

# Archiv für Protistenkunde

Begründet von

**Dr. Fritz Schaudinn**

herausgegeben von

**Prof. Dr. M. Hartmann** und **Prof. Dr. S. v. Prowazek †**  
Berlin Hamburg

**36. Band**

Mit 87 Abbildungen im Text und 22 Tafeln



Jena  
Verlag von Gustav Fischer  
1916

Alle Rechte vorbehalten.



## Inhaltsübersicht.

### Erstes Heft.

(Ausgegeben am 8. Oktober 1915.)

	Seite
Nachruf:	I
S. v. PROWAZEK † . . . . .	I
Abhandlungen:	
FRANÇA, CARLOS: Le Trypanosoma inopinatum. (Avec planche 1). . . . .	1
BĚLAŘ, K.: Protozoenstudien. I. (Mit Tafel 2—4 und 3 Textfiguren) . . . . .	13
SONDHEIM, MARIA: Über Actinophrys oculata STEIN. (Mit Tafel 5 u. 6) . . . . .	52
Kleinere Mitteilungen:	
KALTENBACH, R.: Die Conjugation von Ophrydium versatile. (Mit 8 Textfiguren) . . . . .	67
PROWAZEK, S. v. †: Zur Morphologie und Biologie von Colpidium colpoda (Mit 14 Textfiguren) . . . . .	72

### Zweites Heft.

(Ausgegeben am 8. Januar 1916.)

Abhandlungen:	
PASCHER, A.: Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Einleitung und I. Teil. (Mit Tafel 7—9 und 14 Textfiguren) . . . . .	81
—: Über eine neue Amöbe — Dinamoeba (varians) — mit dinoflagellatenartigen Schwärmern. II. Teil. (Mit Tafel 10 und 4 Textfiguren) . . . . .	117
TSCHENZOFF, BORIS: Die Kernteilung bei Euglena viridis EHRBG. (Mit Tafel 11 u. 12 und 2 Textfiguren) . . . . .	137
BBHREND, KURT: Über die Wirkung des Glycerins auf Protisten und Pflanzenzellen . . . . .	174
BRUG, S. L.: Die schwarzen Sporen („black spores“) bei der Malariainfektion im Mückenkörper. (Mit 6 Textfiguren) . . . . .	188
SCHILLER, J.: Über neue Arten und Membranverkieeslung bei Meringosphaera. (Mit 9 Textfiguren) . . . . .	198
—: Die neue Gattung Heterodinium in der Adria. (Mit 4 Textfiguren) . . . . .	209
KLITZKE, MAX †: Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernentwicklung bei den Ciliaten. (Mit 3 Textfiguren) . . . . .	215
HARTMANN, MAX: Nachruf . . . . .	236
Besprechungen:	
NIENBURG: Neuere Untersuchungen über die Cyanophyceen . . . . .	237

## Drittes Heft.

(Ausgegeben am 6. März 1916.)

Abhandlungen	Seite
BELAR, KARL: Protozoenstudien. II. (Mit Tafel 13—21 und 5 Textfiguren)	241
SCHILLER, J.: Eine neue kieselschalige Protophyten-Gattung aus der Adria. (Mit 5 Textfiguren) . . . . .	303
TRINCI, GIULIO: Orcheocystis lacertae, nuovo Telosporidio (Aggregatorio?) parassita del testicolo di Lacerta: fasi schizogoniche; nuclei poli- energidi; duplicità cromatica nucleare. (Con la tav. 22) . . . . .	311
KONSULOFF, ST.: Untersuchungen über die Rotatorienparasiten. (Mit 9 Text- figuren) . . . . .	353
<b>Kleinere Mitteilungen:</b>	
LEVY, FRITZ: Über Copulationsvorgänge (?) bei Spirochaeta obermeieri. (Mit 1 Textfigur) . . . . .	362
<b>Sammelreferat:</b>	
JOLLOS, V.: Neuere Untersuchungen über die Darmamöben des Menschen .	364

---

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

# Protozoenstudien. I.

Von  
K. Bělař, Wien.

(Hierzu Tafel 2—4 und 3 Textfiguren.)

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung . . . . .	14
II. <i>Amoeba diplogena</i> n. sp. . . . .	14
1. Material und Technik . . . . .	14
2. Beschreibung des lebenden Objektes . . . . .	15
3. Bau und Teilung nach dem gefärbten Präparat . . . . .	15
4. Zusammenfassung und Schlußbemerkungen . . . . .	20
III. Die Kernteilung von <i>Astasia levis</i> n. sp. . . . .	21
1. Einleitung, Material und Technik . . . . .	21
2. Spezieller Teil . . . . .	22
3. Schluß . . . . .	28
IV. Über Bau und Teilung von <i>Rhynchomonas nasuta</i> KLEBS, zugleich ein Versuch einer Phylogenie des Blepharoplasten . . . . .	29
1. Einleitung, Material und Technik . . . . .	29
2. Spezieller Teil . . . . .	30
3. Allgemeiner Teil . . . . .	38
V. Literaturverzeichnis . . . . .	45
VI. Tafelerklärung . . . . .	48

## I. Einleitung.

In diesen Zeilen gedenke ich einige Beobachtungen cytologischer Art über Bau und Vermehrung verschiedener Protozoen, die ich im Laufe des letzten Jahres gemacht habe, zu veröffentlichen.

Deren erster Teil, betreffend eine Amöbenart, eine Astasiaart und *Rhynchomonas nasuta* sei hiermit der Öffentlichkeit übergeben. Einen zweiten Teil, betreffend *Chilomonas*, *Anthophysa vegetans*, eine andere Amöbenart und *Trachelomonas* will ich in einiger Zeit folgen lassen.

An dieser Stelle sei es mir auch gestattet, Herrn Hofrat Prof. Dr. HATSCHEK, Herrn Prof. Dr. JOSEPH und Herrn Prof. Dr. SCHILLER für ihre Anteilnahme und Ratschläge, die sie mir in liebenswürdigster Weise zuteil werden ließen, meinen innigsten Dank auszusprechen.

## II. *Amoeba diplogena* n. sp.

### 1. Material und Technik.

Im Herbst 1913 legte ich Faulkulturen aus einem Altwasser der Donau an, indem ich Algen und Schlamm mit Leitungswasser übergieß und stehen ließ. Ungefähr 14 Tage nach Anlage dieser Kulturen trat in einer derselben eine kleine Amöbenform auf, die in der Kahmhaut bald in großen Mengen zu finden war. Da mir bei der Beobachtung der lebenden Tiere Teilungsstadien nicht zu Gesichte kamen, fertigte ich etwa ein Dutzend Präparate im Laufe einer Woche an, nach welcher Zeit die Form verschwand. Kultur auf Agar mißlang aus unbekanntem Ursachen. Als ich nach ca. 2 Monaten Zeit fand, die Präparate zu durchmustern, fanden sich in den meisten nur höchst selten Teilungsstadien; in einem jedoch waren 60 Proz. der Amöben in Teilung begriffen, so daß ich die Teilung in allen Stadien studieren konnte. Es ergaben sich hierbei einige Unterschiede gegenüber den Teilungsvorgängen anderer, ähnlicher Formen.

