

# Über die Chondriosomen bei den Myxomyzeten<sup>1</sup>.

Von

G. Lewitsky.

Mit Tafel I und II.

Von den chlorophyllosen Typen des Pflanzenreichs bieten die Myxomyzeten in Hinsicht der Chondriosomen ein ganz besonderes Interesse dar, als eine Organismengruppe, die sowohl zu den Pflanzen, wie zu den Tieren gerechnet wird. Die Protistologen reihen die Myxomyzeten, als eine Ordnung der Klasse Rhizopoda, in die Nähe der »Amoebina« und »Foraminifera« ein<sup>2</sup>. Gerade an dieser letzteren Gruppe wurden von R. Hertwig<sup>3</sup> und Fr. Schaudinn<sup>4</sup> die Untersuchungen ausgeführt, die sich als grundlegend für die Lehre von den sogenannten »Chromidien« bei den Protozoen erwiesen. Diese Lehre wurde in einer langen Reihe von Untersuchungen weiter ausgearbeitet und auch auf andere Klassen der Protisten ausgedehnt. Im Zytoplasma der Rhizopoden, die uns, als eine auch die Myxomyzeten umfassende Gruppe, besonders interessieren, findet man nämlich besondere Einschlüsse, die bald als körnige, schaumige oder netzige zusammenhängende Massen, bald als isolierte durch das ganze Zytoplasma zerstreute Körnchen erscheinen. Alle diese Bildungen werden mit den üblichen

<sup>1</sup>) Die in dieser Veröffentlichung niedergelegten Resultate wurden schon im Jahre 1914 in einer Versammlung der Kiewer Naturforschergesellschaft mitgeteilt. Die der Arbeit beigegebene Zusammenfassung stellt die genaue Übersetzung des Sitzungsberichtes vom 20. September 1914 (S. 70—72) dar.

<sup>2</sup>) Vgl. Hartmann, Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenkunde. 1907. 10, 156; Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde. 2. Aufl. 1909. S. 292; Poche, Das System der Protozoa. Arch. f. Protistenkunde. 1913. 33, 196.

<sup>3</sup>) Über Encystierung und Kernvermehrung bei *Arcella vulgaris*. Festschr. z. 70. Geb. v. G. Kupfer. 1899.

<sup>4</sup>) Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. a. d. k. Ges.-Amt. 1903. 19, 547.

für die Kernuntersuchungen gebrauchten Mitteln fixiert und gleich dem »Basichromatin« des Kernes gefärbt. Von diesen »Chromidien« sollen die kleinen, sogenannten »sekundären« Kerne gebildet werden<sup>1</sup>, indem die größeren »primären« Kerne dabei degenerieren. Diese »sekundären« Kerne werden nach der Ansicht sehr vieler Autoren<sup>2</sup> bei der Bildung der Fortpflanzungszellen verwendet. Außer solchen »generativen« Chromidien werden noch »vegetative« unterschieden. Zu diesen letzteren rechnet man gewöhnlich solche »Chromidien«, die keine Sekundärkerne bilden und, wie es scheint, an den verschiedenen metabolischen Prozessen des Zytoplasmas teilnehmen<sup>3</sup>. Für die beiden Sorten von »Chromidien« ist das gemeinsam, daß sie aus dem Kernen ausgetretenen Chromatin ihren Ursprung nehmen sollen.

Die mit der »Chromidienlehre« fast zu gleicher Zeit entstandene und durch Benda, Meves und Regaud ausgearbeitete spezielle Methodik für die Untersuchung des Zytoplasmas zeigte in diesem eine ganze Welt charakteristisch geformter, von den Kernen unabhängiger und mikrochemisch von dem Kernchromatin abweichender Gebilde, die sich im Gange der weiteren Untersuchungen als wahre Bildungsorganula des Plasmas sowohl bei den Metazoen, wie bei den Pflanzen erwiesen. Sie sind jetzt als »Chondriosomen« oder »Plastosomen« bekannt<sup>4</sup>. Was die Protozoen betrifft, so wurden sie in dieser Beziehung in ganz auffallender Weise vernachlässigt<sup>5</sup>. Abge-

<sup>1</sup>) Zuerst von R. Hertwig l. c. angegeben.

<sup>2</sup>) Zuerst von Fr. Schaudinn l. c. angegeben.

<sup>3</sup>) Nach manchen Autoren kommt »ein einheitliches Chromatin« »in den Protozoenzellen sowohl in Form von geschlossenen Kernen, als auch in Chromidien vor. Beide können daher sowohl an den vegetativen Prozessen, als auch an den generativen Erscheinungen teilnehmen« (Doflein, l. c. S. 227).

<sup>4</sup>) Vgl. die vortreffliche Zusammenstellung von Duesberg in *Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch.* 1912. 20.

<sup>5</sup>) Die folgenden Arbeiten mit Angaben über die Chondriosomen habe ich schon nach der Abfassung des Manuskripts kennengelernt: Arndt, Über generative Vorgänge bei *Amöba chondriophora* n. sp. (*Arch. f. Protistenkunde*, 1914, 34). Vonwiller, Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere (Ebenda 1918, 38). Vonwiller, Über den Bau des Plasmas der niedersten Tiere II. *Lycogala epidendron* (Ebenda 1919, 40). Alle diese Arbeiten werden in meiner zweiten Mitteilung über die Chondriosomen bei den Myxomyceten berücksichtigt. Die Arbeit von N. H. Cowdry, *The cytologie of myxomycetes with special reference to mitochondria* (*Biol. Bull.* 1918, 33) ist mir leider bis jetzt unzugänglich geblieben.

sehen von den älteren kurzen Angaben von Benda<sup>1</sup> haben wir nur eine ausführliche Arbeit über die Chondriosomen bei den Protisten von Fauré-Frémier<sup>2</sup> und eine kurze Notiz desselben Verf.s<sup>3</sup>. In der ersten Arbeit sind die Chondriosomen vorwiegend bei den Infusorien (Ciliata) beschrieben und abgebildet. Sie stellen hier ziemlich große (meistens etwa bis  $1\ \mu$ ) rundliche, ovale und stäbchenförmige Körner dar, die, wie es für die Chondriosomen charakteristisch ist, keine Beziehungen zu den Kernen aufweisen, und am besten mit denselben Methoden, die man bei den Chondriosomenuntersuchungen an Tieren und Pflanzen verwendet, dargestellt werden. Bei einem und demselben Exemplare sind alle Chondriosomen etwa gleich groß und ihre Zahl für verschiedene Exemplare derselben Art scheint nur wenig zu schwanken. Gleich den Chondriosomen der höheren Tiere sind sie gegen verschiedene, manchmal geringste, Eingriffe sehr empfindlich. Schon bei einem leisen Druck auf die Zelle blähen sich die Chondriosomen ganz auffällig auf und wandeln sich in schon ziemlich große (bis  $5-6\ \mu$ ) Bläschen um.

An den Chondriosomen der Ziliaten läßt sich besonders deutlich die Vermehrung dieser Gebilde durch Teilung beobachten, die hier mit einer großen Regelmäßigkeit verläuft. Diesbezügliche Bilder wurden vom Verf. vielfach an den lebenden Objekten, sogar bei demselben Exemplare in allen verschiedenen Stadien, beobachtet<sup>4</sup>. Das ist um so leichter, da sich alle Chondriosomen eines Infusors beinahe gleichzeitig teilen<sup>5</sup>, bald unmittelbar vor der Teilung der ganzen Zelle, bald während derselben, bald ein wenig später. Die rundlichen Chondriosomen werden dabei stäbchenförmig, dann hantelförmig (manchmal ziemlich lang ausgezogen dabei) und schließlich zerfallen sie in zwei kleinere wieder rundliche Tochterkörner.

<sup>1</sup>) Verhandl. d. Berlin. phys. Ges. 1899. **11**, 24. Arch. f. Phys. 1900. S. 168.

<sup>2</sup>) Etudes sur les mitochondries des Protozoaires et des cellules sexuelles. Arch. d. Anat. micr. 1910. **11**.

<sup>3</sup>) Compt. r. de la Soc. de Biol. **70**. In der Arbeit desselben Verf.s in Arch. d. Anat. micr. (1912, **13**, 401) sind die Chondriosomen nur nebenbei behandelt.

<sup>4</sup>) Vgl. seine Fig. XXXII l. c.

<sup>5</sup>) Vgl. analoge Beobachtungen in der zweiten Arbeit desselben Verf.s. Arch. d. Anat. micr. 1912. **13**, 451.

Was die Rolle der Chondriosomen im Leben eines Infusors betrifft, so vermochte der Verf. hier zu keinen bestimmten Schlüssen zu gelangen.

Von den Rhizopoden wurden von Fauré-Frémier noch »quelques Amibes indéterminées, mais probablement voisines de l'*Amoeba gorgonia* Penard«, dann *Cochliopodium pelucidum*, *Arcella vulgaris* und *Diffugia* sp. untersucht. Überall hat der Verf. die den »Sphäroplasten« (= Mitochondrien) der Ziliaten ähnlichen »Sphérules« gefunden; er bezeichnet sie bald ganz entschieden als Mitochondrien, oder Sphäroplasten (*Amoeba*), bald (bei *Arcella* und *Diffugia*) »ne compare aux sphéroplastes que sous tout réserve, car ils constituent précisément la substance chromidiale des auteurs allemands«<sup>1</sup>.

