciliaten vergleichbar. Die unter 1. genannte Deutung stammt von mir selbst, die unter 4. genannte wurde (neben zwei eigenartigen andern) von SCHAUDINN seinerzeit als möglich erwogen; auf die unter 3. und 4. genannten Deutungen war eine persönliche Auseinandersetzung mit Prof. DOFLEIN nach Demonstration meiner Präparate (während seines Besuchs in Basel 1915) von Einfluß; vgl. auch DOFLEINS Lehrbuch 1916.

Ich bespreche der Reihe nach die fünf vorhandenen Möglichkeiten.

1. »Nucleus secundus«. Diese Auffassung habe ich seinerzeit ausführlich begründet. Ich habe mich dabei gestützt auf die Ähnlichkeit, die zwischen der Konstitution des Nebenkörpers und dem Kernteilungsbild bei *Actinosphaerium eichhorni* nach R. HERTWIG besteht, namentlich was die sogenannte Richtungskaryokinese anbetrifft. Hier sei ein Bild der Primärkaryokinese nach R. HERTWIG wiedergegeben (Abb. 4). Ohne auf allerlei Gründe, die in meiner ersten Publikation auseinandergesetzt sind, hier zurückzukehren, will ich in diesem Zusam-

menhang erwähnen, daß bezüglich der Centrosomennatur der zwei polaren Körner an einen Befund bei *Wagnerella borealis* zu erinnern ist;

nach M. ZUELZER ist hier das Centralkorn schwach chromatinhaltig, ein Umstand, der die Färbbarkeit der Körner in meinem Fall mit Boraxcarmin nicht isoliert erscheinen läßt (siehe weiter unten). — Seit meiner ersten Publikation liegen Angaben über Kernteilungsvorgänge bei verschiedenen Heliozoen vor, so bei *Oxnerella maritima* nach CL. DOBELL, bei *Actinophrys sol* nach K. BĚLAŘ, sowie bei *Acanthocystis* nach C. STERN.

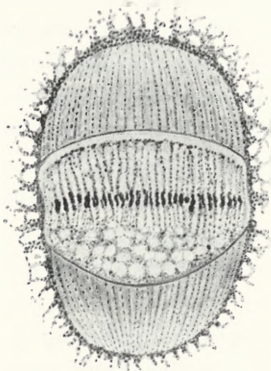


Abb. 4. *Actinosphaerium eichhornii*. Kernteilungsbild während der sogenannten »Primärcaryokinese«. Nach R. HERTWIG.

Das von BĚLAŘ entworfene und hier wiedergegebene Bild der Kernteilungsfigur (etwa in einer Metaphase, Abb. 5) während der sogenannten vegetativen Mitose ist

geeignet, meine frühere Auffassung in ausgezeichneter Weise zu stützen. Der Kern nimmt eine breit »tonnenförmige Gestalt an«, seine Kern-

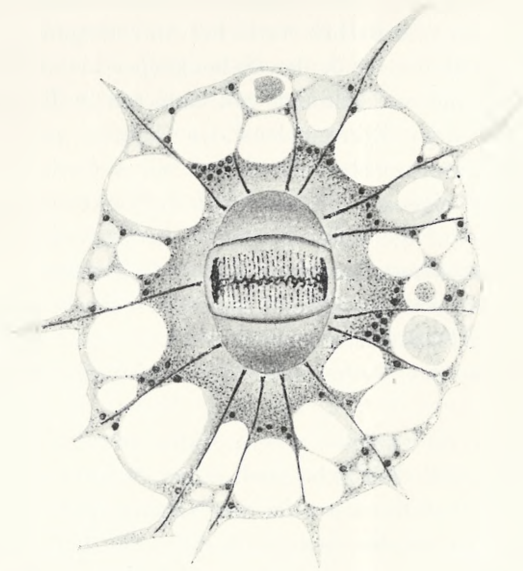


Abb. 5. *Actinophrys sol*. Kernteilung im vegetativen Stadium. Nach K. BĚLAŘ. Vergr. 1350 fach.

membran bleibt erhalten, im Innern findet sich die intranucleare Spindel; an den zwei diametral gegenüberliegenden Kernpolen heben

sich »zwei Kappen homogenen, mit Säurefuchsin stark färbbaren Cytoplasmas ab, die Polkappen«; dicht unter der Kernmembran differenzieren sich die Polplatten als »homogene, dunkle Schicht« (5, S. 9 und 10). Die Zahl der Chromosomen beträgt 44. Besonders zu betonen ist, daß nach BĚLAŘ während der Befruchtung, im Bukettstadium, die Polkappen eine besondere Erscheinungsform annehmen, als Archoplasma bezeichnet werden und wohl »als den Centriolen der Metazoen homologe, nur nicht so stark kondensierte aktive Kraftcentren aufzufassen« sind (S. 45). Das Aktionscentrum der lokomotorischen Struktur wäre hier nach BĚLAŘ »nicht auf ein individualisiertes Centriol beschränkt, sondern auf eine besonders differenzierte Plasmapartie diffus verteilt« (5, S. 44). In Taf. VI, Abb. 68, welche sich auf ein Stadium vor der Reifungsteilung bezieht, bringt BĚLAŘ in einer jeden Polkappe ein Centrosom (er bezeichnet es als »Pseudocentrosom«) zur Darstellung. Die Anordnung der Teile ist derjenigen in einem *Paramoeba*-Nebenkörper durchaus analog (Abb. 6), und das um so mehr, als nach des Verfassers Worten »im Gegensatz zu *Actinosphaerium* jegliche Strahlung fehlt« (S. 44). Wenn ich vergleichsweise daran erinnere, daß am Hauptkern von *Paramoeba* die Centrosomen ja unzweifelhaft existieren und doch

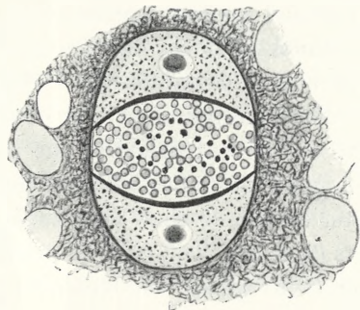


Abb. 6. *P. chaetognathi*. Nebenkörper. Schwach schematisiert. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin nach JANICKI. Vergr. etwa 3500 fach.

an vielen Stadien einstweilen nicht nachweisbar sind, so steht nichts im Wege, dem Zustand der Abb. 68 von BĚLAŘ eine Realität als Norm zuzuerkennen, d. h. eine Anordnung wie am *Paramoeba*-Nebenkörper. — In seiner neuesten Publikation kommt BĚLAŘ nochmals auf den Gegenstand zurück, indem er auch *Actinosphaerium eichhorni* zugleich berücksichtigt. Ohne daß strittige Fragen hier berührt werden, genügt die nochmalige Formulierung seiner Anschauung, »daß die Polkappen in allen Kernteilungen von *Actinosphaerium* und *Actinophrys* Centrosomenäquivalente darstellen« (6, S. 559).

Der Besitz von »Centrosomen« wäre eine Innovation gegenüber den Verhältnissen bei *Actinophrys* (vgl. aber doch die obige Bemerkung). Er wäre es aber sicher nicht gegenüber *Actinosphaerium eichhorni* in bestimmten Mitosen (falls die Angaben von R. HERTWIG zu Recht bestehen); er wäre es aber vor allem nicht gegenüber dem Zustand

bei *Oxnerella maritima* nach DOBELL. Freilich sind bei diesem Heliozoon die Einzelheiten der Kernteilungsfigur etwas abweichend im Verhältnis zu dem, was ich für einen Secundus nucleus von *Paramoeba* als Kernteilungszustand postulieren würde; dafür aber liegt weitgehende Übereinstimmung in den Centrosomen vor. Was DOBELL »Centroplast« nennt, würde im vorliegenden Fall dem »Granum centrale« + die ihn umgebende transparente Vacuole entsprechen. Wichtig ist das färberrische Verhalten und der allgemeine Eindruck, den das Gebilde auf den Beschauer erweckt. Ich habe oben kurz von einer gewissen »Kernähnlichkeit« im allgemeinen Aussehen des Granum gesprochen. DOBELL schreibt diesbezüglich: »The central granule of the centroplast stains deeply with iron-haematein, less deeply with carmine stains. In its entirety the centroplast thus resembles a tiny nucleus with a karyosome and nuclear membrane« (9, S. 522). Ferner ist zu betonen, daß in DOBELLS Objekt das Granum centrale in bestimmten Teilungsphasen gestreckte bis stabförmige Gestalt annimmt, ganz ähnlich, wie vielfach im Nebenkörper bei *Paramoeba*. Wir lesen darüber: »During the anaphases the centroplast at the poles of the spindle also undergo certain changes. Their central granules are often much drawn out during the later stages, so that they appear in optical section as fairly long rodlets (9, S. 528, Taf. XXVII, Abb. 17 und 18). DOBELL ist überzeugt, daß der Centroplast von *Oxnerella* einem echten Centrosom homolog ist: ». . . it therefore appears to me justifiable to conclude that the centroplast actually does behave during nuclear division, in those Heliozoa which possess a single nucleus, precisely like the centrosome in a typical mitosis in a metazoan cell« (9, S. 533); eine Auffassung, welche schon früher durch SCHAUDINN für das Centralkorn von *Acanthocystis* begründet wurde. — Die Arbeit von C. STERN an *Acanthocystis aculeata* bietet im einzelnen weniger direkte Vergleichspunkte. Auf die strittige Frage, ob das Centralkorn der Acanthocystideen einem Centrosoma entspricht oder nicht, kann hier nicht eingegangen werden. — Daß bei *P. eilhardi* nach SCHAUDINN der Nebenkörper mit dem Wachstum der Amoeben sich in die Länge streckt und »wurstförmige Gestalt« annimmt, — darin ist kein Widerspruch mit dem entwickelten Gedankengang vorhanden; sowohl bei *Actinosphaerium* wie bei *Actinophrys* kommen bekanntlich derartige Kernteilungszustände vor.

Im Lichte der eben angeführten Tatsachen erscheint das Mittelstück des Nebenkörpers um so mehr kernähnlich, als ja die vorliegende Arbeit die Entdeckung eines Centrosomas am Hauptkern mit sich bringt; die allgemeine gegenseitige Lagebeziehung von Kern und den polar

angebrachten Centrosomen würde ja, falls meine Deutung richtig ist, in beiden Fällen, d. h. am Hauptkern und am Nucleus secundus innerhalb der Paramöbenzelle in großen Umrissen eine durchaus analoge werden.

Die in der von mir gegebenen Deutung enthaltene Forderung eines Andauerns des Teilungszustandes hat zwar etwas exceptionelles an sich, ist aber doch nicht ohne Parallele im Protozoenreich. Eine Permanenz des mitotischen Bildes am Kern ist charakteristisch nach M. M. METCALF für mehrere Opaliniden, namentlich für *Protopalina intestinalis* (STEIN). Bei der Schilderung des Teilungsablaufs dieser Species erwähnt der Autor den Zustand, wo noch miteinander verbundene Tochterkerne unmittelbar vor dem Ruhe- bzw. Endzustand stehen: »But the daughter nuclei are very slow in completing this process. They remain for a long time, evidently usually for days, probably for many days, in a sort of metaphase condition, the two daughter nuclei being still connected by a long thread, and the reticulate condition of the chromatin being not yet fully assumed. This is the typical condition for this species« (25, S. 13 und 14). METCALF zeichnet auch in seiner Abb. 3 ein typisches persistierendes Teilungsstadium ein. Die eine unter den neuen Spezies unter den Protopalinidae erhält auch nach dieser Eigenschaft die Bezeichnung »*diplocarya*«.

Meine frühere Auffassung von dem degenerativen Charakter des »Nucleus secundus« würde ich vollständig aufrechterhalten. Von dem eben zitierten, höchst aberranten Fall der Opaliniden abgesehen, gehört zum normalen Leben der Zelle sicher der Ruhekern; Teilungszustand ist nur eine vorübergehende Phase der Fortpflanzung. Wo, wie bei *Paramoeba*, ständig — mit entsprechenden Intervallen für Reproduktion — Teilungsphase herrscht, da sind wir berechtigt, den betreffenden Kern als aus dem Leben der Zelle gewissermaßen ausgeschaltet zu betrachten, zumal ja der wahre, durchaus normale Hauptkern da ist. Der zweite Kern wäre meiner Ansicht nach nur ein »rudimentäres Organell« der Zelle, er wäre sozusagen nur geduldet, weil er offenbar phyletisch nicht ganz ausgemerzt werden konnte. — Daß Doppelkernigkeit an sich bei Rhizopoden durchaus möglich ist, sei durch den Hinweis auf *Arcella vulgaris*, *Pelomyxa binucleata*, *Amoeba mira* GLÄSER, *Amoeba diploidea* HARTM. et NÄGL. sowie den sehr wenig bekannten Organismus *Diplocaryozoon schaudinni* v. PROWAZ. erinnert¹.

¹ In dem letztgenannten Fall freilich handelt es sich möglicherweise nicht um einen normalen, physiologischen Zustand. Vgl. dazu: M. IVANIC, *Diplocaryozoon schaudinni* (PROWAZEK). Zool. Anz., Bd. LXV. 1926.

Zu der hier skizzierten, von mir bereits 1912 vorgetragenen Auffassung haben inzwischen einige Autoren Stellung genommen. Mir sind im ganzen zustimmende Meinungen bekannt. Vorstehend wurden schon die Äußerungen der drei brasilianischen Autoren sowie BÉLAËRS zitiert.

Alles in allem wäre der Nebenkörper ein physiologisch differenter zweiter Kern der Paramöbienzelle. Seine Differenz gegenüber dem Hauptkern besteht 1. in der streng einheitlichen Konstitution von Kern + Centrosomenapparat, 2. in der exzessiven Inkongruenz des Teilungsrythmus gegenüber dem Rhythmus des Hauptkerns, 3. in dem degenerativen Zustand bzw. rudimentären Charakter als Kern, was bei der einen Spezies wohl mit der Ablagerung des Pigments um den Nebenkörper herum zusammenhängt.