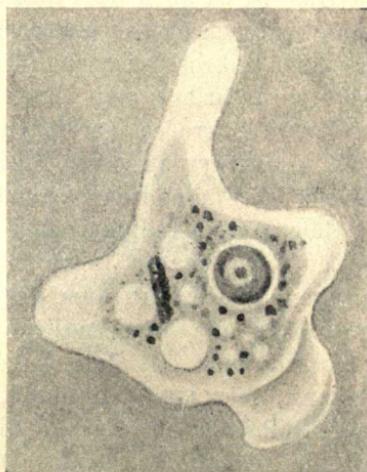
Fixiert wurde mit einer konzentrierten Lösung von Sublimat in destilliertem Wasser mit 5 Proz. Eisessig; gefärbt mit Hämalaun-Orange G und Eisenhämatoxylin nach der alten Vorschrift. Diese erwies sich als am brauchbarsten, weil sie die schärfsten Bilder lieferte.

## 2. Beschreibung des lebenden Objektes.

Die Größe der Amöbe beträgt 12—15  $\mu$ , sie ist also ziemlich konstant, wie bei den meisten Amöben der Limaxgruppe.

Das hyaline Ectoplasma ist ziemlich schmal und vom Entoplasma, das im Leben körnig erscheint, unscharf gesondert. Letzteres enthält ziemlich viel Nahrungsvacuolen und gröbere Körner, sowie eine oder zwei kontraktile Vacuolen, deren Pulsationen höchst unregelmäßig erfolgen.

Der Kern ist im Leben wohl zu unterscheiden, seine Größe beträgt 2,5—3  $\mu$ . Er ist durch ein Caryosom ausgezeichnet, welches im Leben mehr oder weniger homogen erscheint. Manchmal ist es im Innern etwas aufgehellt und zeigt ein Centriol. Das Caryosom liegt in einem Kernsaft Raum, der vollkommen körnchenfrei und sehr schmal ist; seine maximale Breite beträgt 0,4  $\mu$ . Eine Kernmembran ist im Leben nicht mit Sicherheit nachzuweisen.



Textfig. A. *Amoeba diplogena*.  
Habitusbild nach dem Leben. Centriol  
im Kern sichtbar.

Die Bewegung ist sehr rasch; bald limaxartig, bald mit mehreren mehr oder weniger breiten Pseudopodien erfolgend.

Teilungen konnten im Leben nicht beobachtet werden. Eben-  
sowenig gelang es mir, Cysten aufzufinden, die ich mit Sicherheit  
unserer Art hätte zuschreiben können.

## 3. Bau und Teilung nach dem gefärbten Präparate.

Das Ectoplasma der Amöbe ist auch im gefärbten Präparate hyalin, ohne Pellicula. Das Entoplasma ist fein alveolär gebaut und enthält leicht basophile Beimengungen. An den Schnittpunkten des Plasmanetzes sind größere Körner spärlich verteilt.

Der Kern zeigt eine deutliche, jedoch feine Kernmembran, einen sehr schmalen Kernsaft Raum, der von Chromatin oder Plastin vollkommen frei ist und das große kugelförmige Caryosom. Ich will hier bemerken, daß nicht alles, was sich bei der Differenzierung

der Eisenhämatoxylinfärbung entfärbt und mit Eosin und sonstigen sauren Farbstoffen färben läßt, deswegen schon als Oxychromatin oder Platin bezeichnet werden darf, (wie es CHATTON tut) weil man ja auf diese Weise auch unzweifelhaftes Chromatin färben kann; vielmehr müssen Vergleichsfärbungen, wie Hämalaun-Orange, Methylgrün-Fuchsin, Safranin-Lichtgrün u. a. m. zu Hilfe gezogen werden.

Hier ist es auch am Platze, einige Bemerkungen über das sogenannte Außenchromatin einzuschalten. Während auf der einen Seite gegenüber mikroskopischen Färbereaktionen die größte Skepsis gewahrt wird, bringt man ihnen von anderer Seite ein ebensowenig angebrachtes großes Vertrauen entgegen. Dies geht soweit, daß z. B. ALEXEIEFF in einer Notiz über eine Amöbe behauptet, die Geißeln der Flagellaten bestünden aus Platin(!), bloß weil sie sich bei Hämatoxylin-Indigkarmin-Eosinfärbung rot färben. Nun ist es im Laufe der letzten Jahre üblich geworden, alles, was neben dem Caryosom im Kernsafttraum liegt, als Außenchromatin zu bezeichnen, wobei man die ursprüngliche Definition des Chromatins durch FLEMMING ganz aus dem Auge verlor. FLEMMING definiert (Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig 1882) als Chromatin diejenige Substanz im Kerne, die sich bei regressiver Färbung mit Safranin lebhaft rot färbt. Diese läßt sich auch mit Hämatein-Tonerde und basischen Anilinfarbstoffen elektiv färben. Nun ist ja in vielen Fällen das Außenchromatin wirkliches Chromatin, in manchen Fällen ist dies aber keineswegs der Fall; so z. B. bei *Chilomonas*, wie ich später auszuführen gedenke, oder bei *Prowazekia* (hier ist das „Außenchromatin“ bloß Linin und Nucleolarsubstanz. Man hat sich also bei Gebrauch dieses Wortes, das sich gut eingebürgert hat und für welches ein Ersatz nicht leicht zu finden ist, stets vor Augen zu halten, daß dieses Wort seine ursprüngliche Bedeutung verloren hat und nur in übertragener Bedeutung anzuwenden ist.

Kehren wir nun zum Thema zurück. Das Caryosom zeigt im konservierten Zustande im Innern ein nicht sehr regelmäßiges Gerüst, ähnlich dem von *Amoeba tachypodia* GLÄSER, aber nicht so grob, wie bei *Amoeba salteti*. Dieses Gerüst besteht aus Chromatinbalken und -brocken, die durch feine Fäden verbunden sind. Die dazwischen liegende Substanz ist keineswegs reines Platin, wie Farbenreaktionen und das Studium der Kernteilung lehren.

Im Innern ist das Caryosom häufig aufgehellert und zeigt ein Centriol, das mit dem Gerüst nicht verbunden ist. (Dieser Hof um das Centriol wird von ARAGAO als diagnostisches Merkmal hervor-

gehoben.) Bei weitgehender Differenzierung entfärbt sich das Chromatin und es bleibt nur das Centriol nebst einigen zentral gelegenen Chromatinpartikelchen gefärbt (Fig. 8). In 3 Fällen war das Centriol nicht als Punkt, sondern als blasse, größere Kugel zu sehen (Fig. 9). Dies wäre vielleicht als Beginn einer zyklischen Veränderung zu deuten, wo das Centriol sich bereits in ein kleines Caryosom umgewandelt hat, bevor noch das alte Caryosom in den Kernsaft abgerückt ist.