Also sind von verschiedenen Forschern in dem Zytoplasma der Protozoen zwei Sorten von färbbaren Bildungen beschrieben worden: Chromidien und Chondriosomen. Welche Beziehungen sind nun zwischen den beiden zu denken? In ein und derselben Protistenzelle gleichzeitig wurden sie von niemand gesehen, so daß die Frage über etwaige Verwechslungen oder Täuschungen ganz berechtigt erscheint. Bei der Anwendung der speziellen Fixierungs- und Färbungsmittel ist man wohl in der Lage nur die Chondriosomen gefärbt, die Kerne aber mit ihrem Chromatin vollkommen farblos zu erhalten. In solcher Weise bekommt man eine ganz scharfe Differenzierung des Chromatins und der Chondriosomen. Wendet man dagegen die gewöhnlichen Eisessig, Alkohol, Sublimat und dgl. enthaltenden Fixierungsmittel an<sup>2</sup>, so wird die Färbung der Chondriosomen, wenn sie dabei nicht ganz zerstört werden, und des Kernchromatins einander ganz ähnlich, was sehr leicht zur Beschreibung der aus dem »Chromatin« bestehenden »Chromidien« Veranlassung geben kann. Solche Vermutungen spricht auch Fauré-Frémier aus. »Il semble que l'on ait confondu en d'autres cas tout ou partie de la prétendue chromatine générative avec de simples mitochondries. C'est ainsi que chez les *Thécamoebiens*, et malgré les recherches de Hertwig chez l'*Arcella*, de Zuelzer chez *Diffugia*, de Schaudinn

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

<sup>2</sup>) Wie das bei den Chromidienforschern üblich ist.

etc., il me semble que le développement et la formation des noyaux aux dépens du chromidium n'est pas encore clairement établie« (S. 484). Auch von seiten der Chromidienforscher selbst lassen sich mitunter etwas vorsichtigere Äußerungen hören. So schreibt z. B. Prowazek<sup>1</sup>: »Jedenfalls können in der Zelle Strukturen vorkommen, die nicht direkt genetisch vom Kern ableitbar sind, es können Substanzen in der Zelle auftreten, aus denen nie unmittelbar Kerne entstehen, die selbst Produkte eines metabolischen Stoffwechsels sind und sich färberisch wie Kernsubstanzen verhalten — diese Beobachtungen gemahnen uns bei der Anwendung des alten Chromidienbegriffs, der in der letzten Zeit so weitgehende Einschränkungen bereits erfahren mußte, zu einer noch erhöhten Vorsicht.« Nach Jollos<sup>2</sup> erscheint sogar »der prinzipiell wichtigste Punkt, die so oft behauptete Entstehung neuer Kerne durch Kondensierung von Chromidien«, »durchaus nicht bewiesen. Bei den als ‚Kernanlagen‘ beschriebenen und abgebildeten angeblichen Chromidienverdichtungen dürfte es sich nach zahlreichen Beobachtungen des Ref. um vollständige kleine Kerne handeln, die nur zum Teil durch die ‚Chromidialsubstanz‘ überdeckt sind.«

Neuerdings wird der »karyogene Ursprung« der »Chromidialsubstanz« von *Diffugia* in der Arbeit von Rumiantzev<sup>3</sup> entschieden verneint. Gleichzeitig zeigt der Verf. die mikrochemische und physiologische Ähnlichkeit dieser beiden Plasmakomponenten. Der Verf. hat bei seinen Chromidienstudien auch Chondriosomenmethodik angewandt. Die dabei gewonnenen Resultate, nach den beigegebenen Bildern zu urteilen, scheinen aber nicht ganz zutreffend zu sein.

Bei meinen Untersuchungen der Myxomyzeten bediente ich mich sowohl üblicher Alkohol und Essigsäure enthaltenden Gemische<sup>4</sup> als spezieller »chondriosomalen« Fixiermittel. Von

<sup>1</sup>) Arch. f. Protistenkunde. 1913. **31**, 62.

<sup>2</sup>) Arch. f. Zellforschg. 1914. **12**, 602. Vgl. auch. S. 603 und 604.

<sup>3</sup>) »Beobachtungen über den Bau der Chromidialsubstanz bei *Diffugia pyri-formis*«. Archiv der Russischen protistologischen Gesellschaft. 1922. **1**, 100. Russisch mit deutschem Resumé.

<sup>4</sup>) Von solchen wurden angewendet: 1. Alkoh. absol. 2. Alkoh. (6 T.) — Chloroform (3 T.) — Eisessig (1 T.). 3. Alkoh. (3 T.) — Eisessig (1 T.). 4. Chromsäure (½ %) — Essigsäure (1 %) zu gleichen Teilen.

diesen letzteren hat sich am besten die Fixation mit 10% Formalin (2—3 Tage) bewährt. Der Formalinfixation folgte immer die Behandlung der Objekte mit starkem Flemmingschen Gemisch ohne Eisessig (8—9 Tage) nach<sup>1</sup>. Über die Bedeutung dieser Nachbehandlung kann ein kleiner von mir gemachter Versuch einen genauen Aufschluß geben. Die jungen Fruchtkörperanlagen von *Stemonitis fusca* wurden mit 20% Formalin fixiert und in demselben 6 Monate lang belassen<sup>2</sup>. Ich habe das Material in zwei Portionen geteilt; eine von diesen war nach dem Auswaschen in üblicher Weise in das Paraffin übergeführt worden, die andere aber wurde vorher der oben beschriebenen Nachbehandlung (8 Tage) unterworfen. Bei der Differenzierung der aus den beiden Portionen hergestellten und in gleicher Weise mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparate erwies es sich, daß in dem Material, das einfach mit Formalin fixiert worden war, die Chondriosomen zwar gut erhalten blieben, sich aber in  $\frac{1}{2}$ proz. Alaun in einigen Sekunden entfärbten; in dem Material dagegen, das nach gleicher Fixation noch mit dem Chrom-Osmium-Gemische nachbehandelt worden war, blieben die, übrigens ganz ähnlich aussehenden, Chondriosomen auch bei der Differenzierung während 20 Minuten in 4% Alaun noch ganz schwarz erhalten.

Die Fig. 1 (Taf. I) und Phot. 1 (Taf. II) stellen eine Portion des Plasmas eines jungen noch ziemlich lockeren *Äthaliu*m von *Fuligo septica* Gm. dar, das nach der soeben beschriebenen Methode fixiert und (nach der Extraktion des Osmiums mit  $H_2O_2$ ) mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurde. Die Zeichnung wurde nur bei einer bestimmten Stellung der Mikrometerschraube ausgeführt. Die Kerne (von denen einer etwas unter der optischen Ebene liegt) sind schwach gelblich und völlig homogen; ihre Nukleolen sind bei den drei rechten intensiv schwarz; dagegen ist dieser bei dem unten links liegenden Kerne entfärbt. Die Grund-

<sup>1</sup>) Außer Formalin verwendete ich von dieser Serie der Fixierungsmittel mit gutem Erfolge noch das Gemisch von 10% Formalin (85 T.) und 1% Chromsäure (15 T.) mit derselben Nachbehandlung. Die Bendasche Flüssigkeit fixierte nur die äußersten Schichten des Plasmas gut, das Innere war schlecht fixiert.

<sup>2</sup>) In diesem Zustande bekam ich das Material von Herrn Prof. S. Nawaschin, dem ich dafür meinen innigsten Dank ausspreche.

substanz des Zytoplasmas ist hellgrau und sehr feinwabig. In demselben bemerkt man sofort auffallend stark gefärbte etwa  $0,5-0,8 \mu$  große Körner, Stäbchen und verschieden stark ausgezogene Hanteln. Alle diese Gebilde sind durch alle möglichen Übergänge miteinander verbunden. Sie sind gleichmäßig durch das ganze Plasma verteilt und zeigen keine Beziehungen zu den Kernen. Die Häufigkeit der hantelförmigen Gestalten in verschiedenen Bezirken des Plasmas ist variabel, doch sind die der vorliegenden Fig. 1 ganz ähnlichen Bilder keine Seltenheit.

Außer solchen ziemlich großen und sehr stark färbbaren Gebilden bemerkt man im Zytoplasma auch noch andere sehr zahlreiche ganz kleine und schwach gefärbte Körner, die nur auf viel weniger differenzierten Präparaten deutlich sichtbar werden. Ein Bild von einem solchen Präparate ist auf der Fig. 2 unter einer stärkeren Vergrößerung dargestellt<sup>1</sup>. Außer den hier stärker gefärbten Kernen und den großen schwarzen Körnern und Hanteln sind die kleineren Körnchen deutlich unterscheidbar. Im allgemeinen treten sie uns als eine besondere Formation entgegen, und die Übergänge zu den großen schwarzen Körnern sind nur mit einiger Mühe zu finden. Es scheint mir besonders interessant, daß auch diese kleinsten, oft an der Grenze der minimalen mikroskopischen Abbildung gefärbter Körper stehenden Körnchen nicht nur oft paarweise genähert, sondern auch nicht selten zu deutlichen winzigen Hantelchen vereinigt sind, wie das auf der Fig. 2 zu sehen ist.