2. »Heliozoenartiger Symbiont«. Sofern die Idee einer Symbiose überhaupt in Erwägung zu ziehen ist, dürfte der Versuch, den Nebenkörper auf den Kern eines unbekanntes heliozoenartigen Organismus zurückzuführen, an die vorstehenden Betrachtungen sich hier eng anschließen. Was im vorigen Abschnitt über die Kernähnlichkeit des Nebenkörpers gesagt wurde, wäre hier in einem etwas abweichenden Sinn zu verwenden. Das Plasma des hypothetischen Symbionten würde in vollkommene Verschmelzung mit demjenigen der Amöbe selbst übergehen. Ich betone, daß irgendeine Abgrenzung der Plasmapartie mit Nebenkörper von dem übrigen Amöbenleib in keiner Weise feststellbar ist. — Das Absonderliche einer solchen Auffassung verhehle ich mir keineswegs, namentlich was den Gametenzustand anbetrifft. Doch paßt eben *Paramoeba* in ein gewöhnliches Amöbenschema nicht hinein!

3. »Unbekannter pflanzlicher Symbiont«. Eine Stütze findet diese Deutungsmöglichkeit in der früher geschilderten, mitunter feststellbaren Struktur des Nebenkörpers, wo dem »Mittelstück« eine weniger ausschlaggebende Rolle zukommen dürfte, wo hingegen die anschließenden »Partes hemisphaericae« in den Vordergrund des Interesses zu treten scheinen; zumal wiederum manchmal die »Centrosomen« des Nebenkörpers selbst kernähnlich aussehen. In rein äußerlicher Gestaltung, eine bipolare Anordnung der Bestandteile im Auge behaltend, könnte man an Bilder denken, wie sie bei manchen *Centricae* unter den Diatomeen oder bei den — im Meerwasser allerdings fehlenden — Desmidiaceen unter den Conjugaten vorkommen (vgl. hierzu: WETTSTEIN, Handbuch der syst. Botanik. 3. Aufl. 1924, S. 107 und 112, sowie KLEBAHN, Studien über Zygoten I. Die Keimung von *Closterium*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXII. 1891). — Da mir eigene Erfahrung in diesen Fragen nicht zukommt, habe ich mich an Herrn Prof. G. SENN

in Basel gewandt; ich habe diesem verehrten Kollegen meinen Verdacht auseinandergesetzt und eine Anzahl Präparate, nach verschiedenen Methoden behandelt, zu Untersuchungszwecken übersandt. Nach der gütigst mir zur Verfügung gestellten ausführlichen Antwort bin ich nun in der Lage, mitzuteilen, daß Prof. G. SENN nur eine sehr entfernte Ähnlichkeit mit der *Mesotaeniacaenzelle* bzw. mit der *Desmidiaceenzelle* sieht, wo allerdings der in der Mitte gelegene Kern und die polar angebrachten Pyrenoide äußerlich einige Übereinstimmung mit der Anordnung der Bestandteile im Nebenkörper aufweisen. Doch läßt sich der Vergleich in keiner Weise streng durchführen und Prof. SENN vermag im »Nebenkörper« keinen pflanzlichen Parasiten und auch keinen ihm bekannten Vertreter der Algenflora anzuerkennen. Auch hält Prof. SENN für ausgeschlossen, daß das Gebilde aus einem algenartigen Organismus durch Umwandlung entstanden gewesen wäre. Er vertritt demnach meine ursprüngliche Auffassung, daß es sich um ein eigenes Organell der Amöbenzelle handelt. — In Anbetracht dieses Prüfungsergebnisses eines hervorragenden Kenners der niederen Pflanzen muß ich die hier gestreifte Hypothese fallen lassen.

4. »Der Nebenkörper als ein spezifisches statisches Sinnesorganell«. Diesbezügliche Vermutungen können nur recht vager Natur sein. Daß der Parasit in der Schwanzleibeshöhle von *Sagitta* ein orientierendes Sinnesorganell benötigt hätte, ist wohl ausgeschlossen. Doch führen ja zwei Vertreter des Genus *Paramoeba* ein freies Leben im Meerwasser. Ob nicht etwa den parasitischen Arten ein freischwebendes Stadium zukommt — eine an sich wenig wahrscheinliche Annahme — wissen wir nicht. Der Berücksichtigung wert wäre wohl der Umstand, daß durch die polare Anordnung der »Centrosomen« im Nebenkörper eine Richtung festgelegt wird, woraus wohl die Möglichkeit einer Perception der räumlichen Orientierung, besonders im Sinne nach oben bzw. nach unten zu im Milieu des Meeres, durchaus denkbar gewesen wäre. Möglich, daß die starke Vacuolisierung des Plasmas, was namentlich *P. eilhardi* (aber auch *P. schaudinni*) auszeichnet, hier anzuführen wäre. Durchaus positiv dürfte wohl die Schwebefähigkeit der Amöbe durch SCHAUDINN festgestellt worden sein. Er schreibt: »Zum eingehenden Studium und zur sorgfältigen Züchtung dieser Amöbe wurde ich erst veranlaßt, als ich bemerkte, daß dieselbe sich auf Deckgläsern einfand, die senkrecht in die Aquarien gehängt waren...« (27, S. 31). Freilich sucht SCHAUDINN selbst dem Vorgang eine andre Erklärung zu geben, als das hier vermutete Schweben von Amöben: »Diese Beobachtung erweckte nämlich die Vermutung, daß die Amöben nur im

Schwärmsporenstadium auf die Deckgläser gelangt sein könnten. « Wenn die Amöben in einem kleinen Institutsaquarium schweben, so dürfte ihnen diese Fähigkeit auch im großen, im freien Meere, zukommen; in unserm Fall vielleicht im Zusammenhang mit der noch unbekanntem Infektionsart der wohl ausschließlich pelagisch sich aufhaltenden Chaetognathen.

Abgesehen von dieser Möglichkeit einer statischen Orientierung bezüglich der vertikalen Schwankungen (»Statocystellum«), ist, speziell für *P. pigmentifera*, vielleicht auch eine optische Funktion nicht ausgeschlossen. Hatte doch GRASSI in seiner Schrift über parasitische Amöben den als einen Pigmenthaufen sich darstellenden Nebenkörper als »un così detto ocello« registriert¹; möglich, daß ein Korn der Wahrheit in dieser Bezeichnung steckt. — Es sei hier hingewiesen auf die zum Teil sehr komplizierten Strukturen der »Ocelli« bei manchen Peridineen, namentlich bei der Familie *Pouchetiidae*, etwa im Genus *Erythrospis* HERTWIG (vgl. hierzu FAURÉ-FREMIET, KOFOID and SVEZY²). Etwas Bestimmteres könnte ich zur Zeit über diese eventuelle Sinnesfunktion des Nebenkörpers nicht vorbringen.

5. Der Nebenkörper als ein »Geschlechtskern«, welcher die Gametenkerne zu liefern hätte. Wiederum sind es höchst spärliche Befunde, welche im obigen Sinne verwertet werden könnten. Die vorliegenden Untersuchungen (neue Serie) wurden unter anderem mit der Absicht unternommen, die Frage nach der Entstehung der Gameten aufzuklären. Leider hatte die mehrfache Durchsicht meines sehr reichen Präparatenmaterials von diesem Gesichtspunkt aus mir keine Gewißheit verschafft; es sind lauter schwach angedeutete Möglichkeiten. Aus diesem Grunde ist die gesamte Gametenfrage bei *Paramoeba* aus meinem gegenwärtigen Beitrag ausgeschaltet. Daher auch die Unsicherheit in der Interpretation des Nebenkörpers im oben bezeichneten Sinne.

Beobachtungen zweierlei Art könnten hier vielleicht verwertet werden: 1. die Erscheinung des Austretens des Nebenkörpers bei *P. pigmentifera* aus seinem Pigmentmantel, 2. das exzessive Größenwachstum des Nebenkörpers sowie die mehrfache Teilung seiner Centrosomen. Beide Vorgänge, welche man selten zu Gesicht bekommt, stehen ent-

¹ Wie ich aus persönlicher Erzählung GRASSIS weiß, sehr zum Entsetzen seines damaligen Lehrers in Messina, N. KLEINENBERG.

² E. FAURÉ-FREMIET: *Erythrospis agilis*. Arch. f. Protist. Bd. XXXV, 1914.

CH. ATW. KOFOID and O. SVEZY: The free-living unarmored Dinoflagellata. University of California Press. Berkeley, California. 1921.

schieden nicht im Zusammenhang mit der gewöhnlichen Zellteilung, über deren normalen Ablauf ich ja, wie oben dargetan, sehr erschöpfende Belege besitze. Den erstgenannten Vorgang (wie übrigens auch den zweiten) habe ich zwar nicht direkt nach dem Leben beobachtet; doch läßt er sich in verschiedenen Phasen rekonstruieren. Die Abb. 7 stellt den Zustand außerhalb des Pigmentmantels dar. Das Mittelstück behält nicht sein gewöhnliches Aussehen mit scharf umschriebenen Konturen bei; vielmehr scheint eine diffuse und unbestimmte Verteilung der Be-

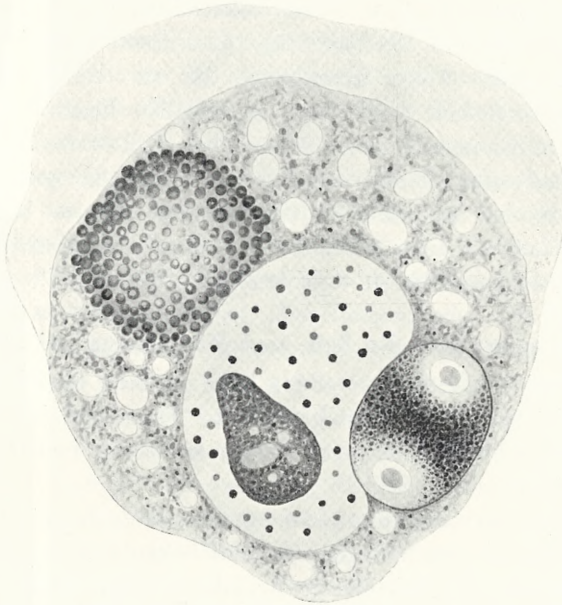


Abb. 7. *P. pigmentifera*. Der Nebenkörper aus dem Pigmentmantel ausgetreten (ein selten zu beobachtender Fall unbekannter Bedeutung). SCHAUDINN'sche Lösung, DELAFIELD's Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

standteile vorzuliegen (der Zustand des Eingedrücktseins in den Hauptkern hinein scheint mir nur von vorübergehenden Momenten abzuhängen). Irgendwelche weitere sachliche Schlußfolgerungen kann ich an derartige Bilder des gewissermaßen »emanzipierten« Nebenkörpers nicht anknüpfen.

Gleichfalls fragmentarisch bleibt die zweite Beobachtung bezüglich der über die Norm eingreifenden Vermehrung von Centrosomen. Ich erinnere nochmals daran, daß die normale Teilung mit einer Zweiteilung des Centrosoms an einem jeden Pol verknüpft ist, was oft — bei vorzeitigem Geschehen — zu einem langgestreckten Centrosom bzw.

zum Diplosomzustand jederseits führt. Jetzt handelt es sich um eine Centrosomenvermehrung, sicher auf dem Wege der Teilung, über diese Norm hinaus, und zwar bei einheitlich bleibendem Nebenkörper. Dieser im ganzen recht selten zu beobachtende Vorgang, ist mit einem auffallenden Größenwachstum des Nebenkörpers verknüpft. Ich verweise auf Taf. VII, Abb. 12 meiner früheren Publikation sowie auf den diesbezüglichen Passus: »Der Hauptkern befand sich in einem solchen Fall jeweils im Ruhezustand. Möglich, daß eine derartige Vermehrung von Centrosomen mit Gametenbildung in Zusammenhang zu bringen wäre; doch leider konnte ich diese selten anzutreffende Erscheinung nicht weiter verfolgen« (19, S. 474 und 475). Auch heute kann ich dem hier Geschilderten nichts weiter hinzufügen. Es wäre demnach verfrüht, irgendwelche Gedanken über einen angeblichen Dualismus zwischen Hauptkern und Gametenkern (= Nebenkörper) zu entwickeln. — Ganz unverbindlicher Weise sei hier auf die von HAECKER unterschiedenen zwei Derivate des ursprünglich einheitlichen Kernes bei *Oroslena regalis* (*Radiolaria*) in einen »Dauer-« und einen »Geschlechtskern« hingewiesen (zitiert nach BĚLAŘ, 6, S. 522, Abb. 243).

5. Vergleichendes über die Zell- und Kernteilung bei *Paramoeba*.

Die vorausgegangene Darstellung habe ich ihres einheitlichen Charakters halber rein beschreibend gehalten. Es mögen jetzt in Kürze bezüglich der wichtigsten Momente Vergleiche aus der neueren Literatur durchgeführt werden.