Teilung. Vor und während der Teilung kugeln sich die Amöben nicht ab, wie GLÄSER behauptet, der die Abkuglung bei NÄGLER'S *Amoeba froschi*, *lacertae* u. a. auf Tafel 2 „vermißt“ und daraus schließt, daß hier kein Teilungsstadium vorliegt. Das Plasma behält sein unverändertes Aussehen und Pseudopodien werden nach wie vor gebildet.

Die Teilung des Kernes ist deswegen von besonderem Interesse, weil sie auf zweierlei Weise verläuft. Jedoch sind diese Teilungsarten nicht auf dieselbe Weise voneinander verschieden, wie bei *Amoeba diplomitotica* ARAGAO, von der meine Form ziemlich verschieden ist.

Ich will zunächst die eine Teilungsart beschreiben. Eingeleitet wird sie durch hantelförmige Teilung des Centriols (Fig. 12), dessen Teilstücke auseinanderrücken und das Caryosom dabei in die Länge ziehen (Fig. 13), wobei sich zwischen ihnen eine Centrodosome ausdehnt. Jetzt ordnen sich die Chromatinpartikel zu größeren chromosomenähnlichen Balken an, die der Längsachse des Caryosoms parallel gelagert sind. Sodann erweitert sich der Kernsaft etwas und aus dem Caryosom tritt eine Substanz heraus, deren Natur unklar ist (sie färbt sich mit Hämalaun und Eisenhämatoxylin nur schwach), die vielleicht mit CHATTON'S Oxychromatin identisch ist. Daß sie aus dem Caryosom ausgetreten ist, muß man deshalb annehmen, weil vor der Teilung im Kernsaft, wie ich oben ausdrücklich erwähnt habe, davon nichts zu sehen ist und ein Eindringen aus dem Plasma höchst unwahrscheinlich ist. Vielleicht handelt es sich hier um eine Substanz, die den Mitochondrien der Metazoen entspricht.

Diese Substanz, die wir mit einem indifferenten Ausdrucke Äquatorialplattensubstanz nennen wollen, ordnet sich ringförmig um das in der Mitte etwas eingeschnürte Caryosom an, wobei sie fein gestrichelt erscheint, jedoch keineswegs wie bei *Am. diplomitotica* und anderen Amöben in deutliche Chromosomen gegliedert ist.

Unterdessen ist im Caryosom das Chromatin zu den Polen ge-

wandert, wo es sich zu den Polkappen verdichtet, jedoch nicht so kompakt wird, wie bei den Limaxformen NÄGLER'S. Die Zahl der Chromatinbalken (Chromosomen) im Caryosom schwankt zwischen 7 und 10.

Das Centriol ist oft wahrzunehmen, es liegt nahe dem Außenrande des Caryosoms innerhalb der Polkappe.

Hie und da sieht man auch eine mehr oder weniger ausgeprägte Heteropolie der Caryosompromitose (Fig. 16 u. 21), wie sie auch ARAGAO bei *Am. diplomitotica* angegeben hat.

Das Caryosom schnürt sich nun immer mehr ein und dehnt sich zugleich in die Länge; die Äquatorialplatte wird verdoppelt. Auch die Kernmembran buchtet sich ein und schließlich wird der Kern scharf eingeschnürt und in zwei Hälften getrennt. Eine Centrodese zwischen den beiden Caryosomhälften ist nicht vorhanden.

Das Schicksal der Äquatorialplatte ist nicht weiter zu verfolgen, sie wird wahrscheinlich ins Caryosom aufgenommen, womit der erste Teilungstypus vollendet ist. Dieser ähnelt dem entsprechenden von *Am. diplomitotica* einigermaßen.

Ähnlich verläuft auch die Prophase von *Amoeba tachypodia*, doch ist die Telophase abweichend.

Die Promitose des Caryosoms ist von einem bereits ziemlich vorgeschrittenen Typus, da bereits chromosomenähnliche Gebilde vorliegen. Das Schicksal des Centriols ist genau zu verfolgen, also ist seine Kontinuität festgestellt.

Die zweite Teilungsart kommt ebenso oft vor. Daß es sich hierbei nicht um die Teilung einer anderen Art handelt (wie ARNDT neuerdings für *Am. diplomitotica* behauptet), geht aus der sonstigen Kongruenz und aus dem Umstande hervor, daß in dem Präparate die ruhenden Stadien einander vollkommen gleichen.

Die Prophase der Teilung II verläuft wie bei Teilung I, was daraus zu schließen ist, daß man nur solche Prophasen findet.

Nachdem sich also das Centriol geteilt und das Caryosom gestreckt hat, wobei chromosomenähnliche Bildungen nicht so deutlich hervortreten wie vorhin, zeigt sich im Caryosom ein querverlaufender Hohlraum, der schmal und von einer fein gestrichelten Platte erfüllt ist (Fig. 23). Das Chromatin ist also zu den Polen abgewandert und hat in der Mitte die Äquatorialplatte gelassen. Diese ist intracaryosomal. Zwischen den Centriolen ist die Centrodese manchmal sehr deutlich zu sehen. Daß die Äquatorialplatte nicht aus dem Kernhohlraum stammen kann, wie ARAGAO für *Am. diplomitotica* angibt, ist aus zwei Gründen zu ersehen: erstens ist kein Außen-

chromatin vorhanden; zweitens sind die beiden Polkappen anfänglich immer konkav und ihre Ränder reichen bis zum Äquator hinab. Übrigens genügt die Betrachtung von Photogramm und Figur, um die Art der Entstehung der Äquatorialplatte zu erkennen.

Nun runden sich die Polkappen ab, die Äquatorialplatte wird breiter und das Caryosom streckt sich. Zwischen Polkappen und Äquatorialplatte befindet sich ein Zwischenraum. Die Polkappen werden kompakter und runden sich ganz ab, wobei sie an Größe abnehmen, währendem das Caryosom und mit ihm der Kern langellipsoidisch, etwa zigarrenförmig wird. Diese Langstreckung ohne vorherige Einschnürung ist ein Unterscheidungsmerkmal gegenüber anderen Arten, bei denen sich der Kern schon früher einschnürt. Jetzt erst verengt sich der Kern in der Mitte, bis sich schließlich zwischen den Tochtercaryosomen nur ein dünner Verbindungsstrang ausdehnt.

Die Tochterplatten bilden den sogenannten Konus<sup>1)</sup>, kugeln sich ab und legen sich den Polkappen eng an, so daß letztere etwas abgeplattet und eingebuchtet werden. Dann reißt der Verbindungsstrang und die Tochterkerne runden sich ab.