In Fig. 3 ist eine Portion des Plasmas aus einem jungen unmittelbar vor der Sporenbildung stehenden Fruchtkörper von *Trichia decipiens* Macbr.<sup>2</sup> wiedergegeben. Wie die Fig. 1 wurde auch diese bei einer bestimmten Stellung der Mikrometerschraube gezeichnet. Sie entspricht der unteren Hälfte der Phot. 4 (Taf. II). Die beiden auf der Fig. 3 sichtbaren Kerne (unten) sind homogen und bis auf ihre Nukleolen vollkommen entfärbt. Die Grundsubstanz des Zytoplasmas ist feinwabig und mit intensiv schwarz gefärbten Einschlüssen

<sup>1</sup>) In dieser Figur habe ich mir die Mühe gegeben, alle deutlich wahrnehmbaren geformten Gebilde aufzuzeichnen.

<sup>2</sup>) Fixation wie bei den vorigen.

besät. Im Gegenteil zu dem, was wir bei *Fuligo septica* gesehen, sind diese letzteren hier nicht nur von untereinander sehr verschiedener Größe, sondern auch durch alle Übergänge von ziemlich großen (etwa  $0,8 \mu$ ) bis zu ganz winzigen an der Grenze der mikroskopischen Abbildung stehenden Körnchen miteinander verbunden. Die Körner sind auch alle gleich stark gefärbt. Zwischen den kleineren Einschlüssen begegnet man oft auch stäbchenförmigen Gestalten.

Auf der Fig. 5 und Phot. 8 und 9 sind entsprechend gebaute Portionen von Plasma eines jungen Fruchtkörpers von *Lycogala Epidendron* Fr.<sup>1</sup> dargestellt. Die Kerne scheinen in Vorbereitung zu einer Teilung begriffen zu sein, was in einer scheibenförmigen Anordnung der Chromatinpartikeln sich kundgibt. Der Bau des Plasmas ist ungleichmäßig: in dem rechten Teil der Zeichnung (Fig. 5), wie auch der Phot. 8 sieht man in dem gleichmäßig und äußerst feinwabigen Plasma nur sehr kleine dicht gehäufte Körner<sup>2</sup>. Solche Portionen des Plasmas zeichnen sich durch ihre außerordentliche Armut an Kernen aus. Die letzteren befinden sich, wie das besonders auf der Phot. 8 zu sehen ist, in inselförmigen Bezirken des ganz anders gebauten Plasmas. Die Grundsubstanz ist hier locker und vakuolig, die schwarzen Körner viel größer. Wenn man noch weiter in demselben Schnitte vorschreitet, so findet man auch Stellen, wo solche kernhaltige und mit größeren Körnern besetzte Plasmainseln in einem öden, die Kerne und jegliche färbbaren Körnchen vollkommen entbehrenden ganz gleichförmigen feinwabigen Plasma verteilt sind (Phot. 9). Es scheint, als ob die kleinsten Körnchen der früher beschriebenen kernarmen Bezirke des Plasmas vollkommen zerstäubt sind und dabei vielleicht noch ihre Färbbarkeit eingebüßt haben.

In manchen *Aethalium*stücken von *Fuligo septica* habe ich außer den schon beschriebenen Gebilden (Fig. 1 und 2) noch eine ganz abweichende Form von Körnern gesehen (Fig. 6). Sie sind bläschenförmig, mit einer deutlichen Wand und einer eigenartigen inneren Struktur versehen. Wie es scheint, besteht dieselbe aus einem (oder zwei gekreuzten) Stäbchen, das durch

<sup>1</sup>) Fixation wie bei den vorigen.

<sup>2</sup>) Auf der Zeichnung ist das Bild nur von einer optischen Fläche dargestellt.

den ganzen Durchmesser des Bläschens verläuft und, vom Pole gesehen, punktförmig erscheint. Der ganze Anblick erinnert sehr an die Bilder der »sekundären« Kerne, die so vielfach bei den Protozoen beschrieben worden sind. Wenn man die Verteilung von solchen Gebilden sorgfältiger untersucht, so findet man, daß sie am besten in der Nähe des Randes eines Aethaliumstückes entwickelt sind, dort, wo das Abschneiden bewirkt worden war. Es war vielfach leicht zu verfolgen wie solche in der Nähe der Schnittfläche gelegenen Gebilde, die deutliche Hohlkugel darstellen, ganz allmählich in die gewöhnlichen kleineren soliden oben beschriebenen (Fig. 2, die gleiche Vergrößerung) Körner und Hanteln übergangen. Somit stellen also solche Bildungen nur Deformierungsprodukte gewöhnlicher auf der Fig. 2 abgebildeter Körner dar, die infolge des traumatischen Reizes bei dem Abschneiden der Aethaliumstücke vor der Fixierung in wenigen Sekunden entstehen. Manchmal schreitet solche Deformierung durch das ganze abgeschnittene Aethaliumstück (etwa  $1\frac{1}{2}$  mm dick) vor, wodurch eine überaus feine Empfindlichkeit der Körnchen sich kundgibt.

Alle bis jetzt beschriebenen Bilder des Plasmas von verschiedenen Myxomyzeten<sup>1</sup> bekommt man nach der Fixation mit Formalin, das zu den von mir sogenannten »chondriosomen-erhaltenden« Fixiermitteln gehört<sup>2</sup>. Die von mir angewandten »chondriosomenzerstörenden« Mittel wurden schon oben angegeben. Auf der Phot. 6 sind die jungen Sporen von *Tubulina cylindrica* D.C. dargestellt, die mit 10% Formalin (und der oben beschriebenen Nachbehandlung) fixiert und mit Eisenhämatoxylin gefärbt worden waren. Ihre Kerne sind entfärbt, im Zytoplasma bemerkt man schwarz gefärbte Körner und Stäbchen. Die Phot. 7 ist nach einem anderen Stück desselben Fruchtkörpers von *Tubulina cylindrica*, das mit Alkohol-Chloroform-Eisessig fixiert und auch mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurde, aufgenommen. Hier sind im Gegenteil, die Kerne schwarz, das Plasma aber — hell, ohne jegliche färbbare Einschlüsse. (Die Reproduktion ist mißlungen.)

<sup>1</sup>) Dasselbe habe ich bei *Stemonitis fusca*, *Reticularia umbrina* und *Tubulina cylindrica* erhalten.

<sup>2</sup>) Vgl. Ber. d. d. bot. Ges. 1911. 29, 685.

Auf der Fig. 7 ist eine Portion des Plasmas desselben Aethaliums von *Fuligo septica*, von dem die Fig. 1 entnommen wurde, dargestellt. In diesem Falle war das entsprechende Stück mit Alkohol absolutus fixiert. Die Färbung in den beiden Fällen war dieselbe — Eisen-Hämatoxylin. Von derselben Stelle ist auch die Phot. 2 entnommen. Es fällt sofort sowohl auf der Zeichnung wie auf der Phot. der Unterschied zwischen dem unteren und dem oberen Teile des Bildes auf. Oben ist das typische unveränderte Plasma, wie es bei dieser Fixation aussieht, unten — das traumatisch gereizte in der Nähe der Schnittfläche liegende Plasma: die Kerne sind hier verklumpt, die Plasmaeinschlüsse abgerundet und bläschenförmig angeschwollen — im ganzen dasselbe Bild, wie wir es auf der Phot. 3 und Fig. 6 schon gesehen hatten. Was das typische ungereizte Plasma anlangt, so zeigen sich hier die Folgen der Fixationsart bei dem Vergleich mit der bei derselben Vergrößerung gezeichneten Fig. 1 ganz klar. Bei der Alkohol-Fixation werden die Kerne größer; außer dem Nukleolus, der öfters bläschenförmig erscheint, unterscheidet man in ihnen noch das »Kerngerüst« und den »Kernsaft«. Die färbbaren Plasmaeinschlüsse sind erheblich dünner und erscheinen ganz locker; manchmal scheinen sie halb zerstört worden zu sein. Trotzdem halten sie den Farbstoff ziemlich fest.

Die Wirkung der verschiedenen »chondriosomenzerstörenden« Fixiermittel auf die hier besprochenen Plasmaeinschlüsse bei verschiedenen Myxomyzeten schwankt zwischen den beiden soeben von mir beschriebenen Fällen. Bald werden sie dabei ganz unkenntlich (wie bei *Tubulina*), bald leidlich konserviert und meist mit deutlichen Schrumpfungs- oder Zerstörungerscheinungen, und nie so glatt und vollkommen, wie nach der Formalinfixation.

Nach obigem kurzen Berichte über die Bilder, die man an fixierten und gefärbten Präparaten des Myxomyzetenplasmas zu sehen bekommt, müssen wir jetzt zu deren Deutung schreiten. Was sind nun eigentlich diese geformten Bildungen, die wir in entsprechender Weise fixierten und gefärbten Zytoplasma der Myxomyzeten vor uns haben?