Das Centrosom (am Hauptkern) von *Paramoeba* findet ohne Zweifel sein Homologon in den wenigen, bis jetzt bekannt gewordenen, mehr oder weniger gleichartigen Gebilden bei Rhizopoden. Ein solches dürfte schon wohl GLÄSER bei *Amoeba verrucosa* EHRBG. vorgelegen haben; es verriet sich namentlich durch seine Strahlung an den Polen der Kernteilungsfigur (14, Taf. IV, Abb. 20—24), weniger durch seine corpusculäre Beschaffenheit. Der Verfasser schildert dieses Gebilde als »eine stab- oder kugelförmige Verdichtung«; doch konnte in einigen Fällen »im Zentrum der Strahlung keine Spur einer Verdichtung« gefunden werden. Offenbar durch die zu jener Zeit allzu bereitwillig beschriebenen Fälle von Centriolen hyperkritisch geworden, schreibt GLÄSER: »Ich glaube nicht, daß ein echtes Centrosom vorliegt« (14, S. 63). — Viel bestimmter und klarer sind die Befunde von ARNDT bei *Hartmannella klitzkei* (2): »Bezüglich der Natur des von mir im Plasma unsrer Form aufgefundenen, oben . . . beschriebenen Gebildes kann kein Zweifel bestehen: wir haben es mit einem echten Centrosom zu tun (2, S. 55).«

Die Existenz eines Centriols im Centrosom wird nur »mit allem Vorbehalt« angenommen; das Centrosom erscheint als ein Kraftzentrum und ist in erster Linie »das richtungsgebende Element der Zelle« (S. 55 bis 57). »Im allgemeinen stellt sich das Centrosom als eine kugelige, wenn es dem Kern anliegt, einseitig abgeplattete oder ovale Plasmamasse dar, die entweder deutlich gegen das umliegende Plasma abgesetzt ist, oder mehr oder weniger gleichmäßig und allmählich darin übergeht« (S. 28). In einigen Fällen findet sich im Inneren des Centrosoms noch eine dichtere, unscharf begrenzte, zentrale Partie oder ein scharf begrenztes dunkles Körnchen«. »Weiterhin können sich feine Fäden von dem centralen Körnchen in strahlenförmige Ausläufer hinziehen« (S. 28). Das Centrosom ist sowohl am Ruhekern wie bei der Teilung in seinen zwei Derivaten bis in die Telophase feststellbar (Taf. IV, Abb. 50—70). »Von Wichtigkeit ist noch, daß die Spindelstrukturen und das Centrosom völlige morphogenetische Unabhängigkeit voneinander beweisen. Das Centrosom ist ein rein extranucleäres Gebilde, das keinen Zusammenhang mit Substanzen oder Strukturen des Kernes besitzt. Die Spindelstrukturen werden aus der Binnenmasse des Kernes gebildet, ohne Beteiligung extranucleärer plasmatischer Bestandteile. Die Teilungsfigur zeigt also drei selbständige Strukturelemente: Chromosomen, Spindel und Centrosomen« (S. 58). Eine Abkuglung der Amöben bei Teilung in ARNDTS Fall wird auf die Teilung des Centrosoms zurückgeführt (S. 57). — Im Vergleich zu diesem, unter den Rhizopoden wohl bestbekanntesten Fall der Centrosomenexistenz mag für *Paramoeba* folgendes betont werden: die deutliche Abgrenzung des Centrosoms vom Plasma, die Intensität der Strahlung, der Besitz des eigenartigen »Archoplasmas« in der Umgebung des Centrosoms, die große Konstanz des Centrosoms in der Prophase der Teilung (vor der Auflösung der Kernmembran); die Unmöglichkeit (oder wohl Schwierigkeit), das Centrosom auf weiteren Teilungsstadien nachzuweisen. In Übereinstimmung mit ARNDT erwähne ich die — scheinbare wenigstens — Unabhängigkeit der frühesten Spindelbildung von den Centrosomen. — Dagegen besteht keine Relation zwischen der Teilung des Centrosoms und einer Abkuglung der Amöbe, aus dem Grunde, weil letzterer Vorgang für *Paramoeba* nicht obligatorisch ist, ja überhaupt nicht vorkommt.

Viel weniger bestimmt sind die Angaben ARNDTS in seinen »Rhizopodenstudien II« bezüglich eines eventuellen Cytocentrums bei einer nicht benannten Kulturamöbe (3). Die von ARNDT getroffene Wahl einer Bezeichnung für ein neben dem Kern vorkommendes Gebilde — das offenbar mit Cytocentrum etwas zu tun hat — als »Nebenkörper«

halte ich für wenig geeignet, in Anbetracht des Umstandes daß, wie allbekannt — SCHAUDINN diesen, allerdings indifferenten Namen vor Jahren für ein spezifisches Gebilde von *Paramoeba* gebraucht hatte; bei einem Rhizopoden ist heute demnach der Name durchaus nicht indifferent, und es kann durch diese Sachlage nur Verwirrung gestiftet werden.

Sicher dürfte das Centralkorn der Heliozoen, so unter anderem auch von *Wagnerella borealis*, wo es freilich mit sehr spezifischen Strukturen in Zusammenhang steht, mit dem Centrosoma von *Paramoeba* homolog sein. Freilich wird bereits von ZUELZER die anscheinende Unabhängigkeit dieses Gebildes von der Kernteilung betont. »Das Centralkorn wandert an die beiden Seiten des Kerns, ähnlich wie ein Centrosoma, ohne jedoch bei der Kernteilung des Hauptkerns die Funktion eines Centrosomas zu übernehmen. Es teilt sich vielmals selbständig und bleibt auch ferner unabhängig vom Hauptkern« (33, S. 176). Zu dem gleichen Resultat unter Heranziehung abnormer, plurimitotischer Teilungsstadien gelangt STERN an *Acanthocystis aculeata* (nebenbei gesagt, entspricht die Eindellung des Kernes in der Nähe des Centralkornes dem gleichen Zustand von *Paramoeba*; vgl. 29, Taf. XVIII, Abb. 16). Der Verfasser formuliert den Satz: »Das Centralkorn der Heliozoen betätigt sich während der Kernteilung nicht als Centrosom« (29, S. 470). Denselben negativen Standpunkt vertritt ganz neuerdings BĚLAŘ: »Mit absoluter Bestimmtheit können wir . . . den sogenannten Centralkörnern der Acanthocystideen (und wahrscheinlich allen verwandten Heliozoen) die Centrosomennatur absprechen. Und das, obwohl sie fast mit allen Attributen eines typischen Metazoencentrosoms: Teilungsvermögen, Besitz eines Centriols und Strahlung ausgestattet sind! Aber das Wichtigste fehlt, die Fähigkeit der Spindelbildung. . . . Es stehen diese Gebilde als selbständige Zellorganelle mit Teilungsvermögen (Plastiden) da, denen wir vorderhand nur statische Funktionen zuschreiben können. Äußerst naheliegend ist es ja, sie als rudimentäre Centrosomen aufzufassen« (6, S. 487 und 488). Der Verfasser bezeichnet auch das Gebilde als ein »Pseudocentrosoma« (S. 593, Anmerkung 94).

Gegenüber den letztgenannten Befunden und Interpretationen muß ich bei *Paramoeba* den unverkennbaren dynamischen Charakter der Centrosomen rücksichtlich des Kernes in der Prophase der Teilung betonen; der Kern erscheint oft wie eingezwängt und daher deformiert unter der ohne Zweifel starken Wirkung der Centrosomen. Freilich sind einstweilen die einzelnen Stadien der Spindelbildung der Beob-

achtung nicht zugänglich; anfänglich allerdings ist die Anlage der Spindel sicher intranukleär.

Ich würde dazu neigen, mehr Übereinstimmung mit DOBELLS Angaben über *Oxnerella maritima* zu finden, welcher Autor dem Centralhorn echte Centrosomennatur zuschreibt. Er übernimmt die ältere Auffassung von SASSAKI und von SCHAUDINN über die centrosomale Beteiligung des »Centroplasts« an der Mitose (9, S. 531 ff.). Davon habe ich auch in einem anderen Zusammenhang gesprochen¹.

Nicht anzuzweifeln ist ferner die Homologie des Centrosoms am Hauptkern von *Paramoeba* mit dem gleichnamigen Gebilde bei *Dimorpha mutans*, einem Organismus, der zu Flagellaten sowohl wie zu Rhizopoden Beziehungen aufweist, nach den neuesten Untersuchungen von BŘĚLAŘ. Die Übereinstimmung in der Bildung »einer muldenförmigen Einbuchtung des Kerns« im Zusammenhang mit der Lagerung des Centrosoms ist augenscheinlich (6, S. 266, Abb. 19).

Die starke Annäherung des Centrosoms von *Paramoeba* an die Zustände bei den Heteroplastiden läßt es zweifelhaft erscheinen, ob man in den Polkappen des Kernbinnenkörpers bei *Limax*-Amöben geradezu ein Äquivalent des Centrosoms bei Metazoen erblicken dürfte (vgl. dazu A. KÜHN, 24, S. 265). Es müßte denn eine völlig abweichende Organisation in diesen Amöben vorliegen.

Zu betonen ist die außerordentlich starke und schön markierte Plasmastrahlung um die Centrosomen auf frühen Phasen bei *Paramoeba*, wie diese Erscheinung wohl selten bei Rhizopoden vorkommt. ARNDT schreibt diesbezüglich: »Das Fehlen der Plasmastrahlungen bei Protozoen dürfte meiner Meinung nach in erster Linie darin begründet sein, daß ihr Plasma im Zusammenhang mit den ganz anderen Lebensbedingungen und andern Aufgaben eine andre innere Struktur hat, als beispielsweise das der Eizellen, vor allen Dingen zäher ist. Besonders bildet die Aufnahme geformter Nahrung einen wichtigen, die Ausbildung einer Strahlung hindernden Faktor. Bei den Gregarinen z. B., wo flüssige Nahrung aufgenommen wird, finden sich ganz ausgeprägte Plasmastrahlungen« (2, S. 65). Bei *P. pigmentifera* freilich, trotz überaus intensiver Aufnahme von Spermatogonien usw., also zelliger Nahrung, läßt das Archoplasma im geeigneten Moment mit großer Feinheit

¹ Bei dieser Gelegenheit will ich noch darauf aufmerksam machen, daß in der Homologisierung des Centrosoms sowohl vom Hauptkern wie vom »Nebenkörper« bei *Paramoeba* mit dem Centroplast von *Oxnerella* nach DOBELL kein logischer Widerspruch besteht: dem »Nebenkörper« als zweiten Kern in Teilung würden eben die Attribute eines solchen vollauf zukommen.

die Strahlung erkennen. Es scheint mir, daß der Gebrauch von Osmiumgemischen zur Fixierung für das Zustandekommen des Bildes sehr wesentlich ist.

Es mag noch hingewiesen werden auf die »Pseudocentrosomen« während der Teilungsstadien von *Rhogostoma schüssleri* nach BĚLAŘ (4), namentlich auf die Bilder Taf. VII, Abb. 103, 106 und 111 dieses Autors. Nach rein topographischer Beurteilung wäre man versucht, echte Centrosomen zu erblicken. Laut der Schilderung von BĚLAŘ handelt es sich um Zerfallsstücke des Caryosoms, welche die Tendenz aufweisen, sich an den Spindelpolen in der Zahl von je 3—10 anzuordnen; manchmal lassen sie sich an einem jeden Pol in der Einzahl, eben als »Pseudocentrosomen« beobachten (4, S. 309 und 310). — Damit dürften die wesentlichen Vergleichsmomente bezüglich der Centrosomen unter den Rhizopoden erschöpft sein. —

Die Größenzunahme des Kernes während der Prophase bei *Paramoeba* findet vielleicht ihr Analogon im entsprechenden Vorgang an den Kernen der Primärzysten bei *Actinosphaerium eichhorni* nach R. HERTWIG (18, S. 651 und 652, Taf. II, Abb. 10a, b und c), was durch diesen Autor hauptsächlich auf Imbibition, zum Teil aber auch auf Zunahme an spezifischer Kernsubstanz zurückgeführt wird. Diese Kerne der Primärzysten sind bestimmt in das Stadium der Caryokinese einzutreten. — Übereinstimmend mit den Befunden bei *Paramoeba* berichtet GLÄSER für *Am. lamellipodia* GLÄS.: »Der Beginn der Kernteilung wird durch eine ziemlich ansehnliche Vergrößerung des gesamten Kernes eingeleitet« (14, S. 80), was aus dem Vergleich seiner Abbildungen Taf. VI, Abb. 52 mit Abb. 53—57 deutlich zu entnehmen ist. — Neuerdings betont BĚLAŘ mit Recht, daß es einstweilen unbekannt bleibt, ob bei einer Verschiebung des Verhältnisses von Kernvolumen zu Plasmavolumen eine Änderung des zahlenmäßigen Gehaltes der lebenden Substanz des Kernes mit im Spiele ist (6, S. 442 und 443.)

Bekanntlich können die Rhizopodenmitosen bezüglich des Verhaltens der Kernmembran in zweierlei Art ihren Ablauf nehmen, soweit zuverlässige Angaben eine Beurteilung erlauben: 1. bei erhaltenbleibender Kernmembran, innerhalb eines scharf umrissenen Kernsafttraumes, 2. bei sich auflösender Kernmembran. Freilich macht neuerdings BĚLAŘ darauf aufmerksam, daß eine Klassifizierung der Teilungserscheinungen bei Protozoen nach jenem Gesichtspunkt künstliche Grenzen errichten würde, ein Standpunkt, den der Verfasser übrigens selbst in einem Schlußsatz der betreffenden Auseinandersetzung beträchtlich abschwächt. Es scheint mir eine vergleichende Orientierung in dieser

Hinsicht innerhalb von Rhizopodenmitosen nicht unnötig zu sein. — Da müssen wir zunächst bei dem Begriff der Kernmembran etwas verweilen. Bei *Paramoeba* zweifle ich nicht an ihrer Existenz. In manchen Zuständen von *P. pigmentifera*, bei der Eindellung des Kernes durch das Centrosoma, lassen sich direkt Einfaltungen der Kernmembran beobachten. Ausgesprochen membranartig muß das in Rede stehende Gebilde in gewissen Phasen bei *Actinosphaerium eichhorni* erscheinen. So berichtet R. HERTWIG von manchen Kernen der Primärzysten: »Die Kernmembran liegt als ein schlaffer Sack im Protoplasma, innerhalb derselben die Kernmasse als ein kompakter Körper, in welchem die Nucleoli bei Färbung nicht mehr so deutlich wie sonst abgegrenzt sind. Es handelt sich hier nicht mehr um Bilder, welche durch ungenügende Konservierung hervorgerufen wurden« (18, S. 653). Mehrere Autoren neueren Datums (so unter anderem DOFLEIN, ARNDT, BĚLAŘ selbst) berichten über das Vorhandensein einer Kernmembran bei Rhizopoden; ja, bei einer Amöbe nach ARNDT soll sich auffallenderweise in der Prophase die Kernmembran in zwei Lamellen spalten (3, S. 662).