Jetzt verschmilzt die Polkappe mit der Tochterplatte auf eine Weise, die deutlich zeigt, daß die Äquatorialplatte caryosomalen Ursprungs sein muß: Die Polkappe saugt die Tochterplatte gleichsam in sich auf, so daß es aussieht, als werde letztere mit einem chromatischen Netz überzogen.

Es wäre denkbar, daß die Tochterplatten durch Abfließen von Chromatin aus den Polkappen vergrößert werden, worauf die Verkleinerung der letzteren hinweist (siehe VAHLKAMPF).

Diese Teilungsart ist der „doppelten Mitose“ bei *Am. diplomitica* sehr ähnlich, nur stammt bei unserer Art die Äquatorialplatte aus dem Caryosom. Ähnliche Teilungsarten zeigt *Amoeba limax* sp. 2. von WHITMORE, die unserer Form ziemlich ähnelt und *Basidiobolus lacertae* (LOEWENTHAL) letzterer besonders in der Prophase der sogenannten generativen Teilung.

Die Kernmembran bleibt in beiden Fällen intakt (im Gegensatz zu *Am. diplomitica*).

Erst nach vollendeter Kernteilung erfolgt die Zellteilung (Fig. 7) über die weiter nichts zu sagen ist.

<sup>1)</sup> ARAGAO läßt die Chromosomen zwischen Konus und Polkappen treten, was wohl nicht richtig ist; denn bei allen anderen Amöben, die sich auf ähnliche Weise teilen, werden die Chromosomen (= Äquatorialplatte) zum Konus.

#### 4. Zusammenfassung und Schlußbemerkungen.

Ich konnte die im obigen beschriebene Amöbe mit keiner der in der mir zur Verfügung stehenden Literatur beschriebenen Formen identifizieren und benenne sie daher wegen ihrer eigentümlichen Fortpflanzungsart *Amoeba diplogena*.

Im folgenden soll die Artdiagnose und damit eine knappe Zusammenfassung meiner Untersuchungsergebnisse gegeben werden:

*Amoeba diplogena* n. spec.: Größe konstant: 12—15  $\mu$ . Bewegung teils limax, teils polypodiaartig; rasch. Ecto- und Entoplasma un- deutlich getrennt, ersteres hyalin, letzteres fein alveolär. 1 oder 2 kontraktile Vacuolen. Kern 2,5—3  $\mu$  groß, mit dünner Kernmembran, schmalen Kernsaftraum, ohne Außenkern und Caryosom mit Innengerüst und Centriol. Teilung: entweder Promitose des Caryosoms mit Äquatorialplatte im Außenkern oder Mitose des Caryosoms mit endocaryosomaler Äquatorialplatte.

Zum Schlusse will ich einige mit meiner Form nahe verwandte Arten anführen und die Unterscheidungsmerkmale gegenüber dieser hervorheben, wobei ich jedoch keineswegs eine Bestimmungstabelle der Limaxamöben zu geben beabsichtige.

*Amoeba diplomitotica* ARAGAO: 20—30  $\mu$  groß, Kern 3—4  $\mu$ . Doppelkonturierte Kernmembran; viel Außenchromatin.

*A. frotschi* u. *lacustris* NÄGLER: Keine Kernmembran, Caryosom kompakt, Telophase abweichend.

*A. lacertae* HARTMANN u. NÄGLER: Keine Kernmembran, Caryosom kompakt, Telophase abweichend.

*A. spinifera* NÄGLER: Pseudopodien und Mitose different.

*A. albida* NÄGLER: 20—50  $\mu$ ; viel Außenchromatin, Telophase abweichend.

*A. horticola* NÄGLER syn. *A. mira* GLÄSER<sup>1)</sup>: viel Außenchromatin; 6 Chromosomen bei der Teilung.

*A. hartmanni* NÄGLER: 2 Chromosomen bei der Teilung auch sonst Unterschiede.

<sup>1)</sup> GLÄSER hebt zwar einige Unterschiede hervor, die aber so geringfügiger Natur sind, daß sie nicht einmal zur Aufstellung einer Varietät berechtigen würden; ich habe sie übrigens bei sorgfältigem Vergleich von GLÄSER's Fig. 4 a (l. c.) und NÄGLER's Fig. 14 u. 65 gar nicht herausfinden können.

Strohamöbe von WASIELEWSKI und HIRSCHFELD: keine Kernmembran, 5 Chromosomen, Entosom vorhanden.<sup>1)</sup>

*A. salteti* SWELLENGREBEL: Keine Kernmembran; grobes Caryosomgerüst (vielleicht schlecht fixiert?) Sonderung des Caryosoms in chromatischen und achromatischen Anteil vor der Teilung, sonst ziemlich ähnlich.

*A. limax* spec. 1. WHITMORE: Mitose abweichend.

*A. limax* spec. 2. „ Polkappen winzig, keine Äquatorialplatte im Außenkern, sonst große Ähnlichkeit.

*A. tachypodia* GLÄSER: 30–40  $\mu$ , viel Außenchromatin, Telophase abweichend.

*A. vahlkampfi* CHATTON: Abweichende Entstehung der Äquatorialplatte, 3 Chromosomen in letzterer.

### III. Die Kernteilung von *Astasia levis* n. sp.

#### 1. Einleitung, Material und Technik.

Die Anregung zur folgenden Arbeit ging von HARTMANN'S und CHAGAS' Flagellatenstudien aus, in denen sie bei *Peranema trichophorum* Centriolen schilderten, eine Angabe, die bis jetzt vereinzelt dastand. Als nun in einer meiner Kulturen eine *Astasia*-Art auftrat, nahm ich die Gelegenheit gern wahr, die Kernteilung dieser Form, die meines Wissens noch nicht untersucht worden ist, genau zu studieren und mein Augenmerk hierbei auf Centriolen zu richten.

Die Kultur stammte aus einem Altwasser der Donau und die *Astasia* trat erst nach ungefähr einem Monat darin auf, zusammen mit einer Amöbe, die ich im zweiten Teil dieser Studien beschreiben will und mit *Paramaecium caudatum*. Ich beobachtete die Kultur von da an ca. 2 Monate hindurch und fertigte in dieser Zeit Präparate an, in denen Teilungsstadien häufig zu finden waren.

Fixiert wurde hauptsächlich mit Sublimatalkohol (Sublimat 15 g, absoluter Alkohol 100 ccm) und Sublimateisessig, wobei die ganze Fixierungs- und Färbeprozedur wegen der schlechten Klebrigkeit der Tiere unterm Deckglase vorgenommen werden mußte. Ich be-

<sup>1)</sup> Anmerkung während des Druckes: In einer mir erst nach Einsendung vorliegender Arbeit zu Gesicht gekommenen Arbeit von WASIELEWSKI u. KÜHN *Amoeba* (*Vahlkampfia*) *mutabilis* benannt.

festigte letzteres an den 4 Ecken zuerst mit Paraffin, dann wurde die Fixierungsflüssigkeit zugesetzt und erst nach dem Auswaschen des Sublimates mit Jod, dann Alkohol und schließlich Wasser wurde das Paraffin durch venetianischen Terpentin ersetzt, Eisenalaunlösung (2,5 Proz.) zugesetzt und der ganze Objektträger in Eisenalaun gelegt. So konnte ich, nachdem ich mir einzelne Tiere zuvor mit Asphaltlackmarken bezeichnet hatte, erstere bei der nachfolgenden Differenzierung beobachten.