Zuerst, schien es mir, mußten sie auf »Chromatin« geprüft werden, aus dem die bei den den Myxomyzeten ganz nahe stehenden Organismen so gewöhnlich auftretenden »Chromidien« bestehen sollen. Nach der Färbung der mit Alkohol fixierten Aethalien von *Fuligo septica* mit Methylgrün-Essigsäure (1proz. Lösung in der 1proz. Essigsäure) während 1 1/2 Stunden und bei Betrachtung des Präparats in dem Farbstoffe selbst (mit Ölimmersion)<sup>1</sup> sieht man, daß die ringförmig oder homogen erscheinenden Nukleolen am stärksten gefärbt sind, etwas schwächer — das Kerngerüst und die Kernwand. Das Zytoplasma bleibt sehr schwach und gleichmäßig gefärbt; die mit Eisenhämatoxylin darstellbaren Einschlüsse treten dabei nicht hervor. Nach der Einwirkung auf analoge Präparate des Gemisches von 0,1 % Fuchsin S. (4 Teile) und 0,1 % Methylenblau (6 Teile) während 25 Minuten<sup>2</sup> und bei der Untersuchung in Xylol (mit Ölimmersion) erscheint der Nukleolus blau, das Kerngerüst rosa, das Zytoplasma gleichmäßig bläulich. Die Plasmaeinschlüsse sind nur in den traumatisch veränderten Teilen des Zytoplasmas gefärbt — und zwar sind sie hier rötlich. Aus diesen Färbungsversuchen erhellt erstens, daß das Chromatin bei *Fuligo sept.* in dem »Nukleolus« seinen Sitz hat, wie das bei den Protisten und niederen Pflanzen meist der Fall ist, und zweitens, daß die mit Eisenhämatoxylin färbbaren Plasmaeinschlüsse sich abweichend von dem Chromatin verhalten. Dasselbe gilt übrigens auch für die Hämatoxylinfärbung selbst, weil nach Formolfixierung sich die Kerne vollkommen entfärben lassen, während die Plasmaeinschlüsse noch ganz schwarz sind.

Um der Frage nach der Natur der Plasmaeinschlüsse der Myxomyzeten etwas näher zu treten, habe ich einige mikrochemische Prüfungen unternommen. Dazu verwendete ich ein junges Aethalium von *Fuligo septica*, das mit absolutem Alkohol fixiert war und dem die Fig. 7 angehört. Von den auf dem Objektträger angeklebten Mikrotomschnitten wurde jedesmal nur die eine Hälfte vom Paraffin mit Xylol befreit,

<sup>1</sup>) Vgl. dazu Zacharias, Die chemische Beschaffenheit von Protoplasma und Zellkerne. Progr. rei botanicae. 1908. 2, 222 u. a. O.

<sup>2</sup>) Zacharias l. c.

und nur diese Portion der Schnitte wurde den Einwirkungen der verschiedenen Reagentien unterworfen. Dann entfernte ich das Paraffin auch von der anderen nicht angegriffenen Hälfte der Schnitte und wusch das Präparat sorgfältig (eine halbe Stunde unter Leitungswasser) aus; danach wurde das ganze Präparat in üblicher Weise mit Eisenhämatoxylin gefärbt, so daß das Plasma der unangegriffenen Schnitte jedesmal wie das in der Fig. 7 aussah. In solcher Weise konnte ich aus dem Vergleich der beiden Hälften des Präparates die Wirkung eines beliebigen Reagens ganz genau erkennen. Für die Prüfung auf Chromatin verwendete ich konzentrierte HCl, von der nach Zacharias »die Chromatinmassen gelöst werden« (l. c. S. 222).

Versuch I. Einwirkung von 50% HCl während 22 Stunden: die Plasmaeinschlüsse — gefärbt, die Kerne mit ihren Nukleolen — entfärbt. Versuch II. Einwirkung von 75% HCl während 12 Stunden; ohne Differenzierung<sup>1</sup>: die Plasmaeinschlüsse in allen ihren typischen Formen (Körner, Hanteln) heben sich von der schwächer gefärbten Grundsubstanz des Zytoplasmas ganz deutlich ab. In den Kernen ist nur von dem Kerngerüst noch etwas zu sehen; an der Stelle des Nukleolus befindet sich meistens ein leerer Raum, manchmal mit einigen unregelmäßigen Flocken im Inneren. Versuch III. Einwirkung von 75% HCl während 36 Stunden; ohne Differenzierung: die Plasmaeinschlüsse etwas lockerer, aber doch deutlich sichtbar; das »Kerngerüst« von dem »Plasmagerüst« nicht abgegrenzt; an der Stelle der Nukleolen vollkommen leere Räume. Also ergibt sich auch aus der mikrochemischen Prüfung, daß die mit Eisenhämatoxylin bei *Fuligo septica* (und wohl auch bei anderen Myxomyzeten) stark färbbaren Körperchen mit dem Chromatin nichts zu tun haben. Somit fallen auch alle Gründe, sie als aus den Kernen ausgetretene »Chromidien« zu deuten, fort. Von diesen letzteren habe ich bei den Myxomyzeten nichts gefunden. Dagegen ist es meines Erachtens sehr wahrscheinlich, daß die Gebilde, die als »Chromidien« bei den Protozoen beschrieben worden waren, häufig zu denselben Bildungen, die wir bei den Myxomyzeten kennengelernt haben, gehören.

<sup>1</sup>) Beim Differenzieren wird hier alles sehr schnell entfärbt.

Man kann bei der Deutung der letzteren auch an die Bakterien oder ähnliche Organismen denken. Es ist bekannt, daß die Myxomyzeten (wie auch Amöben) ohne Bakterien nicht zu züchten sind. Pinoy<sup>1</sup>, der die Frage auch zytologisch untersucht hatte, fand Bakterien in den Vakuolen der Myxamöben einiger Acrasieen (*Dictiostelium mucoroides*, *D. purpureum*, *Polyspondilium violaceum*) nach 40stündiger Kultur derselben in Gemeinschaft mit den Bakterien (Pl. XIV, Fig. 26—30, Pl. XV, Fig. 1—2, 4—7). »Les Myxomycètes«, so schließt der Verf., »sont parasites des colonies bactériennes. Leurs myxamibes ingèrent les Bactéries et les digèrent dans leurs vacuoles à l'aide d'une diastase voisine de l'amibo-diastase« (S. 696). In den Sporen (von *Dictiostelium mucoroides*) kommen noch keine Bakterien vor (Taf. XIV, Fig. 1—11). Bei unseren Körperchen trifft man es zuweilen auch, als ob sie in den Vakuolen lägen, aber nur bei der Fixation mit Alkoh. absol., wo diese Vakuolen unzweifelhafte Kunstprodukte sind (vielleicht als Folge der Auflösung eines Teils des Körperchens im Alkohol) (s. Fig. 7). Nach der Formalinfixation liegen sie immer im Plasma; das letztere ist nur um einige von ihnen manchmal etwas lockerer gebaut, wie das auf der Fig. 1 zu sehen ist. In allen Fällen, wo ich die Sporen der Myxomyzeten untersucht hatte (*Fuligo sept.*, *Trichia decip.*, *Lycogala Epid.*, *Tubulina cil.*, *Reticularia umbr.*), fand ich in diesen dieselben Plasmaeinschlüsse wie in den früheren Studien (s. Fig. 4). Gegen die bakterielle Natur unserer Körperchen spricht auch klar ihre äußerst variable Größe (vgl. Fig. 3, 5), ihre Teilungsfiguren in der Form langausgezogener Hanteln, das Ausbleiben der kolonienartigen Anhäufungen, die zerstörende Wirkung des Alkohols auf sie (Fig. 7) und schließlich ihre äußerste Empfindlichkeit gegen traumatische Reize des Aethaliumplasmas.

Man könnte natürlich in unserem Falle auch irgendeinen Reservestoff vermuten. Von solchen läßt es sich am ersten an das »Volutin« denken. Dieser bei den Algen, Pilzen und Bakterien sehr verbreitete Reservestoff soll nach A. Meyer<sup>2</sup> aus Nuklein-

<sup>1</sup>) Ann. inst. Pasteur. 1907. 30, 643, 644, 699 und Taf. XIV und XV.

<sup>2</sup>) Bot. Zeitg. 1904. 42.

säureverbindungen bestehen. Den Vorschriften des Verf.s genau folgend (S. 116), habe ich die Mikrotomschnitte des mit Alkoh. absol. fixierten Aethaliumstückes von *Fuligo sept.* (vgl. Fig. 7) mit Ehrlichs Methylenblau (v. Grübler) während 2 Stunden gefärbt und dann im Farbstoff selbst mit Ölimmersion untersucht. Die Nukleolen erscheinen dabei blau, das Kerngerüst farblos, das Zytoplasma gleichmäßig schwach bläulich gefärbt und keine Einschlüsse zeigend. Nach der Überführung der Schnitte in die 1proz.  $H_2SO_4$  werden die Nukleolen schwach bläulich, alles übrige ganz farblos. Die 5proz. HCl löst nach A. Meyer das Volutin »sofort oder nach einigen Minuten« (S. 118). Nach Einwirkung von 5% HCl während 12 Stunden auf die Mikrotomschnitte lassen sich die Plasmaeinschlüsse ganz scharf mit Eisenhämatoxylin färben. Wir haben schon gesehen, daß auch die stärker konzentrierte HCl sie nicht auflöst. Eben solche Resultate bekommt man auch mit dem nach der Vorschrift von A. Meyer hergestellten Millionschen Reagens (S. 118). Selbst nach 24stündiger Einwirkung von demselben bleiben die Plasmaeinschlüsse von *Fuligo sept.* (Alkoholmaterial) unverändert.