Die für *Paramoeba* geltende Erscheinung, daß die Kernmembran im Verlauf der Caryokinese vollständig aufgelöst wird — in diesem Fall zu Ende der Metaphase — findet unter den Rhizopoden ein typisches Gegenstück vor allem in dem von ARNDT so genau untersuchten Fall *Hartmannella klitzkei*. »Zu Beginn der Metakinese wird die Kernmembran aufgelöst, und zwar zunächst an den Polen. Die seitlichen Teile der Kernmembran sind nicht selten noch auf späteren Stadien nachzuweisen« (2, S. 32 und 33). Allerdings lassen sich nach diesem Autor Reste der Kernmembran manchmal noch in der späten Anaphase erkennen (S. 38). Auch gehört anscheinend der Ablauf der Mitose während der »ersten Reifeteilung« bei *A. mira* nach GLÄSER hierher (15, Taf. VIII, Abb. 27 bis 30). Viel Ähnlichkeit liegt auch vor mit der Metaphase von *A. proteus* nach DOFLEINS Untersuchung vor (12, S. 262, Abb. 6a). — Demgegenüber lassen sich zahlreich nach neueren Autoren Angaben sammeln, wonach die gesamte Mitose bei erhaltenbleibender Kernmembran sich abspielt. Meiner Ansicht nach liegt hier doch eine weitgehende Differenz im Vergleich zu *Paramoeba* vor. So schreibt z. B. ZUELZER über die Kernteilung während der Knospungsvorgänge bei *Wagnerella*: »Während der ganzen Mitose bleibt die zarte Kernmembran erhalten« (33, S. 172), was auch durch Abbildungen bekräftigt wird. Sicher dürfte sich das gleiche auch auf die Kernteilung von *Actinosphaerium eichhorni* beziehen. Bei *Actinophrys sol* verläuft beinahe die gesamte Mitose intranucleär (BĚLAŘ); erst zu Beginn der Rekonstruktion soll

die alte Kernmembran verschwinden. Ausdrücklich lauten die Angaben von GLÄSER für *A. verrucosa* und *A. tachypodia* über die Persistenz der Kernmembran im Teilungsvorgang; die Membran bleibt im erstgenannten Fall »als scharfe doppelte Kontur« erhalten, bis sie in später Anaphase eine Durchschnürung erleidet (14, S. 62, 70 und 71). Kaum einen Zweifel lassen die Beschreibung und die Abbildungen von DORLEIN über *Pyxidicula operculata* aufkommen. Sei Objekt war ausgezeichnet »durch die deutliche, relativ dicke Kernmembran, welche nur in späten Stadien der Anaphase für kurze Zeit undeutlich wird, aber offenbar nie verschwindet. Sie grenzt den Kern in allen wichtigen Stadien vom umgebenden Plasma so vollkommen ab, daß wir den Anteil von Plasmabestandteilen, die nicht etwa in flüssigem Zustand durch die Membran diffundieren, am Aufbau der Spindel vollkommen ausschließen können« (11, S. 637). Für einige *Chlamydothryx*-Arten hatte BĚLAŘ festgestellt, daß die Kernmembran in der Teilung persistiert. Schließlich erwähne ich noch, daß die bedeutend abweichender verlaufenden Kernteilungsvorgänge bei Genus *Entamoeba* nach Untersuchungen von mir, MERCIER, NÖLLER, SVEZY, KOFOID und SVEZY durch das Überdauern der Kernmembran, die ja speziell bei *Entam. blattae* außerordentlich stark und resistent ist¹, charakterisiert werden.

Bezüglich des nicht unwichtigen Moments in der Amöbenmitose, nämlich des Anteils des Binnenkörpers an der Kernteilung, schließt sich *Paramoeba* in den im Präparat erlangten Bildern am nächsten an die von BĚLAŘ gegebene Schilderung von *Chlamydothryx schaudinni* (normaler Ablauf) an. Nach dem, was ich bei *Paramoeba* beobachten konnte, scheint mir die Einteilung BĚLAŘS in einen »normalen« und »aberranten« Typus der Kernteilung etwas schematisiert. Der Verfasser sagt ja selbst: Es »finden sich alle möglichen Übergänge zwischen der typischen *Schaudinni*-Mitose und dem aberranten Typus« (4, S. 302). Außerdem habe ich selbst bei *Paramoeba* eine gewisse Labilität der Auflösung des Binnenkörpers unterschieden: »Diese Umwandlung des Binnenkörpers läßt sich in verschiedenen Stufen beobachten; sie scheint im einzelnen nicht nach einem durchaus strengen Plan jedesmal abzulaufen« (siehe oben, S. 598). Die Übereinstimmung zwischen *Chlamydothryx* und *Paramoeba* scheint mir weitgehender zu sein, als man das aus der kurzen Schilderung BĚLAŘS entnehmen könnte. »Jetzt beginnt die Auflösung des Caryosoms. Es verliert nach und nach seine Färbbarkeit und zerfällt in kleine Krümel und Brocken, die allmählich verschwinden (Abb. 17,

¹ Vgl. auch u. a.: C. JANICKI. Über Kern und Kernteilung bei *Entamoeba blattae*. Biol. Centralblatt. Bd. XXIX. 1909.

18 und 19). Am längsten bleiben sie an den Polen der um dieselbe Zeit sich deutlich differenzierenden Spindel erhalten (Abb. 19). Durch den Schwund des Caryosoms wird den Chromosomen Platz gemacht...« (4, S. 300). In dieser Darstellung ist der streifige Charakter des sich auflösenden Binnenkörpers nicht betont; aus den Abbildungen BĚLAŘS aber läßt er sich mit aller Deutlichkeit entnehmen, und darin äußert sich Übereinstimmung mit *Paramoeba*. — Ferner besteht eine gewisse Analogie zu dem Verhalten des Binnenkörpers bei der von ARNDT (3) studierten Amöbe, wo offenbar der Gebrauch einer neuen Methode (S. A. E. MANN-Präparate) das Schicksal des Binnenkörpers gegenüber dem Chromatin besonders anschaulich macht. — In meiner Schilderung der Metaphase von *Paramoeba* habe ich lediglich das zeitliche Zusammenfallen von Caryosomaauflösung und Spindelbildung registriert. Diese Koinzidenz ist auffallend genug. In der in den letzten Jahren sich markierten Kontroverse von Anschauungen BĚLAŘ—DOFLEIN (die ja sich übrigens nicht auf mein Objekt bezieht) möchte ich eine vermittelnde Stellung annehmen. Ich glaube, daß in Fällen, wie *Chlamydomorphys schaudinnii* und *Paramoeba* der sich auflösende Binnenkörper gleichsam die stoffliche Kostellation liefert für die Spindelbildung; das formende Element der intranucleären Spindel würde aber nicht aus dem Binnenkörper stammen. — Sehr ähnliche Bilder übrigens bezüglich der Spindelbildung im Kern liefert neuerdings ZUEZLER für *Am. biddulphiae*.

Dem geschilderten Typus, der also unter anderem auch durch *Paramoeba* vertreten wird, wäre der sogenannte *Vahlkampfia*- bzw. *Pyxidicula*-Typus nach den übereinstimmenden Untersuchungen von v. WASIELEWSKI und KÜHN bzw. von DOFLEIN gegenüberzustellen. Hier äußert sich deutlich die anscheinend aktive, formende Rolle des Binnenkörpers. Es mag erlaubt werden, die zusammenfassenden Worte von v. WASIELEWSKI und KÜHN hier zu zitieren: »Die Leistungen des Binnenkörpers bei der Teilung kann man als die eines Teilungsorgans bezeichnen: er leitet durch seine Streckung und Einschnürung den Teilungsvorgang ein, aus ihm gehen die Teilungspole (Polkörper) hervor und zwischen ihnen die »Spindel«, die den Tochterplatten als Gleitbahn dient und die Polkörper mit den Polplatten auseinanderstemmt. Spindelrest und Polkörper vereinigen sich wieder in den Tochterbinnenkörpern« (32, S. 305). — Dieser eigenartige Teilungstypus findet volle Bestätigung durch DOFLEIN an *Pyxidicula tuberculata* (11). Diesem Typus schließt sich offenbar auch *A. tachypodia* nach GLÄSER an.

Es wäre von Interesse, in der weiteren Fortführung der Mitosen-

untersuchungen bei Rhizopoden zu erfahren, ob etwa das Vorhandensein eines extranucleären Centralorgans (*Paramoeba pigmentifera*, *Hartmannella klitzkei*, ARNDTS Amöbe) das passive Verhalten des Binnenkörpers in der Teilung bedingt, und ob etwa umgekehrt das gesicherte Fehlen eines derartigen Centralorgans korrelativ zu dem namentlich durch v. WASIELEWSKI und KÜHN bekannt gewordenen *Vahlkampfia*-Typus führt. Ich wäre entschieden geneigt, den Zustand wie bei *Paramoeba* als einen phylogenetisch höheren zu betrachten, welcher deutliche Anklänge an Metazoen aufweist. Im obigen Zusammenhang ist die Auffassung von BĚLAŘ von Bedeutung, wonach »die Polkappen in allen Kernteilungen von *Actinosphaerium* und *Actinophrys* Centrosomenäquivalente darstellen« (6, S. 559).

Die körnchenartige Verteilung des Chromatins im »Außenkern« von *Paramoeba* während der Prophase findet unter den Rhizopoden ein vielfaches Analogon. Besondere Übereinstimmung finde ich mit *A. tachypodia* nach GLÄSER, mit *Pyxidicula* nach DOFLEIN (»die erste Andeutung einer Vorbereitung zur Teilung finde ich im Auftreten größerer Granulationen im Außenkern«, 11, S. 618), ferner bei *Acanthocystis aculeata* nach STERN sowie nach BĚLAŘ-STERN. Dagegen weist die Kernrandschicht bei *Vahlkampfia bistadialis* (der Mutterboden für die Bildung der Äquatorialplatte) in der Prophase eine abweichende, alveolisierte Textur auf. — Eine ganz andre Form der Kondensation des Chromatins in der Prophase charakterisiert unter anderem *Am. mira* nach GLÄSER; hier bildet der »intakt« gebliebene Kern in der Cyste ein »deutliches Spirem« aus, »auf dessen anscheinend zusammenhängenden Faden feinste Chromatinpartikelchen aufgelagert sind« (15, S. 177, Taf. VIII, Abb. 20—23). Desgleichen *Chlamydothryx schaudinni* nach BĚLAŘ. Zunächst wird hier, übereinstimmend mit *Paramoeba*, der Beginn der Prophase gekennzeichnet »durch die Ansammlung färbbarer Substanz in den Knotenpunkten des alveolären Außenkerns, die immer mehr zunimmt«; in der Folge aber breiten die einzelnen Granula »sich aus und verbinden sich schließlich zu einem deutlichen Spirem, wodurch die Alveolenstruktur verschwindet« (4, S. 300, Taf. IV, Abb. 10, 11 und 12). Sehr eigenartig wird bei *Actinophrys sol* nach BĚLAŘ »der ganze Kernhohlraum (— beim fehlenden Caryosom —) von einem festen, vielfach gewundenen Spirem durchsetzt« (4, S. 9, Taf. II, Abb. 15). Spirembildungen in der Prophase beschreibt eingehend auch ARNDT in seinen zwei Publikationen. — Aus der früheren Schilderung von *P. pigmentifera* ist bekannt, daß hier ein Spiremzustand sicher nicht vorkommt; dagegen lassen sich bei *P. chaetognathi* schwache Anklänge zur Bildung

eines solchen — fädige, zart verzweigte Fragmente im Außenkern, bei Gegenwart des Caryosoms — beobachten.

Die beträchtliche, sofort in die Augen springende Zunahme der Größe der Chromatinkörner im Außenkern, von mir als »Evidenzphase« gekennzeichnet, findet vielfach eine Parallele unter den Rhizopoden. So z. B. berichtet ARNDT: »Die Kerne älterer (größerer) Tiere zeichnen sich von denen jüngerer Amöben durch ein stärkeres Hervortreten der Außenkernstrukturen aus«; es handelt sich eben um das Auftreten von groben Körnern im feinen Maschenwerk (3, S. 660); ein Vergleich von Abb. 6 und 7 mit 8—10, Taf. XIX dieses Autors bekräftigt die Analogie mit den Zuständen von *Paramoeba*. Den Vorgang führe ich in meinem Fall, wie schon oben dargetan, auf ein Abwandern der Chromatinsubstanz vom Binnenkörper des Ruhekernes zurück. Bis zu einem gewissen Grade weiß ich mich in dieser Hinsicht in Übereinstimmung mit GLÄSERS eingehenden Angaben für *A. lamellipodia*; hier wird geschildert, wie unter einer Vacuolisierung des Binnenkörpers, der den Charakter eines Amphinucleolus hat, Chromatinbestandteile einen Transport in den Kernsaffraum erleiden¹ (14, S. 81). Dagegen bin ich bestimmt der Ansicht, daß bereits früher im Außenkern die Grundlage für die Chromosomen gegeben war. Bekanntlich betonen v. WASILEWSKI und KÜHN für das Genus *Vahlkampfia*, daß der Äquatorialring aus der Außenkernmasse durch zunehmende Verdichtung entsteht. Sehr bestimmt äußert sich DOFLEIN für *Pyxidicula operculata* in dem gleichen Sinne. Alles »Chromatin« des Ruhekernes ist im Außenkern enthalten; aus diesem Material bildet sich die Äquatorialplatte. Die beiden vorhin genannten Autoren lassen freilich die Möglichkeit offen, daß bei einigen Formen vielleicht auch Material aus dem Binnenkörper der Äquatorialplatte zufließt (11, S. 290). In der neuesten Zeit hatte sich BĚLAŘ sehr energisch für die DOFLEINSche Auffassung des Caryosoms als ausschließlich achromatisches Gebilde eingesetzt und einige zweifelhafte Fälle kritisch betrachtet (6, S. 452, 453 und Anmerkung 80, S. 588). Doch möchte er diesen Standpunkt nicht als absolut durchgreifend kennzeichnen: »Es ist also die Möglichkeit eines Chromatingehaltes mancher Protistencaryosome prinzipiell durchaus zuzugeben; wengleich ich es vorläufig für richtig gehalten habe, angesichts der relativen Isolation der betreffenden Befunde und ihrer noch nicht als völlig einwand-

¹ Die Kritik der GLÄSERSchen Angaben durch ARNDT (2, S. 49) ist mir nicht unbekannt geblieben; doch kann ich nicht annehmen, daß in einer so eingehenden Darstellung der Vorgang einer Abgabe des Chromatins vom Binnenkörper nach außen durchaus verfehlt sein könnte.

frei zu betrachtenden Fundierung andre Deutungsmöglichkeiten in den Vordergrund zu stellen, die die betreffenden Fälle dann für die Mehrzahl aller übrigen als gültig erkannten Schema einzuordnen vermögen« (6, S. 455). — Die Fragen dieser Art sind übrigens nicht leicht mit Sicherheit zu beantworten. So schreibt auch ARNDT: »Die Entscheidung darüber, ob von der Substanz des Binnenkörpers etwas auf die Chromosomen übergeht, ist sehr schwer zu fällen.« »Dennoch glaube ich, daß diese Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann« (2, S. 48). — Am Ablauf der Prophase dürfte wohl ein Zustand vorliegen, welcher mit dem übereinstimmt, den neuerdings ZUELZER für *Am. biddulphiae* unter Gebrauch feinerer Methoden analysiert hatte. Der Binnenkörper wird wirklich achromatisch, nachdem er seine oxychromatische Komponente abgegeben hatte. »Alles Chromatin gehört dem Außenkern; die Chromosomen werden vom Chromatin des Außenkerns gebildet« (34, S. 268).