Fast ausschließlich wurde Eisenhämatoxylin verwendet (alte Vorschrift: 12 Stunden Eisenalaun, 24 Stunden Hämatoxylin), nur zu Kontrollzwecken wurde mit Hämalaun und BIONDI's Gemisch gefärbt.

## 2. Spezieller Teil.

Unter den Flagellaten, deren Kernteilung frühzeitig bekannt wurde, stehen die Euglenoiden an erster Stelle. Schon BÜTSCHLI berichtet von dem Auftreten einer Kernplatte bei der Teilung und die Arbeit KEUTENS (1895) brachte volle Klarheit über den Teilungsvorgang bei *Euglena viridis*. DANGEARD wies nun in den Jahren 1901 und 1902 bei den meisten Euglenoiden den eigentümlichen Kernteilungstypus, den er Haplomitose nannte, nach. Er untersuchte fast nur Eugleniden s. s.; ein Centriol nahm er nicht wahr; er verhält sich überhaupt gegen die Centriolenlehre ablehnend. Teils ist das negative Resultat auch auf Rechnung der mangelhaften Technik DANGEARD's zu setzen. So verschmähte er es, von den großen Euglenen Schnitte anzufertigen und wendete als Farbstoffe meist nur Pikrokarmine oder Hämatoxylin an, aber nicht Eisenhämatoxylin. Diese Methoden hat er auch bis in die neueste Zeit (1910) beibehalten, in der Arbeit: *Etudes sur le developpement et la structure des organismes inferieurs*, wo er unter anderem die Teilung von *Euglenopsis*, bei der er Amitose beschreibt, und von *Peranema* schildert. Auch sind seine Abbildungen ziemlich flüchtig und ungenau (wie auch NÄGLER angibt); so zeichnet er z. B. nicht bei allen Teilungsstadien von Euglenen die zweifellos vorhandenen Chromospiren (die wahrscheinlich schlecht fixiert sind). STEUER untersuchte im Jahre 1903 die Teilung von *Eutreptia lanowii*, einer im freilebenden Zustande sich teilenden Form und stellte Amitose fest. HAASE beschrieb ferner die Teilung von *Euglena sanguinea* und bestätigte im allgemeinen die Befunde der früheren Autoren und glaubte, im Caryosom Chromosomen wahrzunehmen.

Keiner der früheren Autoren erwähnte das Vorhandensein von

Centriolen im Binnenkörper. Nun beschrieben HARTMANN und CHAGAS (1910) die Teilung von *Peranema trichophorum* und wiesen bei dieser Form im Binnenkörper ein Centriol nach, dessen Kontinuität sie feststellten.

Dieser Befund begegnete vielem Mißtrauen und wurde in letzter Zeit besonders von GLÄSER angefochten. Auch v. PROWAZEK schreibt 1912, daß die Feststellung von Centriolen im Caryosom der Euglenoidinen s. strictiori (also excl. *Entosiphon* und *Copromonas*) bis jetzt nicht gelungen sei.

Speziell über *Astasia* existieren bis jetzt nur spärliche Angaben in der Literatur. Die Arbeit KHAWKINES über *Astasia ocellata*, wohl eine der ältesten über *Astasia* überhaupt, bringt keinerlei Aufschluß über die Kernteilung. BEAUCHAMP (1911) und ALEXEIEFF (1912) beschrieben zwei *Astasia*-Arten, die eine in *Catenula*, die andere in *Cyclops* parasitierend. Beide aber konnten keinerlei Teilungsstadien finden. (Ich glaube übrigens, daß *Astasia catenulae* BEAUCH. eine farblose *Euglena* ist, wegen der radialen Anordnung der Chromatinpartikel im Kern, die bei *Astasia* meines Wissens nicht vorkommt.)

Ich konnte nun bei *Astasia*, die im Grunde genommen nur eine saprophytische *Euglena* ist (siehe *Euglena quartana* MOROFF und *Astasia ocellata* KHAWKINE), die Kernteilung in ihrem ganzen Verlaufe verfolgen, das Vorhandensein eines Centriols und sein Verhalten bei der Teilung beobachten.

Nach diesem Überblick will ich, bevor ich zur Kernteilung übergehe, zunächst einige Bemerkungen über die Art und ihren Bau vorausschicken.

Die *Astasia* ist 20—30  $\mu$  lang, ca. 12  $\mu$  breit; diese Größenverhältnisse sind sehr konstant (ich beobachtete die Tiere durch zwei Monate). Die weiche Pellicula ist vollkommen glatt. Der Körper ist langgestreckt spindelförmig, hinten zugespitzt, jedoch ohne Schwanzanhang und sehr metabolisch. Das Plasma ist feinkörnig, mit darin verstreuten größeren baso- und siderophilen Klumpen und ist mit meniskus- oder eiförmigen Stärkekörnern von wechselnder Größe (0,5—2  $\mu$ ) mehr oder weniger dicht erfüllt. Der Kern liegt ungefähr in der Mitte des Körpers.

Am Vorderende des Körpers liegt das runde Cytostom, welches in einem engen Cytopharynx führt, der sich unten in das Reservoir erweitert. Ein Stigma fehlt. Die Geißel ist ungefähr  $\frac{3}{4}$  körperlange und besitzt eine Wurzel, die am Grunde des Cytopharynx mit einem Basalkorn endigt. In der mittleren Höhe des Cytopharynx befindet sich eine Verdickung der Geißel, mit der diese offenbar im

Plasma verankert ist. Diese Verdickung entspricht der unter dem Stigma gelegenen Anschwellung der Geißel bei *Euglena*.

Sie entspricht aber nicht einem Basalkorn, wie HARTMANN meint, sondern man hat dieses in der untersten Verdickung der „Geißelwurzel“ zu suchen und das zwischen beiden Anschwellungen liegende Stück gehört demnach noch zur Geißel und ist nicht als Rhizoplast aufzufassen. (Siehe auch weiter unten bei *Rhynchomonas*.)

Nach diesen Merkmalen konnte ich die Art nicht bestimmen, es ist also wahrscheinlich, daß hier eine neue Art vorliegt, für die ich den Namen *Astasia levis* (die glatte) vorschlage. Am meisten ähnelt sie noch der *Astasia dangeardi* LEMMERMANN, von der sie sich jedoch durch die geringere Größe, die glatte Pellicula und die Lage des Kernes unterscheidet.