Die zahlreichen Untersuchungen der letzteren Jahre haben gezeigt, daß im Zytoplasma der verschiedensten in dieser Hinsicht untersuchten Tiere und Pflanzen<sup>1</sup> die spezifischen geformten Bildungen vorhanden sind, die nicht nur morphologisch, sondern auch mikrochemisch charakteristisch sind und speziell an verschiedenen Sekretionsvorgängen des Plasmas sich beteiligen<sup>2</sup>. Das sind die sogenannten Chondriosomen. Sie wurden schon vielfach im Leben gesehen, aber zu ihrer klaren Darstellung bedürfen sie einer besonderen Fixations- und Färbungstechnik, die für sie ebenfalls spezifisch ist. Man hat somit die »chondriosomenzerstörenden« und »chondriosomenhaltenden« Fixationsmittel unterschieden. Nur die letzteren, in denen das Formalin oder die Osmiumsäure die Hauptbestandteile darstellen<sup>3</sup>, sind für ihre naturgetreue Konservierung brauchbar; dagegen wirken

<sup>1</sup> Nur bei den Bakterien und den Cyanophyceen hat man in dieser Beziehung vorläufig keine bestimmten Resultate erhalten.

<sup>2</sup> Vgl. Guilliermond. Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 293—301.

<sup>3</sup> Vgl. dazu Duesberg, l. c. S. 603.

die zuerst erwähnten Fixierungsmittel auf die Chondriosomen in verschiedenem Grade deformierend, zerstörend oder ihre Färbbarkeit stark herabsetzend.

Auf Grund aller oben beschriebenen morphologischen und mikrochemischen Eigentümlichkeiten müssen die stark färbbaren Einschlüsse des Myxomyzetenzytoplasmas zu den bei anderen Tieren und Pflanzen beschriebenen und als »Chondriosomen« bezeichneten allgemeinen Bestandteilen des Zytoplasmas zugeordnet werden. Am meisten ähneln, wie das auch zu erwarten ist, die Chondriosomen der Myxomyzeten denen der Protisten. In beiden Fällen sind sie meistens rundlich, oval oder stäbchenförmig; lange Fäden, die für die embryonalen Gewebe<sup>1</sup> der höheren Tiere und Pflanzen so charakteristisch sind, kommen hier nicht vor. Was am meisten auffällt, das ist die Übereinstimmung in der Art der Teilung der Chondriosomen mittels Bildung von hantelförmigen Figuren: Dieser von Fauré-Frémier (s. oben) im Leben beobachtete Teilungsmodus scheint für die einfachsten Organismen der beiden Reiche charakteristisch zu sein<sup>2</sup>. Bei den höheren Pflanzen findet man ebensolche Teilungsfiguren der Chondriosomen bei der Bildung der jungen Plastiden aus ihnen<sup>3</sup>.

Ich habe schon die überaus feine Empfindlichkeit der Chondriosomen von *Fuligo septica* gegen traumatische Reize besprochen. Die bläschenförmigen Deformierungsfiguren, die dabei auftreten, sind für die in irgendeiner Weise angegriffenen Chondriosomen überhaupt sehr typisch<sup>4</sup>. Besonders auffällig ist aber auch hier die Ähnlichkeit mit den analogen Gebilden

<sup>1</sup>) Die Fortpflanzungszellen jedoch scheinen in dieser Hinsicht eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den Protisten aufzuweisen. Ihre Chondriosomen sind auch durch die »primitive« (Rubaschkin) rundliche Form charakterisiert. Vgl. dazu Duesberg, l. c. S. 683—684 und dann die Arbeiten von Rubaschkin (Anat. Hefte, 1912, 46) und seiner Schule (Tschaschin, Anat. Anz., 1910, 37; Aunap, Anat. Anz., 1913, 44).

<sup>2</sup>) Vielleicht kann man hier auch die regelmäßige Querteilung der Chondriosomen bei den Reifungsteilungen der männlichen Gameten der Tiere anschließen (s. Duesberg, l. c. S. 682). In den Gewebezellen derselben Tiere beobachtet man keine solchen Erscheinungen.

<sup>3</sup>) Vgl. z. B. bei *Elodea canadensis*. Ber. d. d. bot. Ges. 1911. 29. Taf. XXVIII.

<sup>4</sup>) Duesberg, l. c. S. 608.

bei den Protisten<sup>1</sup>, wo z. B. in den im Wasser isolierten Mitochondrien von *Paramecium caudatum* (Pl. XIX, Fig. 2) auch die Strukturen der auf unserer Fig. 6 dargestellten Bläschen wiederzufinden sind. (Vgl. dazu noch Fauré-Frémier, l. c. S. 530, Fig. XXXV.)

Jetzt kommen wir zu der Frage: was kann man über die chemische Natur der Chondriosomen der Myxomyzeten aussagen? Verschiedene Forscher, die über die Chemie der Chondriosomen gearbeitet hatten, sind zu dem Schlusse gekommen<sup>2</sup>, daß dieselben aus einer Proteingrundlage und einem mit dieser verbundenen oder von dieser adsorbierten Lipoidstoffe<sup>3</sup> bestehen. Es scheint, daß diese beiden Substanzen sich auch bei den Chondriosomen der Myxomyzeten unterscheiden lassen. Aus Fig. 7 ist es klar ersichtlich, daß es sich um Auflösung und Ausziehen (durch Alkohol<sup>4</sup> und Chloroform<sup>5</sup>) eines Teiles des Bestandes der Körperchen handelt. Diese ausgezogene Substanz muß nach dem oben Erklärten als ein Lipoidstoff bezeichnet werden. Die beträchtlichen auf der Fig. 7 abgebildeten Rückstände der Chondriosomen wurden von mir verschiedenen mikrochemischen Einwirkungen unterworfen, von denen einige schon oben beschrieben sind, wie auch die technische Ausführung derselben. Die zweitägige Einwirkung auf die Mikrotomschnitte des Alkoholmaterials von *Äthium* von *Fuligo septica* des Äthers (bei gewöhnlicher Temperatur), sowie dasselbe Verfahren aber mit nachfolgender Behandlung während 24 Stunden mit heißem (50–60°) Alkohol absolutus, oder (während 48 Stunden und bei gewöhnlicher Temperatur) mit Benzol hatten keine weiteren Veränderungen in dem Aussehen oder der Färbbarkeit der Chondriosomen herbeigeführt, worüber die oben beschriebene Vergleichsmethode einen genauen Aufschluß ermöglichte. In gleicher Weise und mit demselben Material wurden die Versuche

<sup>1</sup>) Fauré-Frémier. Arch. d. Anat. micr. 1910. 11.

<sup>2</sup>) Vgl. Duesberg, l. c. S. 609–613.

<sup>3</sup>) Bei J. Bang (Chemie und Biochemie der Lipide, 1911) findet man solche »Definition der Lipoidstoffe«: »Lipide sind solche Verbindungen, welche in organischen Lösungsmitteln, wie Äther, Alkohol, Chloroform und Benzol, löslich sind« (S. 7).

<sup>4</sup>) Die Fixierung und Entwässerung der Objekte dauert 4 Tage lang.

<sup>5</sup>) In dem Chloroform, das für die Überführung der Objekte in das Paraffin diente, verblieben sie ebenfalls während 4 Tage.

mit Pepsin-Salzsäure ausgeführt. Dazu habe ich natürlichen Hundemagensaft, der vom hiesigen Bakteriologischen Institut hergestellt wird und 0,5% HCl enthält, teils als solchen, teils zur Hälfte verdünnt, gebraucht. Immer wurde nur ein Teil der Schnitte eines Präparates der Einwirkung des Magensaftes ausgesetzt<sup>1</sup>, um den Vergleich mit dem intakten Teile des Präparates, der gleicher weiterer Färbungsbehandlung unterworfen wurde, zu ermöglichen. Eingewirkt wurde 1 bis 3 Tage lang, bald bei der gewöhnlichen Temperatur, bald im Thermostat bei 38°. In allen Fällen wurde eine starke Herabsetzung der Färbbarkeit der Chondriosomen konstatiert; manchmal konnte man sie überhaupt nicht nachweisen, sogar bei einer minimalen oder gar ohne Differenzierung.

Aus allen hier mitgeteilten mikrochemischen Prüfungen ergibt sich, daß in dem Bestande der Chondriosomen der Myxomyzeten jedenfalls zwei Substanzgruppen zu unterscheiden sind: eine, die mit Alkohol und Chloroform extrahierbaren Stoffe darstellend, d. h. die Lipoide, und andere, die mit Pepsin-HCl verdaulichen Proteine<sup>2</sup>. Das Resultat stimmt also mit dem, was über die chemische Zusammensetzung der Chondriosomen bekannt ist, vollkommen überein. Man muß aber hervorheben, daß hier bei den Myxomyzeten, die mit Alkohol und Chloroform nicht extrahierbaren (und doch färbbaren) Stoffe viel stärker vertreten sind, als das mit den Chondriosomen aus den embryonalen Gewebezellen der Tiere und Pflanzen der Fall ist, wo nach der Fixierung mit Alkohol ihre Färbbarkeit stark herabgesetzt wird oder gar ihre vollständige Zerstörung eintritt<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>) Wie das oben beschrieben wurde.