Der kornförmige Charakter der Chromosomen wiederholt sich vielfach unter den Rhizopoden, wenn auch nicht überall. Die Anordnung der Chromosomen in einem Äquatorialring kann, wie bei *Paramoeba*, namentlich deutlich bei *Chlamydothryx schaudinni* nach BĚLAŠ, bei *Hartmannella klitzkei* nach ARNDT sowie bei der zweiten von ARNDT studierten Amöbe beobachtet werden. Die Zahl der Chromosomen, etwa 140, ist unter den Amöbaceen eine besonders hohe, wenn man berücksichtigt, daß für *H. klitzkei* 46—52 (ARNDT), für *V. bistadialis* 16—18 (KÜHN) angegeben werden.

Der Verlauf der Anaphase zeigt viel Übereinstimmung mit *A. lamellipodia* nach GLÄSER sowie mit den zwei von ARNDT studierten Objekten. Auch in diesen Fällen begegnen wir der für *Paramoeba* so charakteristischen »Verklumpung« von Chromosomen zu imposanten »Tochterplatten«, welche eigentlich immer — so auch bei den Vergleichsobjekten — auf Ringform zurückführbar sind. Die Bildung in der Anaphase von mehr oder weniger homogen erscheinenden in besonderer Weise eingekrümmten Tochterplatten, welche die einzelnen Chromosomen nicht mehr hervortreten lassen, ist charakteristisch unter anderem nach STERN für die Acanthocystideen. Etwas weiter hergeholt wäre der Vergleich mit *Aulacantha scolymantha* nach BORGERT. Mit dem eben Geschilderten stehen die neuesten Angaben von ZUELZER für *Am. biddulphiae* in Übereinstimmung. In den späten Phasen beginnen die Chromosomen dicht aneinanderzurücken und zu verklumpen, so daß »schließlich die Tochterplatten als einheitliche Ringe erscheinen, welche die stark entwickelten Spindelfasern umschließen« (34, S. 266, Taf. XI, Abb. 10a).

Das Erscheinen einer etwa oval umschriebenen, stärker färbbaren körnigen Masse im Anschluß an die Tochterplatten bei der beginnenden Rekonstruktion wird in übereinstimmender Weise von ARNDT geschildert (3, Taf. XX, Abb. 38). Bei *Paramoeba* tritt dieser Rekonstruktionszustand besonders markant auf.

Die Entstehung der Tochterbinnenkörper durch Zusammenfließen mehrerer kleiner Gebilde während der Rekonstruktion findet mehrfache Analogie unter den Rhizopoden. Sehr deutlich ist dieser Vorgang neuerdings durch ARNDT veranschaulicht worden, unter Anwendung einer spezifischen Färbung für das Caryosom (3, Taf. XX, Abb. 40ff.; S. A. E. MANN-Präparate, die Bestandteile des Binnenkörpers rot). »Im Inneren des von dem Körnchennetz erfüllten Raumes treten bald kleinere rote Tröpfchen auf, die sich vergrößern, teilweise untereinander verschmelzen und zuletzt zu einem einheitlichen Binnenkörper zusammenfließen« (3, S. 668). Viel Analogie besteht ferner mit den früheren Angaben GLÄSERS für *A. lamellipodia* (14, Taf. VII, Abb. 74—77). »Bisher bestand der Kern aus einer größeren Zahl von Chromatinbrocken, die einem Reticulum aufgelagert waren. Sehr oft zählte ich dabei zwölft. . . Sollten hier die zwölf Chromosomen der Tochterplatten noch einmal hervortreten? Diese Chromatinelemente schwellen nun an und fließen allmählich zu immer größeren Kugeln zusammen, bis zuletzt ein einheitlicher Binnenkörper entstanden ist. . . Überblicken wir den ganzen Vorgang, so finden wir, daß bei der *A. lamellipodia* alles Chromatin im Binnenkörper vereinigt ist« (14, S. 85). — Das entsprechende Stadium bei *Paramoeba* scheint mir noch deutlicher — ausschließlich aber für diese Phase — zu einer solchen Schlußfolgerung zu berechtigen. Bei *A. lamellipodia* sind außer den Binnenkörperbrocken noch »schwach färbbare Kugeln« in großer Anzahl im Außenkern vertreten; sie fehlen bei *Paramoeba*. — BĚLAŘ freilich betont, daß ein derartiges Zusammenfließen von Binnenkörperfragmenten als typischer Rekonstruktionsmodus für echte Nucleolen gilt (6, S. 450). Wie schon früher gesagt, hätte ich gewichtige Bedenken im Binnenkörper von *Paramoeba* einen wahren Nucleolus anzuerkennen. —

Daß bei freien Süßwasseramöben »Teilungskugeln« vorkommen, wurde von mehreren Autoren gemeldet (DOFLEIN, GLÄSER, v. WASIELEWSKI und KÜHN); ja, die Abkugelung des Körpers wurde sogar zu einem durchgreifenden Kriterium der Amöbenteilung gemacht (GLÄSER). Offenbar mit Recht hatte JOLLOS vor einer Verallgemeinerung in dieser Hinsicht gewarnt: »Die Abkugelung geht bei vielen, vielleicht den meisten, aber sicher nicht allen Amöben der Durchschnürung des

Plasmas voraus« (20, S. 259). Bei *Paramoeba* fehlt diese Tendenz zur Abrundung bei parasitischen Arten, SCHAUDINN erwähnt sie auch nicht für *P. eilhardi*; bei parasitischen Arten mögen freilich besondere, mit den von DOFLEIN u. a. studierten Zuständen nicht vergleichbare Bedingungen vorliegen. Dagegen ist es der Erwähnung wert, daß »die eigenartig regelmäßigen Protoplasmafortsätze«, welche nach DOFLEIN gelegentlich an den Teilungskugeln von *A. proteus* (vgl. 12, Abb. 3, S. 260) wie auch, nach früheren Angaben, bei *A. vespertilio* auftreten, in ihrem Habitus durchaus an die gleichfalls sehr regelmäßigen Pseudopodien im Zustand der Taf. VI, Abb. 35 von *Paramoeba* erinnern.

Zoologisches Institut der Universität Warschau, Mai 1928.

Literaturverzeichnis.

1. ALEXEIEFF, A., 1912: Sur les caractères cytologiques et la systematique des amibes du groupe Limax etc. Bull. Soc. Zool de France. T. XXXVII.
2. ARNDT, A., 1924: Rhizopodenstudien I. Arch. f. Protist. Bd. XLIX.
3. — 1925: Rhizopodenstudien II. Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat. Bd. II.
4. BĚLAŘ, K., 1921: Untersuchungen über Thecamöben der Chlamydephrys-Gruppe. Arch. f. Protist. Bd. XLIII.
5. — 1923: Untersuchungen an Actinophrys sol EHRENBERG I. Die Morphologie des Formwechsels. Arch. f. Protist. Bd. XLVI.
6. — 1926: Der Formwechsel der Protistenkerne. Ergebn. u. Fortschr. d. Zool. Bd. VI. Jena.
7. CALKINS, G. N., 1926: The Biology of the Protozoa. Philadelphia and New York.
8. CHATTON, E., 1910: Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les Amœbiens. Arch. zool. exp. et gén. 5 sér. T. V.
9. DOBELLE, CL., 1917: On Oxnerella maritima, Nov. gen., nov. spec., etc. Quart. Journ. of Microscop. Sc. Vol. LXII.
10. DOFLEIN, FR., 1916: Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. Jena.
11. — 1916: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. VIII. Pyxidicula operculata. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont. Bd. XXXIX.
12. — 1918: Die vegetative Fortpflanzung von Amoeba proteus Pall. Zool. Anz. Bd. XLIX.
13. FARIA, G. DE, CUNHA, A. M. DA und PINTO, C., 1922: Studien über Meeresprotozoen. Mem. Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. T. VX.
14. GLÄSER, H., 1912: Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben etc. Arch. f. Protist. Bd. XXV.
15. — 1912: Über Kernteilung, Encystierung und Reifung von Amoeba mira n. sp.. Ebenda. Bd. XXVII.
16. GRASSI, G., B. 1881—1882: Intorno ad alcuni protisti endoparasitici etc. Atti Soc. Ital. Scienz. Nat. Vol. XXIV.

17. HARTMANN, M. und NÄGLER, K., 1908: Copulation bei *Amoeba diploidea*. Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde. Berlin.
18. HERTWIG, R., 1899: Über Kernteilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium eichhorni*. Abh. d. math.-phys. Kl. d. Kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. Bd. XIX.
19. JANICKI, C., 1912: Paramöbenstudien (*P. pigmentifera* GRASSI und *P. chaetognathi* GRASSI). Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. CIII.
20. JOLLOS, V., 1916: Untersuchungen zur Morphologie der Amöbenteilung. Arch. f. Protist. Bd. XXXVII.
21. KOFOID, CH. ATW. and SVEZY, OL., 1921: On the free, encysted, and budding stages of *Councilmania lafleuri* etc. Univ. of California Publ. in Zool. Vol. XX.
22. — — and KESSEL, J. F., 1923: On the genus *Councilmania* etc. Ibid. Vol. XX.
23. — — 1925: On the number of chromosomes and the type of mitosis in *Endamoeba dysenteriae*. Ibid. Vol. XXVI.
24. KÜHN, A., 1920: Untersuchungen zur kausalen Analyse der Zellteilung. I. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. XLVI.
25. METCALF, M. M., 1923: The Opalinid ciliate infusorians. Smithson-Inst., U. S. Nat. Museum. Bull. 120. Washington.
26. NÖLLER, W., 1922: Die wichtigsten parasitischen Protozoen des Menschen und der Tiere. I. Teil. Berlin.
27. PROWAZEK, S. v., 1913: Aus dem Nachlaß von FRITZ SCHAUDINN. Arch. f. Protist. Bd. XXX.
28. SCHAUDINN, FR., 1896: Über den Zeugungskreis von *Paramoeba eilhardi* n. g. n. sp. Sitzungsber. d. Kgl. preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin. XIV.
29. STERN, C., 1924: Untersuchungen über *Acanthocystideen*. Arch. f. Protist. Bd. XLVIII.
30. REICHENOW, ED.-DOFLEIN, FR., 1927: Lehrbuch der Protozoenkunde. 5. Aufl., I. Teil. Jena.
31. WASIELEWSKI, T. v. und HIRSCHFELD, L., 1910: Untersuchungen über Kulturamöben. Abh. d. Heidelberg. Akad. d. Wiss., Math.-nat. Kl.
32. — und KÜHN, A., 1914: Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont. Bd. XXXVIII.
33. ZUELZER, M., 1909: Bau und Entwicklung von *Wagnerella borealis*. Arch. f. Protist. Bd. XIX.
34. — 1927: Über *Amoeba biddulphiae* n. sp. Ebenda. Bd. LVII.

Erklärung der Tafel II—VII.

Sämtliche Abbildungen beziehen sich auf fixiertes und gefärbtes Material von *Paramoeba pigmentifera* (GRASSI), nach Ausstrichpräparaten.

Tafel II.

Abb. 1. Kern in der »Evidenzphase«, Centrosoma mit Strahlung, Nebenkörper. HERMANNSCHE Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 2. Kern in der »Evidenzphase«, Centrosoma im Diplosomazustand, Strahlung. FLEMMINGSCHES Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 3. Polare Einstellung der Centrosomen mit Strahlung in bezug auf den Kern in »Evidenzphase«, Nebenkörper. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 4. Wie oben. Extreme dynamische Wirkung der Centrosomen auf den Kern. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 5—7. Beginnende Metaphase.

Abb. 5. Streckung des Binnenkörpers in der Richtung der späteren Spindel und beginnende Auflösung. Äquatorialring von Chromosomen. Beginnende Teilung der Centrosomen im Nebenkörper. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Tafel III.

Abb. 6 und 7. Weitere Auflösung des Binnenkörpers. Erscheinen der intranucleären Spindel. Abb. 6. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Abb. 7. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 8—10. Metaphase.

Abb. 8. Streifige Auflösung des Binnenkörpers in der Spindelrichtung. Äquatorialring von Chromosomen. Polare Eindruckungen des Kerns. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 9. Hantelförmig polar gestreckter Überrest des aufgelösten Binnenkörpers (keine Centralorganellen!). SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 10. Die letzten Überreste des aufgelösten Binnenkörpers. Kernmembran resorbiert. FLEMMINGSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 11—17. Anaphase. Die verschiedenen Zustände der dicentrischen Wanderung der kompakten chromatischen Schleifen.

Abb. 11. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 12 und 13. FLEMMINGSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Tafel IV.

Abb. 14. Erscheinen von halbsphärischen Kappen feingranulösen Caryoplasmas im Anschluß an die chromatischen Schleifen. Beginnende Einstellung des Nebenkörpers in die Richtung der Spindel. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 15—17. Deutliche Orientierung des Nebenkörpers parallel zur Spindelrichtung.

Abb. 15. Pikrinessigsäure, Boraxcarmin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 16. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 17. Eigentümliche Heteropolie (?) der Kernteilungsfigur. FLEMMINGSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 18—21. Späte Anaphase. Verschiedene Zustände der Teilung des Nebenkörpers, mit erhaltenem bzw. aufgelöstem Pigmentmantel.