Die Diagnose lautet: *Astasia levis* n. spec.: Länge 20—30  $\mu$ , Breite 10—14  $\mu$ , Pellicula glatt; sehr metabolisch, Kern in der Mitte gelegen, Geißel etwas kürzer als der Körper, Stärkekörner meniskus- oder eiförmig. Stigma fehlt.

Zum Studium der Kernteilung im Leben ist das Tier wegen der zahlreichen Einschlüsse des Plasmas nicht geeignet. Ich will hier kurz die Zellteilung beschreiben. Diese setzt mit der Verdoppelung der Geißeln ein. Die feineren Vorgänge, die sich an den Basalkörnern abspielen, konnte ich wegen deren schlechter Färbbarkeit nicht beobachten. Nach vollendeter Kernteilung bilden sich am Vorderende zwei Höcker, die je ein Cytostom samt Geißel enthalten. Darauf schreitet die Teilung von vorne nach hinten vor, bis die beiden Tochterindividuen nur mit ihren Hinterenden zusammenhängen und sich dann trennen, wodurch der Eindruck einer stattgehabten Querteilung hervorgerufen wird.

Die Dauer der Teilung von dem Punkte an gerechnet, wo sich die Geißeln verdoppeln und das Vorderende sich abstumpft (zu dieser Zeit befindet sich der Kern in der Prophase) bis zur vollständigen Trennung der Individuen beträgt ungefähr  $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden. Der Kern war während der Teilung fast unsichtbar.

Ich gehe nun zur Beschreibung von Kernbau und Kernteilung über.

Der Kern hat im Ruhezustand eine Größe von ungefähr 8  $\mu$ . Seine Gestalt ist kugelförmig, wird jedoch durch den Druck der Parenchymkörner öfters deformiert. Er ist von einer deutlich sichtbaren, dünnen Kernmembran umgeben.

Im Innern lassen sich folgende Bestandteile unterscheiden: 1. ein Lininnetz, 2. Außenchromatin, 3. das Caryosom.

AWERINZEW deutet in seiner *Chilomonas*-Arbeit den Außenkern von *Chilomonas* und von *Euglena* als ein außerhalb des Kernes, als welchen er das Caryosom betrachtet, gelegenes Chromidium, eine Deutung, die durch das Vorhandensein einer Kernmembran und die Bildung von Chromosomen aus dem Außenkern (bei *Euglena*) widerlegt wird.

Das Lininnetz ist im Außenkern gleichmäßig ausgebildet. Es schließt, wie es scheint, mit einer feinen Membran gegen die Kernmembran ab, wie aus dem einheitlichen Abheben des Außenkerns von der Kernmembran bei Schrumpfung hervorgeht (Fig. 39).

An den Knotenpunkten des Lininnetzes ist das Außenchromatin in Form von Körnern aufgehängt. Eine Anordnung von Chromosomen im ruhenden Kern, wie sie von KEUTEN bei *Euglena* beschrieben wurde, ist nicht vorhanden. Das Außenchromatin ist leicht basophil, enthält aber auch acidophile Bestandteile; es sind also vielleicht auch Substanzen darin enthalten, die dem Oxychromatin und eventuell den Mitochondrien nahestehen.

Der interessanteste Teil des Kernes ist das Caryosom, bei den Euglenoiden auch als Nucleolocentrosom (KEUTEN) genannt. Mit dieser Bezeichnung ist nun KEUTEN der Wahrheit sehr nahe gekommen, da ja nach der nun wohl zur Genüge gesicherten Lehre HARTMANN'S das Caryosom das Äquivalent des Metazoocentrosoms ist.

Das Caryosom ist kugelförmig und von ziemlich gleichbleibender Größe (ca.  $2,5 \mu$ ). Seine Farbenreaktion ist basophil; mit Methylgrün-Fuchsin-Orange färbt es sich violett, mit Hämalau blau.<sup>1)</sup> Es enthält aber auch eine große Menge acidophiler Bestandteile, wie aus den oben erwähnten Farbenreaktionen und aus dem Umstande hervorgeht, daß es bei der Differenzierung der Eisenhämatoxylinfärbung den Farbstoff sehr lange zurückhält, dann plötzlich abgibt und gelb wird, eine Erscheinung, die bei Plastinnucleolen der Metazoen oft wahrzunehmen ist und die auch von dem ungemein dichten Gefüge des Caryosoms Zeugnis ablegt. Aus diesem Grunde ist es auch schwer, das gleich zu beschreibende Centriol elektiv zu färben (siehe Fig. 45, auf der einen Seite ist das Caryosom noch tiefschwarz, auf der anderen ist es bereits samt dem Centriol verblaßt).

Das Caryosom läßt keine Struktur erkennen (das Centriol natürlich ausgenommen), es ist vollkommen homogen. Wabenstruktur ließ sich nur bei der Teilung in wenigen Fällen andeutungsweise

<sup>1)</sup> KEUTEN läßt im Caryosom chromatische Bestandteile fehlen, was wohl nicht zutreffen dürfte.

wahrnehmen (Fig. 51 u. 52), während sie bei *Eutreptia* und *Peranema* immer, auch im ruhenden Caryosom, zu beobachten ist.

Im Innern des Caryosoms konnte ich nun fast immer ein Centriol nachweisen. Dieses befindet sich meist in oder am Rande einer kleinen Vacule im Caryosom; ob das als Schrumpfungerscheinung oder als normales Verhalten aufzufassen ist, weiß ich nicht. Eine solche Vacuole ist auch bei Amöben und bei *Chilomonas* zu beobachten. Elektiv, d. h. schwarz auf hellem Grunde, habe ich das Centriol nur in wenigen Fällen darstellen können; die Gründe für diese Schwierigkeit habe ich oben auseinandergesetzt. Doch läßt es sich immer als wohlumschriebenes Korn von etwas tieferem Farbenton als das Caryosom innerhalb der Vacuole nachweisen. Der beste Beweis für sein normales Vorkommen und für die Centriolennatur ist seine Funktion als Teilungsorgan. Im ruhenden Kern ist es immer in Einzahl vorhanden, nicht wie bei *Peranema*, wo es auch im ruhenden Kern als Diplosom auftritt.

Man kann das Centriol auch im überfärbten Caryosom innerhalb einer kleinen Aufhellung in dem sonst tiefschwarzen Caryosom wahrnehmen, weshalb ich absichtlich bei der Auswahl der Abbildungen Stadien aus stark und schwach gefärbten Präparaten dargestellt habe.

Cyclische Veränderungen kamen nicht zur Beobachtung, wenn man nicht die geringen Schwankungen der Größe des Caryosoms und der Menge des Außenchromatins als solche auffassen will.