<sup>2</sup>) Bei der speziellen Prüfung auf diese letzteren mit dem Millonschen Reagens konnte ich, wohl infolge der Kleinheit des Objektes, keine sicheren Färbungsreaktionen feststellen.

<sup>3</sup>) Auch hier, in der größeren Widerstandsfähigkeit der Chondriosomen gegen »chondriosomenzerstörende« Fixationsmittel (und speziell gegen Alkohol absol.), scheint eine bemerkenswerte Übereinstimmung der Gameten (wenigstens der männlichen) und Protisten vorzuliegen. Vgl. darüber einerseits Duesberg, l. c. S. 612; andererseits Fauré-Frémier, l. c. S. 506. Damit scheint der Umstand erklärt zu sein, daß die Lehre von dem »extranukleären Chromatin« gerade an den niederen Protisten und den Gameten solchen Aufschwung nahm.

Nach allen obigen Ausführungen sind wir zum allgemeinen Schlusse gelangt, daß die im Zytoplasma der entsprechenderweise fixierten Myxomyzeten sich befindenden und mit Eisenhämatoxylin stark färbbaren Körperchen als Chondriosomen gedeutet werden dürfen. Jetzt bleiben aber einige Fragen über Einzelheiten. Wie soll man die sehr verschiedene Größe der Körnchen auf fast allen unseren Figuren deuten? Ist das alles ein und dasselbe oder müssen wir darin verschiedene Dinge erblicken? In einem Falle, nämlich bei *Fuligo septica*, scheint mir das letztere der Fall zu sein. Im Zytoplasma desselben (Fig. 2) sind zwei Sorten von geformten Bildungen ganz deutlich zu unterscheiden, große stark färbbare und kleine schwach färbbare, wobei sichere Übergänge zwischen beiden nicht nachweisbar sind. Ob wir die kleineren Körperchen auch zu den Chondriosomen rechnen und so zwei verschiedene Sorten von Chondriosomen bei *Fuligo septica* unterscheiden dürfen, bleibe vorläufig dahingestellt. Bei *Trichia* (Fig. 3) finden wir dagegen immer gleich stark gefärbte Körperchen, von sehr verschiedener Größe. Hier irgendeine Grenze zu ziehen ist unmöglich, und alles muß als Chondriosomen bezeichnet werden. Dasselbe ist auch für *Lycogala* (Fig. 4) gültig.

Die größeren Körperchen, wie auch die kleinsten scheinen, wie das besonders bei *Fuligo septica* (Fig. 1 und 2) zu sehen ist, teilungsfähig zu sein. Daß bei diesen Teilungen ähnliche Kräfte im Spiele sind, wie bei den analogen Erscheinungen bei den künstlich hergestellten Mielinfiguren<sup>1</sup>, ist meines Erachtens, sehr wahrscheinlich. Dadurch wird aber weder die Mitwirkung vieler anderer Faktoren ausgeschlossen, noch die größte Bedeutung, die diese Teilungsfähigkeit der geformten Teile des Plasmas für das Leben hat, im mindesten eingeschränkt. Was speziell die kleinsten schwächer färbbaren Körnchen (Fig. 2) anbetrifft, so scheinen mir gerade die so zahlreichen hantelförmigen Gestalten, die sie annehmen, für ihre vitale Realität zu sprechen. Als die Folge einer einfachen Gerinnung in der vital-homogenen Grundsubstanz sind sie kaum erklärlich.

<sup>1</sup>) Löwschin. Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 204.

Also müssen wir im Zytoplasma außer den typischen ziemlich großen Chondriosomen noch viel kleinere schon an der Grenze der mikroskopischen Wahrnehmung stehende Körperchen annehmen; sie färben sich bald wie die Chondriosomen selbst, bald schwächer; im ersten Falle sind sie mit den größeren Chondriosomen durch alle möglichen Übergänge verbunden. Es scheint mir die Annahme sehr wahrscheinlich, daß in solchen Fällen die größeren Chondriosomen aus den kleineren hervorgehen, und weiter, daß auch die kleinsten aus noch kleineren schon unterhalb der mikroskopischen Wahrnehmung stehenden Körperchen hervorzunehmen können. Ebenfalls ist es, meines Ermessens, ganz zulässig, daß die Chondriosomen so stark zerkleinert werden können, daß sie nicht mehr mit unseren Methoden darstellbar sind. Das scheint mir z. B. der Fall zu sein beim Entstehen der großen Plasmabezirke von dem oben beschriebenen Fruchtkörper von *Lycogala*, die bald mit äußerst kleinen Chondriosomen besät sind (Fig. 4 und Phot. 8), bald derselben gänzlich entbehren (Phot. 9). Solche Vorstellung über die Chondriosomen, zu der ich auch bei meinen Untersuchungen von *Albugo Bili*<sup>1</sup> gedrängt wurde, scheint mir besser zur Erklärung der bei der Chondriosomenforschung immer angetroffenen Tatsachen geeignet<sup>2</sup>, als die Vorstellung, daß jedes Mitochondrium nur aus einem anderen mikroskopisch nachweisbaren Mitochondrium hervorgehen soll<sup>3</sup>. Bei der anerkannten Wachstumsfähigkeit der Chondriosomen wäre eine solche »Anpassung« der Chondriosomen an unsere optischen Mittel schon *à priori* unwahrscheinlich. Jedenfalls, wenn wir von den größeren Chondriosomen an alle Übergänge bis zu den an der Grenze des mikroskopisch sichtbaren stehenden und genau wie die größere Mitochondrien färbaren Körperchen finden, so wird der Satz, daß neue Chondriosomen

<sup>1</sup>) Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 524.

<sup>2</sup>) In ebensolcher Weise wären auch vielleicht die vorläufig zwar noch spärlichen Angaben über das Schwinden der Mitochondrien und ihre Entstehung *de novo* in gewissen Fällen erklärlich (einwandfreie Technik vorausgesetzt). Vgl. dazu Regaud. Arch. d. Anat. micr. 1910. 300—301. Luna. Arch. f. Zellforschg. 1913. 11, 622—623.

<sup>3</sup>) Vgl. Duesberg. Arch. f. Zellforschg. 1910. 6, 113. Guilliermond. Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 300.

ausschließlich nur durch die Teilungen der im mikroskopischen Felde nachweisbaren »mütterlichen Chondriosomen« hervorgehen können, absolut nicht bewiesen, und die von mir entwickelte andere Anschauung für solche Fälle viel eher wahrscheinlich gemacht. Daß diese Anschauung in völliger Übereinstimmung mit der »körnigen« Natur der Kolloide steht, brauche ich hier nicht zu betonen.

Zum Schluß möchte ich noch eine Art von Einschlüsse in dem Myxomyzetenplasma berühren, nämlich die Fettkörner. In der Phot. 5 ist das Bild eines nicht gefärbten Präparates von mit dem Chrom-Osmium-Gemische nachbehandelten *Fuligo septica* dargestellt. Man sieht da zahlreiche Osmiumkörnchen, die an Stelle einer wahrscheinlich fettigen Substanz entstanden sind. Die Phot. 1 stammt von demselben Paraffinblocke, aber nach Osmiumentfernung (durch  $H_2O_2$ ) und Eisenhämatoxylinfärbung. Ein Vergleich der Granula der beiden Präparate zeigt, daß es sich hier um verschiedene Plasmaeinschlüsse handelt.

Ähnliche ungleichmäßig verteilte Fettkörnchen findet man auch bei anderen Myxomyzeten. Einige interessante Details ließen sich in dieser Hinsicht bei *Reticularia* aufklären. Beim aufmerksameren Studium der Hämatoxylinpräparate entdeckt man hier außer den schwarzen Chondriosomen noch eine Menge grau gefärbter Kügelchen und »Ringchen«, die nach ihrer Größe und Verteilung offenbar mit den Osmiumkörnern übereinstimmen. Für Erleichterung einer genaueren Untersuchung dieser Frage wurde das Grenzgebiet zwischen einer helleren und dichteren Plasmaportion ausgewählt, wo die uns interessierenden Einschlüsse nicht zu dicht gehäuft waren. Unsere Fig. 10 und 11 stellen die Verteilung der Osmiumkörner und der »grauen« Kügelchen und Ringchen auf derselben Stelle des Präparates dar. Aus dem Vergleich der beiden Bilder ersieht man klar, daß die zu erwartende Übereinstimmung zutrifft<sup>1</sup>. Die scheinbare Abwesenheit manches Körnchens in dem Hämatoxylinpräparate wird wohl durch seine zu schwache Färbung bedingt, was in einigen Fällen auch festgestellt wurde.

<sup>1</sup>) Kleine unvermeidliche Ungenauigkeiten bei der Anwendung des Zeichenapparates wurden, Objektivitäts wegen, so wie sie herauskamen, gelassen.

Die grauen Kügelchen und besonders die »Ringchen« sind in der Regel etwas größer als die entsprechenden Osmiumkörnchen, die also als im Inneren der ersteren eingeschlossenen zu betrachten sind.