Abb. 18. Genaue Einstellung des sich durchschnürenden Nebenkörpers (mit Pigmentmantel) in die Spindelachse der mitotischen Figur. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 19. HERMANNsche Lösung, Eisenhämatoxylin.

Tafel V.

Abb. 20 und 21. HERMANNSche Lösung, Eisenhämatoxylin.

Abb. 22. Nebenkörper. Vorbereitung zur Teilung, vier Centrosomen, Mittelstück mit netzartiger Struktur, Pigmentmantel aufgelöst (der Kern der betreffenden Amöbe noch vor der Prophase befindlich). FLEMMINGSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 23. Nebenkörper, Aufsicht in der Längsachse, mittlere Einstellung, Centrosomen unsichtbar. Alveoläre Struktur des Mittelstücks. Pigmentmantel erhalten. HERMANNSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 24—29. Beginnende Telophase. Wiedererscheinen der Kernmembran, Neubildung der chromatischen Schleifen, Auftreten der alveolären Struktur des Kernsafttraumes.

Abb. 24. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 25, 28 und 29. FLEMMINGSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. 3000fach.

Abb. 26 und 27. HERMANNSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 28a und b. Ein und derselbe Kern bei verschiedener Einstellung. Der Kern ist etwa winkelförmig eingekrümmt. In dem vom Winkel eingeschlossenen Raum liegt Archoplasma mit Centrosoma; Strahlung sichtbar. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 30. Späte Telophase. Auftreten der Binnenkörperbrocken im Kern. Die eine Teilhälfte des Nebenkörpers in Rekonstruktion (polare Wanderung des einen Teilprodukts des Centrosomas). HERMANNSche Lösung. Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 31—33. Verschiedene Zustände der Teilung des Nebenkörpers.

Abb. 31 und 33. HERMANNSche Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 32. FLEMMINGSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Centrosomen des Nebenkörpers bleiben verdeckt. Vergr. etwa 3000fach.

Tafel VI.

Abb. 34. Anaphase der Kernteilung. Typische chromatische Schleifen. Feingranuläres Caryoplasma im Gegensatz zum stark vakuolisierten, mit Volutinkörnchen versehenen Plasma der Amöbe. Der Nebenkörper, von Pigmentmantel umgeben, zwingt sich typisch in die Spindelrichtung ein. Centrosomen des Nebenkörpers gestreckt, als Vorbereitung zur Teilung. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin (in natürlicher Farbe des Präparats). Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 35. Gesamtbild einer sich teilenden Amöbe. Späte Anaphase. Die chromatischen Schleifen, stark entwickelt, als Tochterplatten sich einstellend. Nebenkörper geteilt. Spindelrest vorhanden. Eigentümliche Pseudopodienbildung. SCHAUDINNSche Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Vergr. etwa 2300fach.

Tafel VII.

Sämtliche Abbildungen sind in natürlichen Farben der Präparate gehalten.

Abb. 36. Zwei eben aus der Teilung entstehende Amöben. Kerne in später Telophase. Charakteristische Binnenkörperfragmente. Die Tochterneben-

körper, von Pigmentmantel umgeben, noch nicht typisch rekonstruiert. FLEMINGSCHE Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 3000fach.

Abb. 37—40. Die feinere Struktur des Nebenkörpers.

Abb. 37, 38 und 40. FLEMINGSCHE Lösung, DELAFIELDS Hämatoxylin. Pigmentmantel aufgelöst.

Abb. 37. Ein weitverbreitetes Bild des Mittelstücks; die Linsenform offenbar durch schwache Kontraktion hervorgerufen. Vergr. etwa 4000fach.

Abb. 38—40. Ausgesprochen kernähnliches Aussehen des Mittelstücks, als typisch zu bezeichnen. Vergr. etwa 4000fach.

Abb. 39. Zustand des Nebenkörpers als Vorbereitung zur Teilung (der Kern der betreffenden Amöbe in »Evidenzphase« begriffen). Unregelmäßiger Charakter des Mittelstücks. Außer den Centrosomen des Nebenkörpers zwei besondere Gebilde (?) im Mittelstück wahrnehmbar. Pigmentmantel nur zum Teil aufgelöst. HERMANNSCHE Lösung, Eisenhämatoxylin. Vergr. etwa 4000fach.



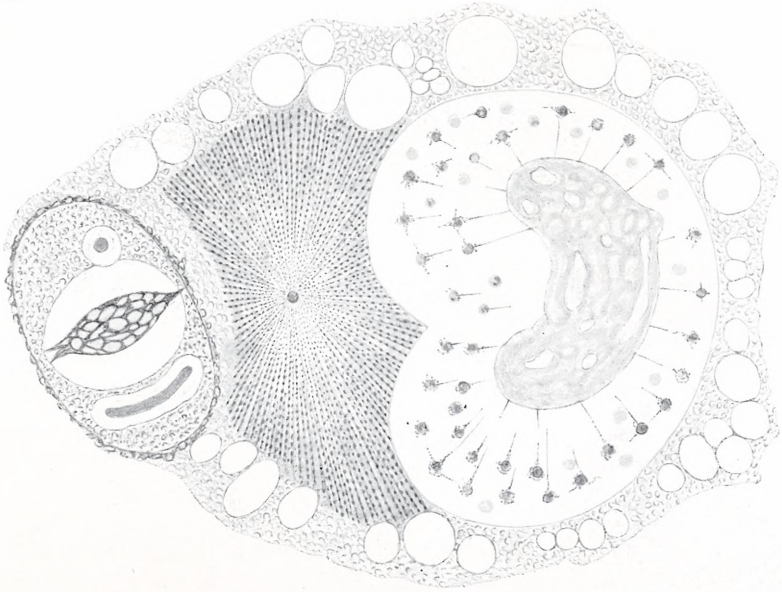


Abb. 1.

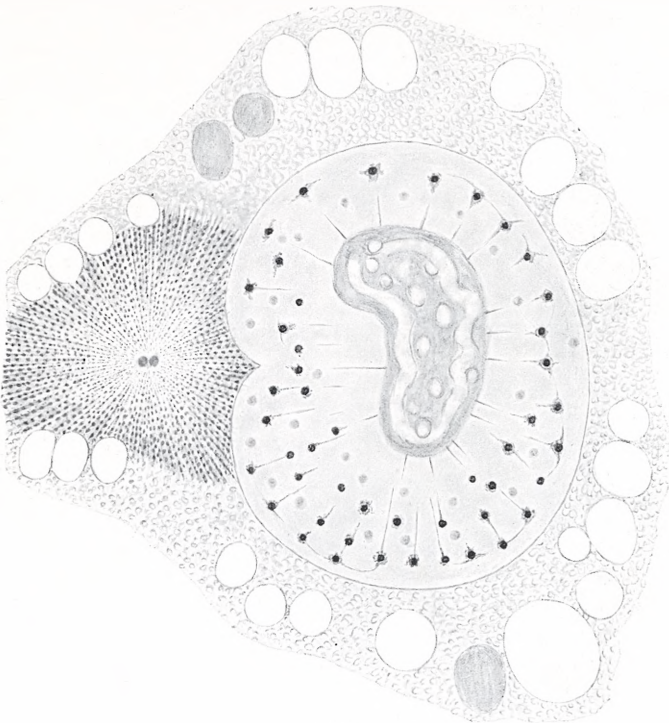


Abb. 2.

Janicki del.

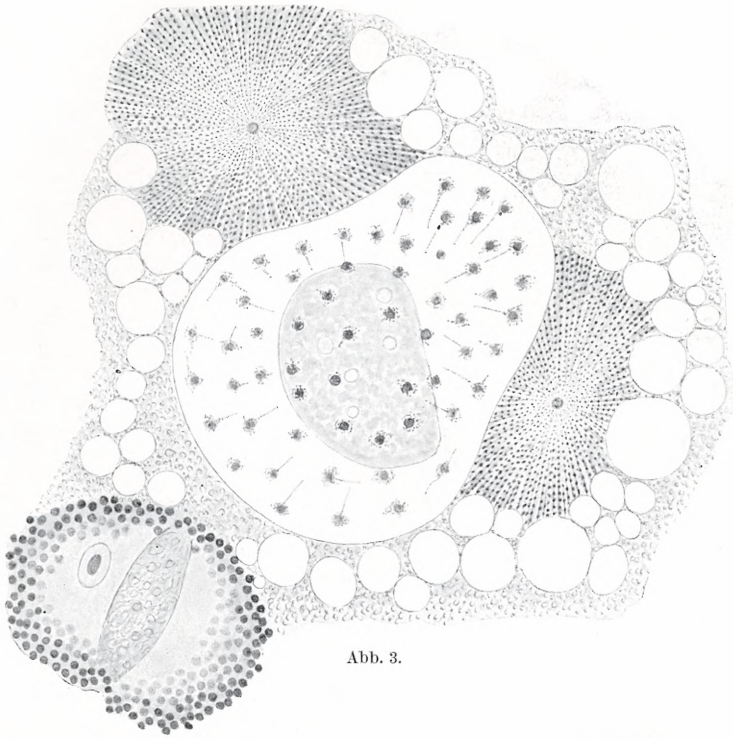


Abb. 3.

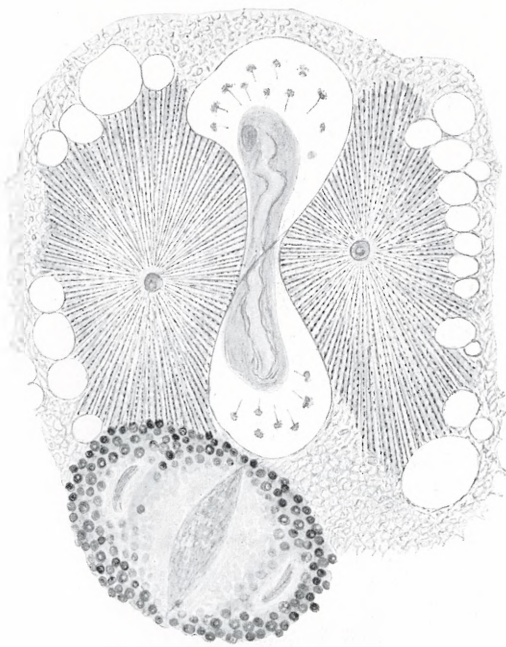


Abb. 4.

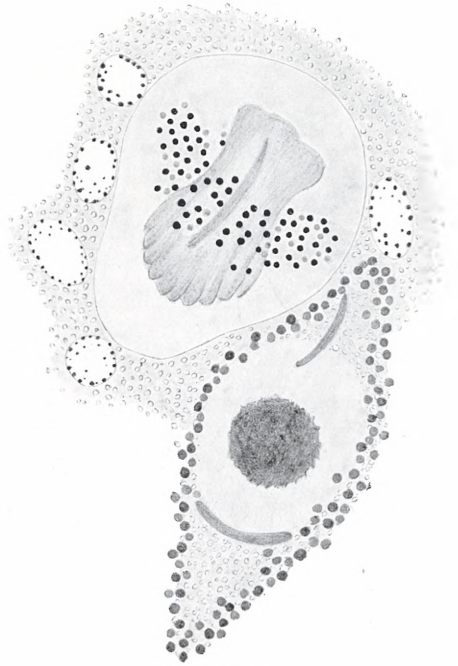


Abb. 5.

2000



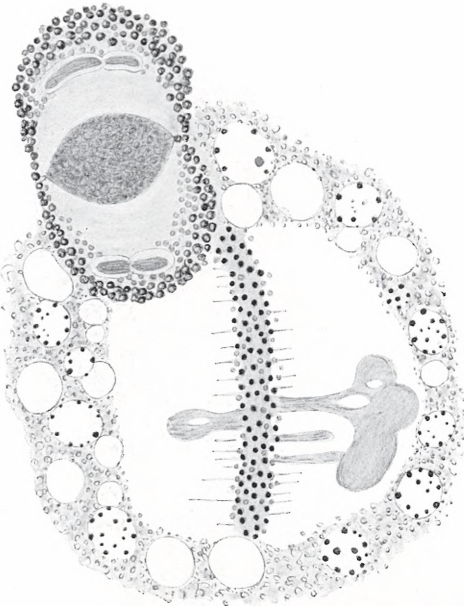


Abb. 6.

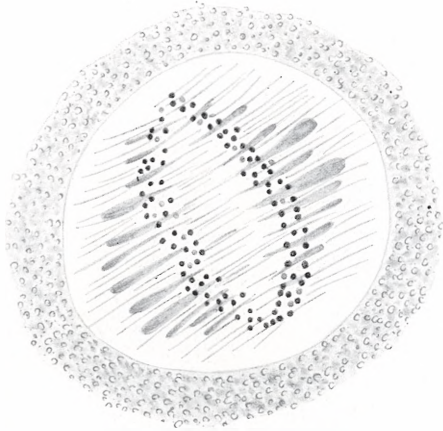


Abb. 7.

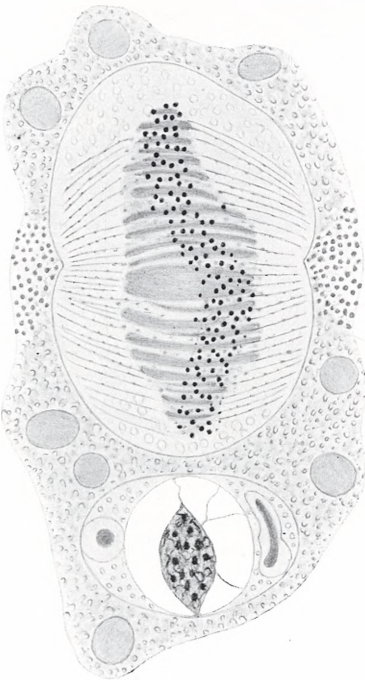


Abb. 8.

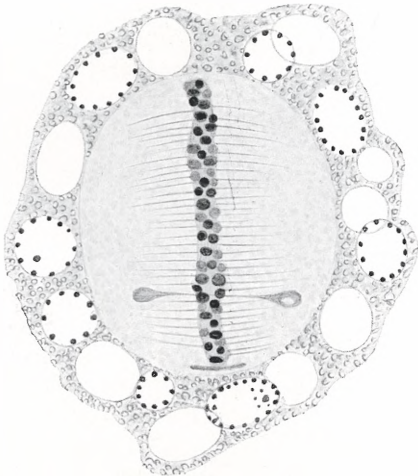


Abb. 9.