**Kernteilung.** Die Teilung ist eine typische Euglenidenmitose (Haplomitose); sie vollzieht sich innerhalb der Kernmembran. Sie wird eingeleitet durch Längsstreckung und hantelförmige Teilung des Centriols. Die beiden Tochtercentriolen bleiben durch eine Centrodosome lange miteinander verbunden. Sodann streckt sich das Caryosom und nimmt ovale Gestalt an. Während dieser Streckung bilden sich im Außenkern die Chromospiren (DANGEARD)<sup>1)</sup> aus. Zuerst verbinden sich je 2 oder 3 Chromatinkörner durch Lininfäden, diese Gruppen verbinden sich mit benachbarten, so daß schließlich eine Anzahl von Fäden entsteht, die durch mehrere (5—8) knotenförmige Anschwellungen gekennzeichnet sind, die fertigen Chromospiren. Ebenso beschreiben HARTMANN u. CHAGAS die Chromospiren von *Peranema*. Die Angabe KEUTEN'S, daß die Chromospiren bei

<sup>1)</sup> Ich halte es für richtiger, Chromospiren anstatt Chromosomen zu sagen, weil meiner Ansicht nach die Chromospiren mit den Chromosomen bei anderen Protozoen, z. B. Gregarinen, nicht homolog sind.

*Euglena viridis* von gleichmäßiger Dicke sind, dürfte auf schlechte Fixierung zurückzuführen sein.

Diese Chromospiren ordnen sich nun rings um das längsgestreckte Caryosom an, und zwar so, daß sie parallel zu dessen Längsachse stehen.

Jetzt dehnt sich das Caryosom immer mehr und schwillt schließlich an den beiden Enden an. Der ganze Kern hat jetzt die Gestalt eines Rotationsellipsoides, dessen lange Axe vom Caryosom eingenommen wird, während es bei *Euglena viridis* die kurze Achse einnimmt.

Nun erfolgt die Verdoppelung der Äquatorialplatte, die durch Querteilung der Chromospiren vor sich geht. Die Chromospire verjüngt sich in der Mitte, welche verjüngte Stelle beim Auseinanderwandern der Tochterchromospiren zu einem dünnen Faden ausgedehnt wird, der augenscheinlich bald reißt. Längsspaltungsstadien konnte ich nie finden, auch konnte ich keinen Unterschied in der Dicke von Mutter- und Tochterchromospiren (den KEUTEN angibt), feststellen. Wohl aber läßt sich immer feststellen, daß die Tochterchromospiren kürzer sind als die Mutterchromospiren. HARTMANN u. CHAGAS beschreiben ebenfalls Querteilung, so daß das Vorkommen von Längsteilung sehr unwahrscheinlich gemacht wird.

Die Anaphase erfolgt scheinbar ziemlich rasch. Der Kern engt sich im Äquator allmählich ein, durch das sich streckende Caryosom auseinandergestemmt, welches mit seinen Enden an die Kernmembran anstößt und sich dort leicht abplattet. Von einer „uhrglasförmigen“ Einstülpung und von Chromosomen im Caryosom, die HAASE beschreibt, konnte ich nichts bemerken. Diese „Chromosomen“ dürften wohl auf eine metachromatische Färbung der Wabenwände des Caryosoms zurückzuführen sein (die bei der türkischen MALLORY-Färbung, mit der HAASE die „Chromosomen“ dargestellt hat, sehr oft vorkommt; ich erinnere z. B. an *Stentor*, wo bei dieser Färbung oft an ein und demselben Tier die Myoneme bald gelb, bald blau gefärbt sind). HAASE hat nicht angegeben, wie oft sie die Chromosomen gesehen, ich vermute, daß dies selten der Fall war.

Ein Zwischenkörper wird nicht ausgebildet. Spindelfasern, wie sie KEUTEN angibt, dürften wohl Kunstprodukte sein.

Der Kern streckt sich immer mehr, bis zwischen den beiden Hälften nur ein dünner Strang sich erstreckt, der aus dem Zwischenstück des Caryosoms mit einem dünnen Belag von Außenkern besteht. Die Chromospiren sind um das Caryosom parallel zur Hauptachse gelagert. Betrachtet man die Teilungsfigur vom Pole aus, so fällt

manchmal eine der Längsachse der Teilungsfigur parallele Abplattung der Tochterkerne auf. Die Centrodese ist auch jetzt noch wahrzunehmen. Die Kerne werden meist stark gegen die Pellicula der Zelle gestemmt, so daß sie sich daran abplatteten.

Jetzt reißt der Verbindungsstrang und die Caryosome runden sich ab, mit ihnen die Kerne, die von der Zellmembran etwas abrücken. Die Chromospiren lösen sich nun wieder in ihre Chromatin- und Lininbestandteile auf, womit die Kernteilung beendet ist.

### Schluß.

Im Prinzip zeigt also die Teilung von *Astasia* keine Abweichungen vom gewöhnlichen Kernteilungstypus der übrigen Euglenoiden. Das Hauptgewicht ist in vorliegender Arbeit auf den klaren Nachweis des Centriols im ruhenden Kern sowie in allen Teilungsstadien gelegt, womit das wichtigste Kennzeichen eines solchen, nämlich die Kontinuität, festgestellt ist.<sup>1)</sup>

Schon HARTMANN u. CHAGAS hatten die Centriolen und ihre Kontinuität bei *Peranema trichophorum* eindeutig nachgewiesen (wenngleich ihre Abbildungen der Ana- und Telophase die Centriolen vermissen lassen). „Mit dieser Angabe stehen die Verff. wohl einzig da,“ schreibt GLÄSER in seiner Amöbenarbeit und behauptet, die Centriolen bei *Peranema* seien gefärbte Wabenknoten und -wände. Da möglicherweise gegen meine Darstellung dieselben Einwände erhoben werden könnten, will ich sie gleich hier widerlegen. 1. Warum sollte immer nur ein Wabenknotenpunkt gefärbt bleiben und nur eine Wabenwand? Dies ist nicht gut einzusehen. 2. Warum sollte dieser Wabenknotenpunkt immer in der Mitte liegen?

Doch abgesehen davon ist bei *Astasia* dieser Einwand deshalb gänzlich unhaltbar, weil das Caryosom im Ruhezustand keinen Wabenbau aufweist, und das Centriol auch im entfärbten Zustand als wohlumschriebenes Korn, welches für einen Knotenpunkt zu groß ist, sichtbar ist.