Aus obigem erhellt also, daß die Fetttropfchen im Plasma von *Reticularia* von einer besonderen Hülle umgeben sind, die nach der Extraktion des das Fett ersetzenden Osmiums zurückbleibt und den entsprechenden leeren Raum umgibt. Einige (meistens die kleinsten) Fetttropfchen sind in ihrer ganzen Masse von dem Stoffe dieser Hülle durchtränkt und stellen, wie es scheint, die Anfangsstadien der Fettbildung dar. Weiter wird das fettbildende Stroma durch das ausgeschiedene Fett auf die Peripherie des Kügelchen verdrängt, wo sie eine Art der Hülle um das so entstandene, jetzt aus reinem Fett bestehende Körnchen bildet. Wie soll man diese Hülle betrachten? Stellt diese eine einfache »Adsorptionsmembran« dar, wie z. B. solche der Milchkügelchen<sup>1</sup>, oder ist sie in irgendwelcher »physiologischen« Weise gerade mit dem Fettbildungsprozeß verbunden? Das Vorkommen solider Kügelchen von ebensolcher Natur (s. Fig. 11) scheint eher für die letztere Deutung zu sprechen<sup>2</sup>, wobei allerdings die physikalische Bedingtheit der Hülle nicht im mindesten beeinträchtigt wird. Findet hier ein Umwandlungs- oder Ausscheidungsprozeß statt, ist schwer zu sagen. Eines doch scheint sicher zu sein, nämlich, daß die Fettbildung hier im Inneren und durch Vermittlung bestimmter, von der Grundsubstanz des Plasmas scharf abgegrenzter Granula stattfindet.

Sehr klare Bilder der »Ringchen« sind in den noch nicht abgerundeten Sporenanlagen von *Reticularia* zu beobachten. Eine solche Zelle ist auf der Fig. 12 und 13 mit ihren Osmiumkörnchen und denen entsprechenden »Ringchen« dargestellt. Auf früheren Stadien in den zwei- bis mehrkernigen Plasmaportionen, auf welche die Fruchtkörperanlage vor der Sporenbildung zerlegt wird, stellen die fettbildenden Bläschen scharf von dem übrigen Plasma abgegrenzte Anhäufungen dar, die eine Art sehr regelmäßig wabigen Plasmas vortäuschen, dessen

<sup>1</sup>) S. Bechhold, Die Kolloide in Biologie und Medizin. 1912. S. 33 u. 324.

<sup>2</sup>) Dieselbe Tatsache steht auch der Hypothese des »Fixationsartefaktes« im Wege.

»Waben« alle rund, gleich groß und mit dicken schwärzlichen Wänden versehen sind (Fig. 14).

Nach der Analogie der mikroskopischen Bilder scheint das Vorhandensein der »grauen Granula« auch für Fuligo zulässig zu sein; aber sie sind hier eines individuellen Hervorhebens nicht zugänglich und verursachen nur allgemeine graue Färbung des fettreichen Plasmas (Phot. 1). Wird diese Färbung intensiver, so sehen die inselförmigen Anhäufungen von solchem »Fettplasma« den sogenannten »Chromidialnetzen« der Protisten sehr ähnlich aus.

### Zusammenfassung<sup>1</sup>.

Bei Anwendung bei verschiedenen Myxomyzeten derjenigen Fixations- und Färbungsmittel, welche benutzt werden, um das Sichtbarwerden der Chondriosomen bei den Tieren und Pflanzen zu bewerkstelligen, gelang es solche auch bei allen von mir untersuchten Myxomyzeten zu entdecken. Die besten Resultate wurden nach der Fixation mit 10% Formalin und nachfolgender Behandlung mit starker Flemmingscher Flüssigkeit ohne Essigsäure erhalten.

Die Chondriosomen erscheinen hier als Körnchen und kurze Stäbchen; die fadenförmigen Gebilde (Chondriokonten) wurden nicht beobachtet. In einigen Fällen (Fuligo) treten die hantelförmigen Teilungsfiguren der Chondriosomen in Menge auf, manchmal mit sehr ausgezogenem und verdünntem Verbindungsteile dabei. Die Größe der Körnchen schwankt von 1 bis 0,2  $\mu$ , d. h. bis zur äußersten Grenze des mikroskopischen Sehens. In manchen Fällen sind alle diese so verschieden großen Körnchen in allen Übergängen miteinander verbunden und färben sich dabei gleich intensiv (Trichia), in anderen sind die kleinsten Körnchen schwächer gefärbt und stellen so eine besondere Formation der Körnchen dar, die, wie es scheint, gleich den größeren, auch teilungsfähig sind (Fuligo). Manchmal sind größere und kleinere Körnchen in abwechselnden Feldern des Plasmas verteilt, wobei die Plasmabezirke mit größeren Körnern auch zahlreiche Kerne enthalten und wie isolierte Inseln mitten in ausgedehnten kernlosen und mit kleinsten

<sup>1</sup>) S. die Anmerkung am Anfang der Arbeit.

Körnchen erfüllten Räumen erscheinen; manchmal sind solche Räume in demselben Fruchtkörper ganz leer, d. h. sowohl der Kerne, wie auch jeglicher anderer Einschlüsse entbehrend (*Lycogala*). Solche Verhältnisse, nach der Ansicht des Verf.s, mögen auf einer äußersten Zerkleinerung der Körner beruhen, wobei dieselben unter die Grenze des mikroskopisch sichtbaren herabsinken. Auf Grund dieser Tatsachen hält der Verf. auch den umgekehrten Prozeß, das Wachstum der unter der mikroskopischen Grenze liegenden und deswegen unsichtbaren Körperchen bis zu einer schon mikroskopisch sichtbaren Grenze, für sehr wahrscheinlich. Die Erscheinungen solcher Art liegen, wie es scheint, im Grunde einiger Angaben (*Regaud*, *Luna*) über »die Ausbildung der Chondriosomen de novo aus dem Plasma«.

Bei Anwendung auf die Chondriosomen der Myxomyzeten der sogenannten »chondriosomenzerstörenden« Mittel entdeckt man, daß die Chondriosomen hier eine größere Widerstandsfähigkeit besitzen als diejenigen der embryonalen somatischen Zellen der Tiere und Pflanzen; dagegen sind sie in dieser Hinsicht den Chondriosomen der Geschlechtszellen der Tiere sehr ähnlich. Diese Ähnlichkeit erstreckt sich auch auf ihre Form: für die beiden ist die körnige Form (»Mitochondrien«) charakteristisch, während in den embryonalen somatischen Zellen die Chondriosomen fast immer fadenförmig sind (»Chondriokonten«). Als Körner sind auch die Chondriosomen bei den von *Fauré-Frémier* untersuchten Protisten (hauptsächlich Infusorien) repräsentiert. Durch alle diese Angaben wird die Ansicht von *Rubaschkina* bestätigt, nämlich, daß die Körner (*Mitochondria*) die primitivste Form der Chondriosomen darstellen.

In Anbetracht zahlreicher Angaben über das Vorhandensein der Einschlüsse im Zytoplasma der den Myxomyzeten angrenzenden Protistengruppen (*Amoebina*, *Foraminifera*), die den Chondriosomen sowohl mikrochemisch<sup>1</sup>, als auch ihrem Ursprunge nach verschieden sein sollen, der sogenannten »Chromidien«, hat der Verf. eine mikrochemische<sup>1</sup> Untersuchung der Chondriosomen der Myxomyzeten ausgeführt, sowohl mit entsprechenden Färbungen (*Methylgrünessigsäure*, Gemisch von

<sup>1</sup>) Im russischen Text irrtümlicherweise »mikroskopisch« gedruckt.

Sauerfuchsin und Methylenblau), als auch mit Hilfe der Lösungsreaktionen (starke HCl, Magensaft). In allen Fällen weichen die Chondriosomen von dem im Nukleolus des untersuchten *Fuligo* befindlichen Chromatin ganz scharf ab. Irgendwelche »Chromidien« sind bei den Myxomyzeten in keiner Weise erhalten worden. Solche Resultate machen es sehr wahrscheinlich, daß die bei verschiedenen Protisten angeblich aus den Kernen ausgetretenen und aus dem Chromatin bestehenden »Chromidien« größtenteils nichts anderes darstellen als die vielleicht etwas von den zerstörend wirkenden Fixationsmitteln deformierten Chondriosomen.

Was die chemische Zusammensetzung der Chondriosomen der Myxomyzeten betrifft, so sind sie den Chondriosomen anderer Organismen ähnlich, nämlich sie bestehen aus einer proteinhaltigen Grundlage und mit derselben verbundenen Lipidstoffen. Bei der Behandlung mit Alkohol und Chloroform wurden die letzteren aus den Chondriosomen extrahiert, und es bleiben von denselben nur geschrumpfte, lockere korrodierte Reste nach. Dieser übrigbleibende Teil der Chondriosomen-substanz wird leicht vom Magensaft aufgelöst, ihre Proteinatur somit verratend<sup>1</sup>.

Kijew, Polytechnisches Institut.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I und II.