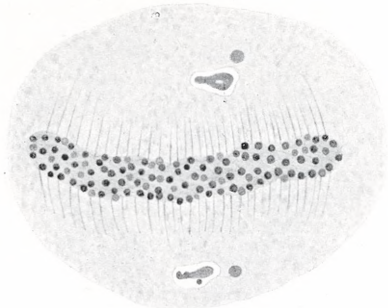


Abb. 10.

Janieki del.

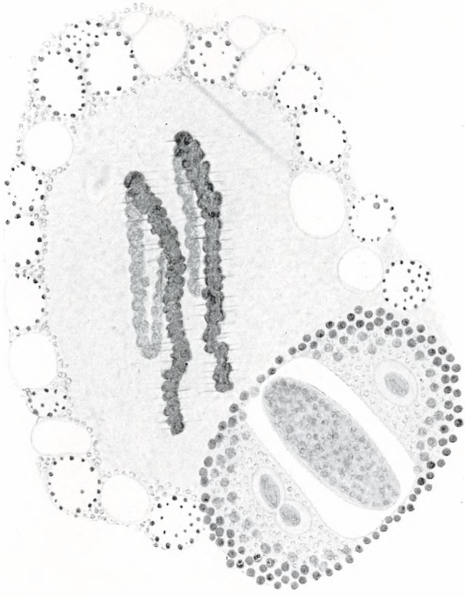


Abb. 11.

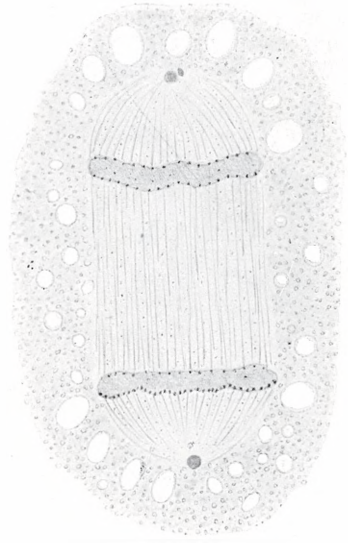


Abb. 13.

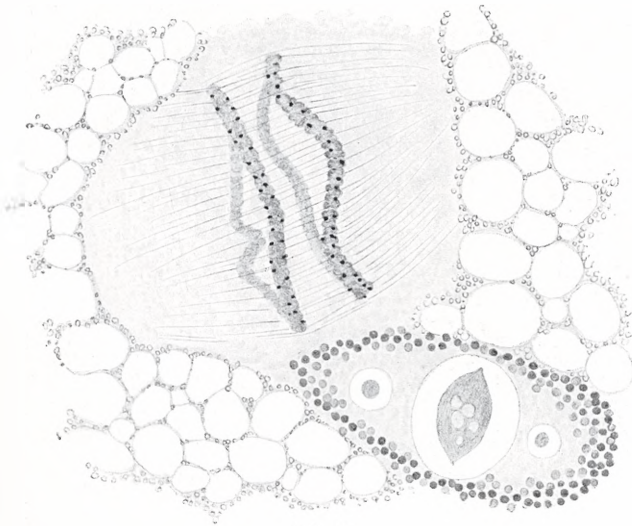


Abb. 12.



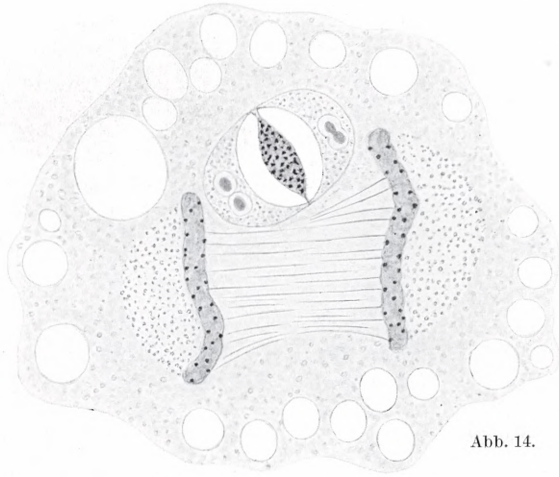


Abb. 14.

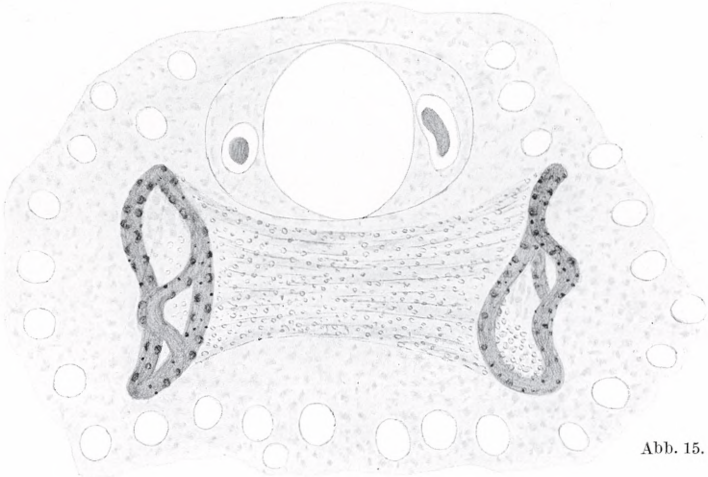


Abb. 15.

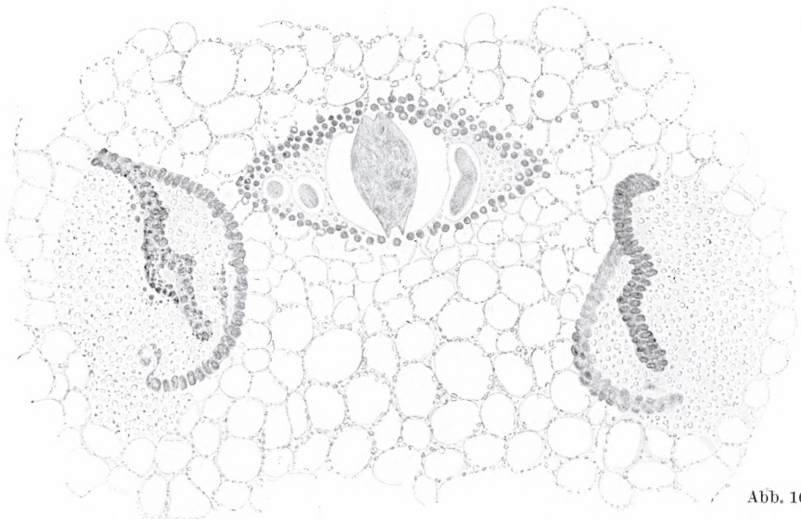


Abb. 16.

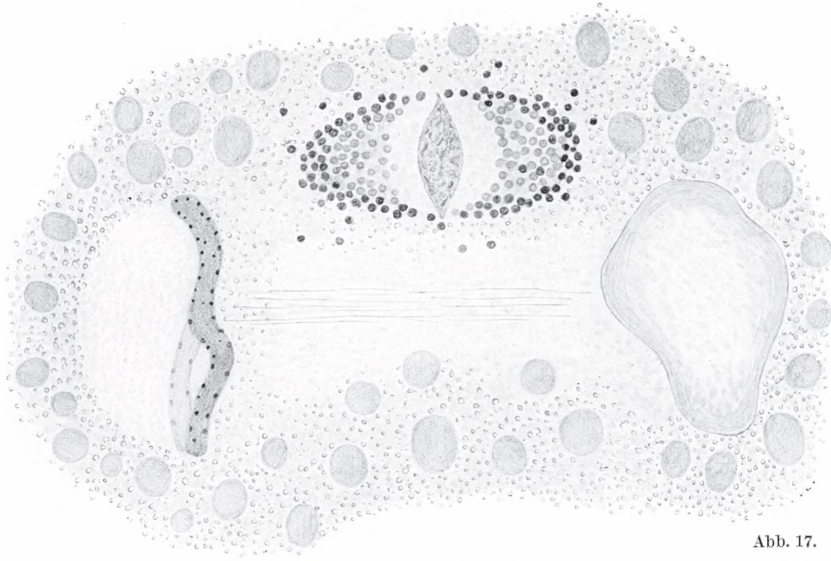


Abb. 17.

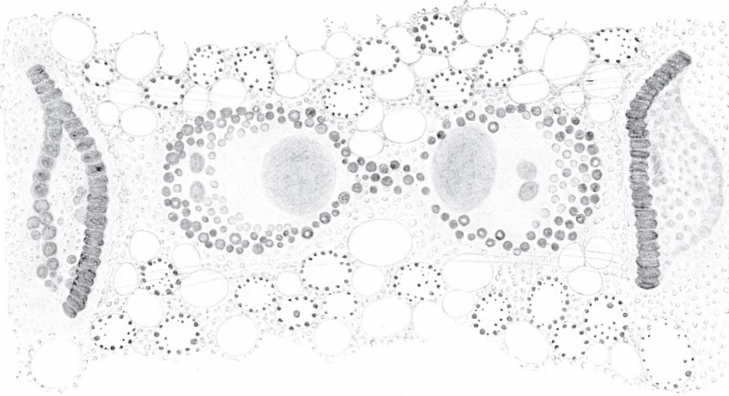


Abb. 18.

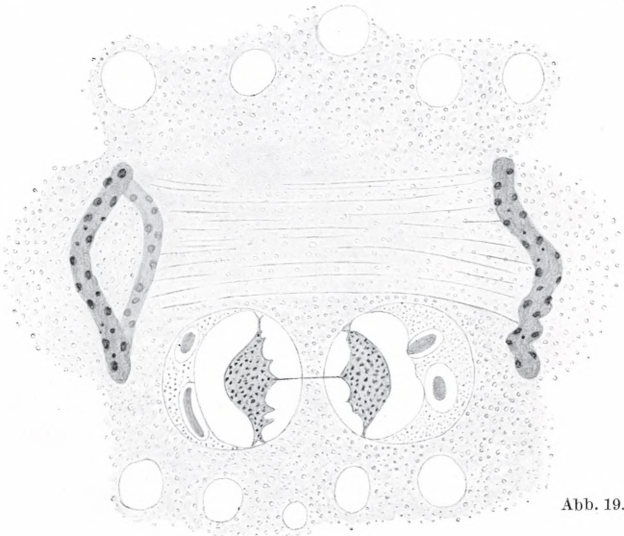
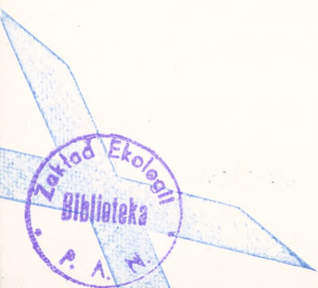


Abb. 19.



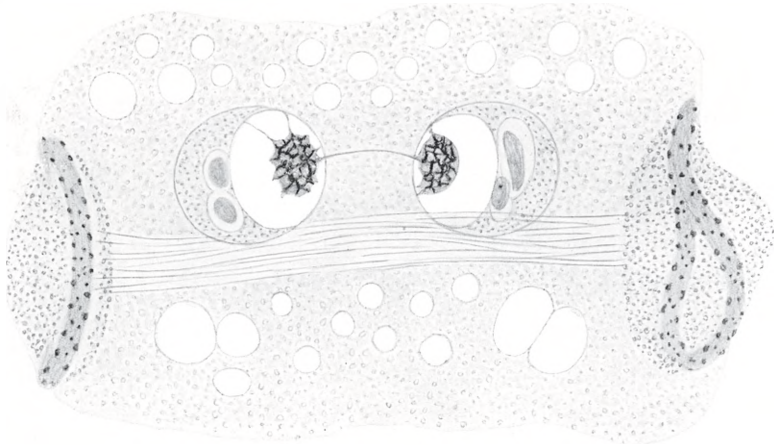


Abb. 20.

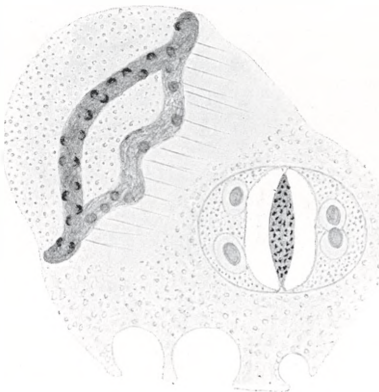


Abb. 21.

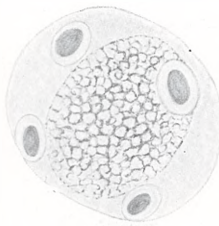


Abb. 22.

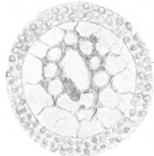


Abb. 23.

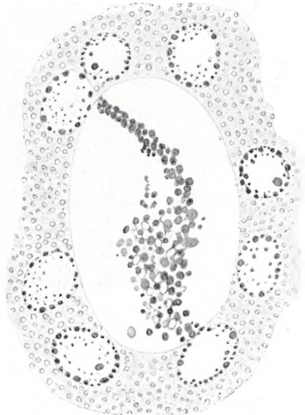


Abb. 24.

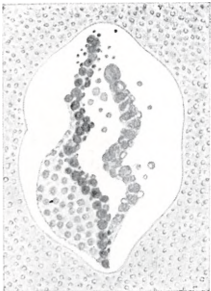


Abb. 25.



Abb. 26.



Abb. 27.

Janicki del.

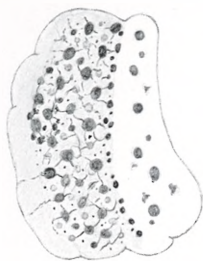


Abb. 28a.

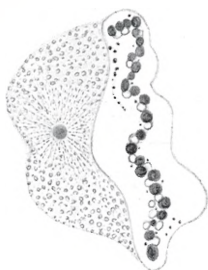


Abb. 28b.

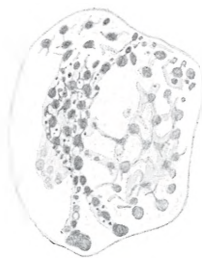


Abb. 29.

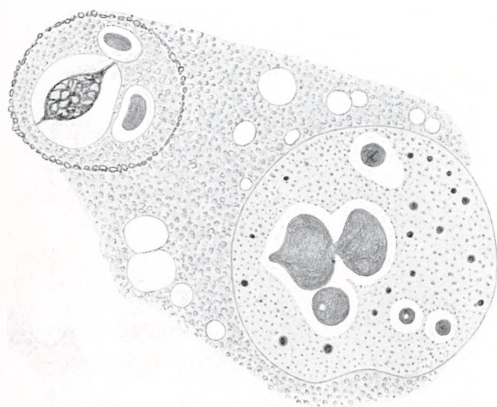


Abb. 30.

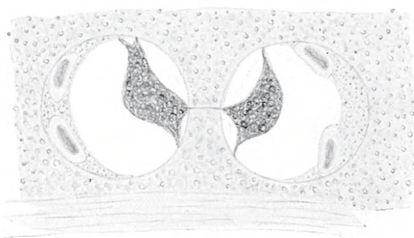


Abb. 31.

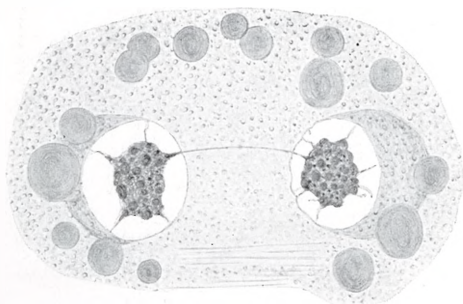


Abb. 32.

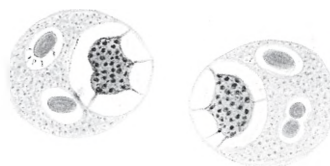
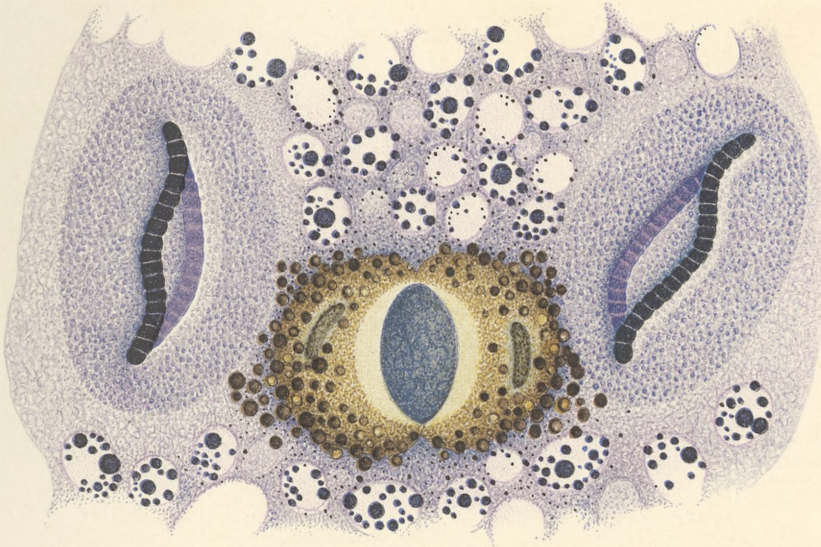
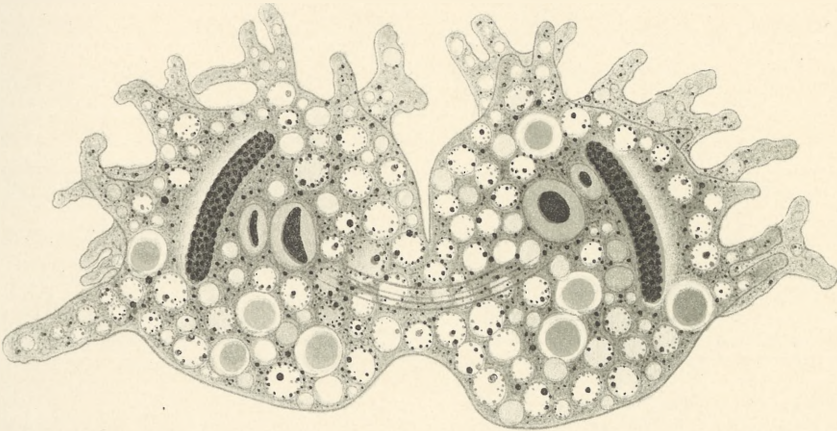


Abb. 33.





34



35

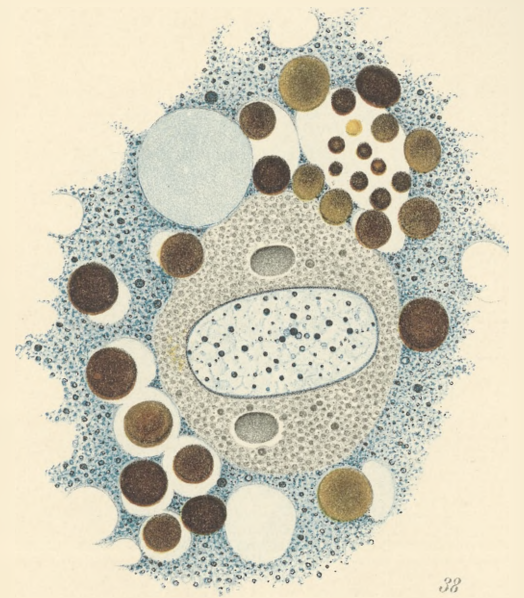




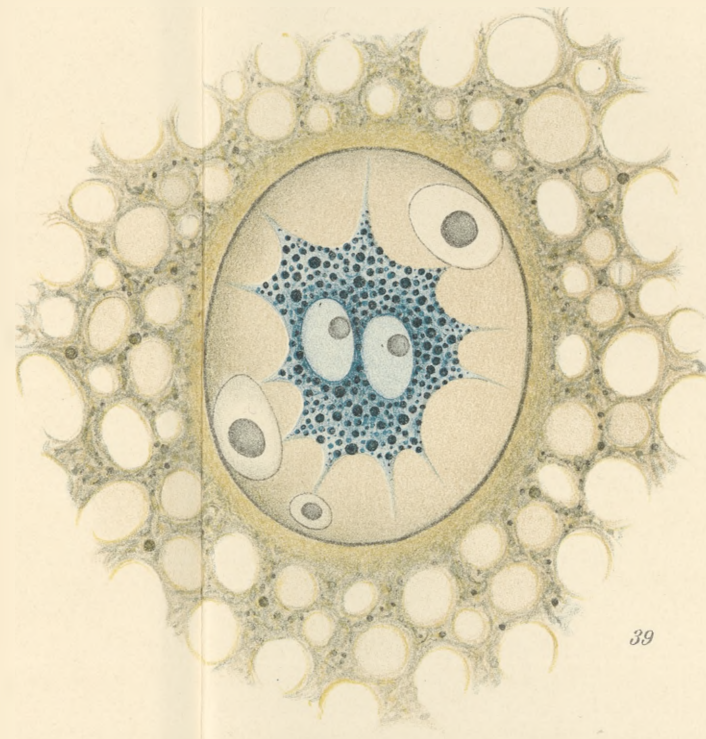
36



37



38



39



40

Janicki et Strankowski del.

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. in Leipzig.

Lith. Anst. v. L. A. Funke, Leipzig.





Tierpsychologie

Vom Standpunkte des Biologen

Von Dr. FRIEDRICH HEMPELMANN

a. o. Professor der Zoologie an der Universität Leipzig

VIII und 676 Seiten. Mit 134 Figuren im Text und 1 Tafel

Preis geheftet M. 32.—, gebunden in Ganzleinen M. 36.—

Erfreulich ist es, wie vorsichtig H. seine Schlüsse zieht. Man merkt überall, daß der Verfasser bemüht war, nur den gesicherten Bestand der Wissenschaft zu seinen Schlußfolgerungen zu verwerthen. Im ganzen wäre zu sagen: Das H.sche Buch ist eine wesentliche Bereicherung der zoologischen Literatur. Eine Zusammenfassung dieser Art bei der Fülle des vorliegenden Stoffes war direkt notwendig. Die Naturwissenschaften.

Diese zusammenfassende Darstellung wird jedem, der sich mit biologischen Problemen beschäftigt, von großem Nutzen sein. — Ein ausführliches Literaturverzeichnis und ein gutes Sachregister machen das mit zahlreichen instruktiven und sehr gut ausgeführten Illustrationen ausgestattete Buch zu einem wertvollen Nachschlagewerk. Klinische Wochenschrift.

Wanderungen durch die Wunder der Lebensgemeinschaften

Von Dr. K. W. VERHOEFF

237 Seiten. Geheftet M. 4.80, gebunden in farbigem Ganzleinenband M. 5.50

Aus dem Inhalt:

Im kühlen Waldesschatten / Im einsamen Steinbruch / Bei den Vagabunden der Zaunplanken / Zwischen Nektar und Ambrosia / Die Lebenden bei den Toten / Die Schwelger in grünen Zelten / Johannisfeuer / Seltsame Gäste am Tische der Königskerzen / Freunde der Pappelkätzchen.

Aus Besprechungen:

.. Ein anmutiges Buch, in dem der Zoologe von Fach ebenso gern lesen wird wie der bloße Naturfreund. Die Darstellung ist frei von jeder Effekthascherei.

Der Naturforscher. Nr. 4. 1925.

Soeben erschien:

Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora Band VII

Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz

mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas
sowie der angrenzenden Meeresgebiete

Von Dr. FRIEDRICH HUSTEDT, Bremen

Etwa 1600 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Das Werk erscheint in etwa 6 Lieferungen. Preis der 1. Lieferung, 272 Seiten

mit 114 Abbildungen, M. 21.—

2. Lieferung. 191 Seiten mit 143 Abbildungen, M. 14.—

Aus Besprechungen:

Schon die erste Lieferung dieses hervorragenden Werkes über Kieselalgen gibt das Recht, zu behaupten, daß die Bearbeitung dieser mikroskopischen Algen das Allerbeste ist, was wir bisher in dieser Form über diesen Gegenstand besitzen. Auf etwa 200 Seiten ist in klarer Übersicht die gesamte Morphologie und Biologie der Kieselalgen dargestellt. Eben deshalb ist die klare Darstellungsweise der Aufbauverhältnisse der Kieselalgen von Hustedt, gestützt durch zahlreiche schematische Originalzeichnungen, sehr wertvoll.

Bericht über die gesamte Biologie 1928.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H., LEIPZIG

Soeben erschien:

CHEMISCHE LABORATORIEN

Ihre neuzeitliche Einrichtung und Leitung

Von

Prof. Dr. ALFRED BEHRE

Direktor des Chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Altona

X und 113 Seiten mit 34 Tafeln. Preis brosch. M. 6.—, geb. M. 7.—

AUS DEM VORWORT:

In diesem Buche soll den Fachgenossen ein Wegweiser gegeben werden, wie ein den neuzeitlichen Ansprüchen Rechnung tragendes Laboratorium einzurichten und zu leiten ist. Gewiß mögen die Laboratoriumseinrichtungen mancher Universitäten, mancher wissenschaftlichen Anstalten und mancher großen Fabrikunternehmungen schon jetzt mustergültig sein, aber ein Blick in die chemischen Laboratorien für allgemeine Untersuchungszwecke und auch in solche für die chemischen Industrien aller Art zeigt uns vielfach Zustände, die sowohl im Interesse des Ansehens der chemischen Wissenschaft wie in dem der Leistungsfähigkeit unserer Industrie, sowie schließlich in dem der in den Laboratorien beschäftigten Personen dringend abänderungsbedürftig erscheinen. Hier soll das Buch Anregungen bringen, wie auch unter Umständen mit geringen Mitteln etwas Neuzeitliches geschaffen werden kann.

INHALTSÜBERSICHT:

I. Allgemeiner Teil.

A. Das Gebäude und seine baulichen Einrichtungen. 1. Allgemeines über die Arten von chemischen Laboratorien. 2. Lage des Gebäudes. 3. Architektur. 4. Raumverteilung, Zahl, Art, Beschaffenheit und Lage der Räume. 5. Fenster, Türen. 6. Fußböden. 7. Wandanstriche. 8. Abzüge und Abzugsrohre. 9. Lüftungsanlagen. 10. Heizungsanlagen. 11. Warenaufzüge. 12. Allgemeines über Verlegung von Leitungsrohren. 13. Gasleitungsanlagen. 14. Wasserleitungsanlagen. 15. Dampfleitungs- und Warmwasseranlagen. 16. Dünnluft- (Vakuu-) und Druckluftleitungsanlagen. 17. Abwasserleitungsanlagen. 18. Elektrische Anlagen. 19. Einrichtungen besonderer Räume (Nebenräume): a) Waagenraum. b) Titrierraum. c) Dunkelraum. d) Raum für Mikroskopie und Bakteriologie. e) Raum für physikalisch-chemische und ähnliche Arbeiten. f) Kühlraum. g) Schwefelwasserstoff- (Stink-) Raum. h) Spülraum. i) Aufbewahrungs- (Sammlungs-) Räume. k) Werkstätten. l) Tierställe. m) Vortragsraum. 20. Sicherheitseinrichtungen.

B. Laboratoriumseinrichtungen im besonderen.

C. Kosten des Baues und der Einrichtung.

D. Technische Hilfskräfte.

E. Bücherei.

F. Büroeinrichtungen.

II. Zusammenstellung der benutzten Schriften.

III. Sachverzeichnis.

IV. Pläne von Laboratoriumsanlagen (Tafeln 1—21). A. Pläne eines Laboratoriumsraumes (Grundriß und Aufrisse) der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt vorm. Roessler in Frankfurt. B. Pläne der Laboratoriumsanlagen des Chemischen Instituts für angewandte Chemie der Universität Erlangen. C. Pläne der Laboratoriumsanlagen der chemischen Institute der Technischen Hochschule in Dresden. D. Pläne der Laboratoriumsanlage der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Kiel. E. Plan der Laboratoriumsanlage des Chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Altona.

V. Bilder (Tafeln 22—33).

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H., LEIPZIG