Alle Figuren sind mit Hilfe des Abbéschen Zeichenapparats ausgeführt. Ölimmers. Apochr. v. Leitz 2 mm. Dicke der Schnitte 2,5  $\mu$ . Fixation (mit der Ausnahme von Fig. 7 und Phot. 2): 10% Formalin 2—3 Tage, dann Gemisch von 1% Chromsäure (15 Teile) und 2% Osmiumsäure (4 Teile). Fig. 7 und Phot. 2 absoluter Alkohol, Phot. 7 Alkoh. Chlorof. Eisessig (nach Carnoy). Färbung Eisenhämatoxylin.

<sup>1</sup>) Möglicherweise handelt es sich hier nicht um vollständige Auflösung der Chondriosomen, sondern nur um die Extraktion der verdaulichen Proteine; die übrigbleibenden schwer zu unterscheidenden Reste der ersten sollen dann aus »Plastin« von Reinke (Studien über das Protoplasma, 2. Folge, 1883, S. 9) und Zacharias (Bot. Zeitg., 1883, S. 209; Progr. rei botanicae, 1. c., S. 152 und 188) bestehen. (Nachträgliche Anmerkung.)

## Tafel I.

Fig. 1. *Fuligo septica*. Junges Aethalium. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

Fig. 2. *Fuligo septica*. Junges Aethalium; weniger differenziert. Kompensationsokular 18, Vergr. 2640.

Fig. 3. *Trichia decipiens*. Junger Fruchtkörper (unmittelbar vor der Sporenbildung). Kompensationsokular 18, Vergr. 2640.

Fig. 4. *Fuligo septica*. Reife Sporen. Kompensationsokular 18, Vergr. 2640.

Fig. 5. *Lycogala Epidendron*. Ganz junger Fruchtkörper. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

Fig. 6. *Fuligo septica*. Junges Aethalium. Traumatisch gereizte Stelle. Kompensationsokular 18, Vergr. 2640.

Fig. 7. *Fuligo septica*. Junges Aethalium. Oben normal, unten traumatisch gereizt. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

## Tafel II.

Alle Photographien sind mit Ölimmers. Apochr. v. Leitz 2 mm aufgenommen. Von der Retouche sind sie frei.

Phot. 1. *Fuligo septica*. Dieselbe Stelle wie in der Fig. 1. Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Phot. 2. *Fuligo septica*. Dieselbe Stelle wie in der Fig. 7. Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Phot. 3. *Fuligo septica*. Traumatisch gereiztes Plasma. Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Phot. 4. *Trichia decipiens*. Dieselbe Stelle wie in der Fig. 3. Kompensationsokular 4, Vergr. 440.

Phot. 5. *Fuligo septica*. Dasselbe Stadium wie in der Phot. 1. Verteilung des Fettes. Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Phot. 6. *Tubulina cilindrica*. Junge Sporenanlagen. Die Chondriosomen gefärbt, die Kerne entfärbt. Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Phot. 7. *Tubulina cilindrica*. Dasselbe Stadium. Die Chondriosomen unkenntlich, die Kerne stark gefärbt. Kompensationsokular 8, Vergr. 740. (Auf der Originalphotographie war das Plasma gleichmäßig hell.)

Phot. 8. *Lycogala Epidendron*. Ganz junger Fruchtkörper (vgl. Fig. 5). Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Phot. 9. *Lycogala Epidendron*. Eine andere Stelle von demselben Schnitte. Kompensationsokular 8, Vergr. 740.

Fig. 10. *Reticularia umbrina*. Junger Fruchtkörper. Osmiumverteilung. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

Fig. 11. *Reticularia umbrina*. Dieselbe Stelle nach der Extraktion des Osmiums und Eisenhämatoxylinfärbung. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

Fig. 12. *Reticularia umbrina*. Junge Sporenanlage. Osmiumverteilung. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

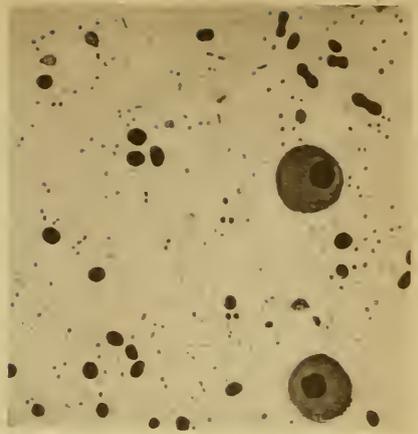
Fig. 13. *Reticularia umbrina*. Dieselbe Sporenanlage nach der Extraktion des Osmiums und Eisenhämatoxylinfärbung. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.

Fig. 14. *Reticularia umbrina*. Etwas früheres Stadium. Kompensationsokular 12, Vergr. 1700.





1



2



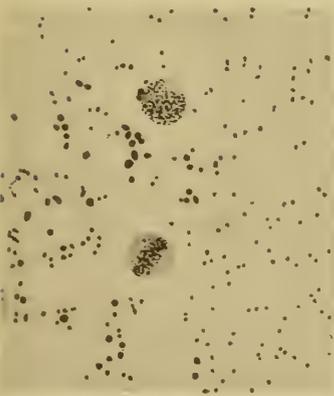
3



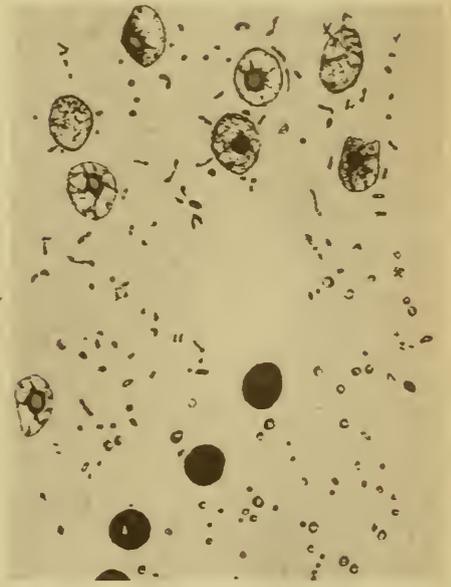
4



6



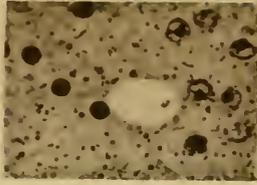
5



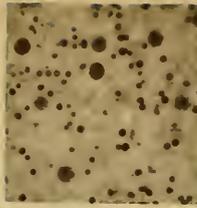
7



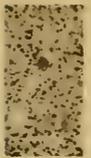
1



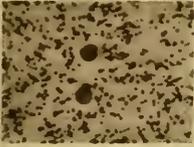
2



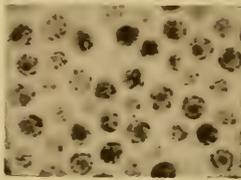
3



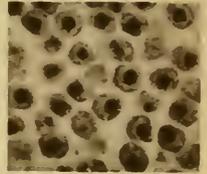
4



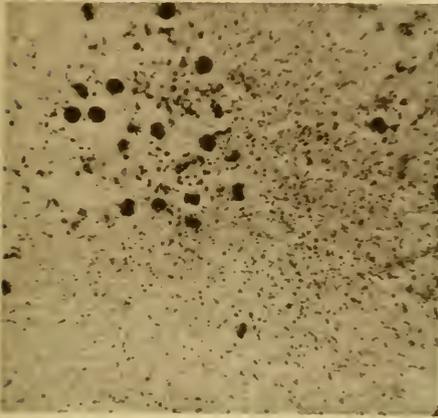
5



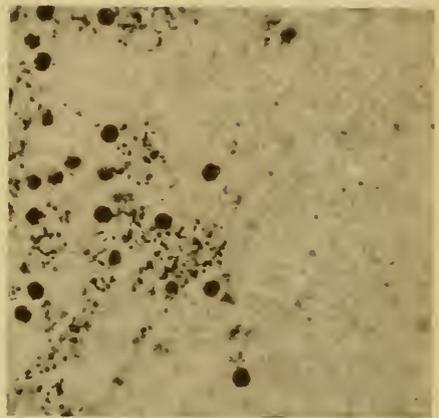
6



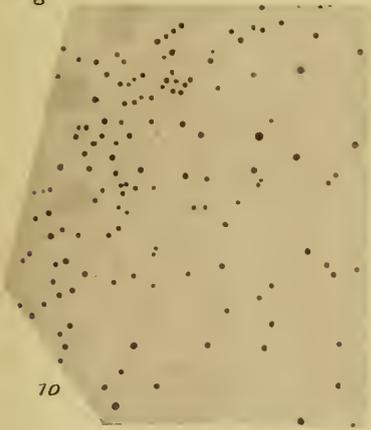
7



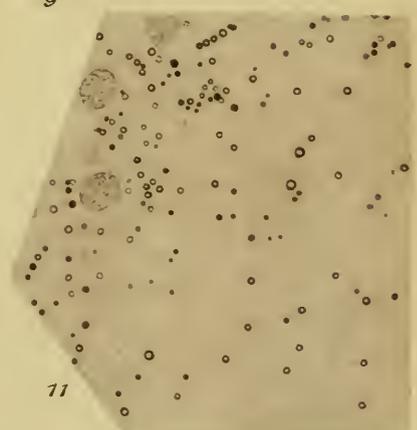
8



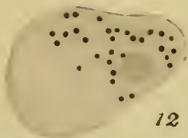
9



10



11



12



13



14

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Lewitsky G.

Artikel/Article: [Über die Chondriosomen bei den Myxomyzeten. 65-89](#)