Ferner stützt sich GLÄSER auf die negativen Resultate KEUTEN'S, STEUER'S, DANGEARDS'S und HAASE'S. Zunächst ist zu bemerken, daß negative Argumente nie den Wert von positiven besitzen. Die Gründe für die negativen Resultate DANGEARD'S habe ich oben angeführt; es ist hauptsächlich die mangelhafte Technik. KEUTEN

<sup>1)</sup> Ich habe deshalb auch diesen Befund durch Mikrophotogramme belegt, die ohne jedwede Retouche wiedergegeben sind.

suchte ein Centriol überhaupt nicht, und wenn, so suchte er es im Plasma. HAASE scheint auf das Studium der Kernteilung nicht viel Gewicht gelegt zu haben, und zweitens hat sie eine falsche Vorstellung von Sitz und Wirkungsweise des Centriols. Sie nimmt nämlich an, daß im Zwischenkörper des geteilten Caryosoms ein Centriol seine stemmende Wirkung entfalte, eine Vorstellung, die mit all dem, was wir über Centriolen und ihre Wirkungsweise wissen, im Widerspruch steht. Das bemerkt auch GLÄSER und stützt sich trotzdem auf HAASE's negative Befunde.

Ich glaube im vorigen etwaige Einwendungen im vornhinein genügend widerlegt zu haben und will nur nebenbei erwähnen, daß ich HARTMANN's Befunde an *Peranema trichophorum* selbst bestätigen konnte und auch bei *Trachelomonas reticulata* ein Stadium mit Centriolen wahrnahm. Ich gedenke, in einiger Zeit die Teilung von Eugleniden unter diesen Gesichtspunkten an reichlichem Material, wenn ich mir solches werde verschaffen können, zu untersuchen, und hoffe, zu positiven Resultaten zu gelangen.

#### IV. Über Bau und Teilung von *Rhynchomonas nasuta* KLEBS, zugleich ein Versuch einer Phylogenie des Blepharoplasten.

##### 1. Einleitung, Material und Technik.

Dieser Flagellat, dessen innerer Bau bis jetzt fast unbekannt war, trat auf Plattenkulturen aus einer Kahlhaut von Sumpfwasser auf. Das Wasser stammte aus einem Altwasser der Donau. Ich hatte darin Wasserpflanzen, hauptsächlich Characeen, zerquetscht und faulen gelassen. Nach ungefähr 6 Monaten traten farblose Euglenen und Limaxamöben (wahrscheinlich *A. froschi*) darin auf. Um letztere genauer zu studieren, legte ich mir eine Kultur auf Amöbenagar nach HARTMANN an, in der 6 Tage nach ihrer Anlage *Rhynchomonas* in ziemlichen Mengen auftrat. Ich machte mir diese Massenentwicklung gleich zunutze, um den Bau dieser Form genau zu analysieren.

Präparate wurden auf folgende Weise angefertigt: Da bei bloßem Auflegen des Deckglases auf die Agarplatte zu wenig Amöben

und Flagellaten daran haften blieben, verfiel ich auf ein anderes Mittel: Ich verreihe zunächst sehr wenig Speichel mit einem Tuche auf einem Deckglas, damit sich das Wasser auf demselben gut ausbreite (was bekanntlich selbst nach gründlicher Reinigung in Chromsäure und Ätheralkohol oft nicht gelingen will). Jetzt kommt ein kleiner Wassertropfen auf das Deckglas; dann streiche ich mit einem stumpf aufgesetzten, ausgeglühtem alten Skalpell leicht über die Agarfläche, wobei eine Probe der obersten Schicht, ohne Agar, auf dem Skalpell haften bleibt, welche dann auf dem vorbereiteten Deckglas verrieben wird. Durch diese Manipulation wird die Kultur gar nicht geschädigt, da die abgekratzte Stelle nach einem Tage wieder von Protozoen besiedelt ist. Das beschickte Deckglas läßt man dann auf eine Fixierungsflüssigkeit fallen; ich benütze jetzt fast nur Sublimat, in absolutem Alkohol gesättigt, und FLEMMING'S starkes Gemisch.

Gefärbt wurde mit Eisenhämatoxylin (alte Vorschrift), Giemsa feucht und Hämalaun sauer nach P. MAYER mit Orangenachfärbung.

## 2. Spezieller Teil.

### A. Historischer Überblick.

Die Literaturangaben über *Rhynchomonas* sind recht spärlich.

*Rhynchomonas nasuta* wurde von STOKES 1888 als *Heteromita nasuta* zuerst beschrieben. KLEBS stellte für diesen Flagellaten wegen des eigentümlichen Schwimmorgans eine neue Gattung auf, die er nach diesem Merkmal *Rhynchomonas* nannte. Er beobachtete die Form in Sumpfwasser und beschrieb sie nur nach dem Leben. Auch die Art der Teilung, freilich nur der Zellteilung, konnte er feststellen. PARISI beschrieb 1910 *Rhynchomonas nasuta* als zufällig im Darm von *Periplaneta orientalis* vorkommend, schildert aber das Tier nur flüchtig nach dem Leben und ebenso die Teilung. Auch er bringt keine Angaben über inneren Bau.

Die allerletzten Angaben stammen von R. GRIESSMANN. Er beschreibt 1913 zwei marine Formen: *Rhynchomonas nasuta* (vielleicht doch eine neue Art) und *Rh. mutabilis*, ebenfalls nur nach dem Leben, letztere auch nach Jodpräparaten. Auch in der neuesten Zusammenstellung der Süßwasserflagellaten von LEMMERMANN (in PASCHER Süßwasserflora 1914) findet man keinerlei Angaben über inneren Bau. Merkwürdigerweise ignoriert LEMMERMANN die Angaben von KLEBS und PARISI über die Teilung gänzlich, indem er schreibt: „Vermehrung nicht bekannt.“

Der Grund, warum man *Rhynchomonas* nur im Leben und nicht nach gefärbten Präparaten kannte, ist der, daß das Tier nur in vereinzelt Exemplaren im Sumpfwasser auftritt und so einer Konservierung die größten Schwierigkeiten in den Weg legt. Da es mir gelungen ist, die Form zu züchten und so in größeren Mengen zu bekommen, kann ich zum erstenmale Aufschluß über den Bau zu geben. Vorher bringe ich noch Angaben über den Bau und die Bewegung des lebenden Tieres, da die bisherigen Angaben auch recht knapp gehalten sind.

### B. Beschreibung nach dem Leben.

Unser Flagellat hat eine Länge von 2–5  $\mu$ , eine Breite von 1–3  $\mu$ , ist also etwas kleiner als die von KLEBS beschriebene Form, was wahrscheinlich auf Rechnung der Kulturbedingungen zu setzen ist. Die Gestalt ist meist verkehrt eiförmig, gelegentlich oval oder kugelförmig, ist unten abgeplattet und besitzt unten eine Längsfurche. *Rhynchomonas* ist nicht metabolisch.

Das Innere des Tieres läßt dank seiner geringen Größe schon im Leben das Wichtigste der Innenorganisation erkennen. Der Kern liegt seitlich in der vorderen Körperhälfte gegenüber dem Ursprungsorte der Geißeln. Man sieht nur das Caryosom, umgeben von einem hellen Hof. Am Ursprungsorte der Geißeln liegen zwei stärker lichtbrechende Punkte hintereinander. Seitlich davon befindet sich eine Vacuole, deren Kontraktion ich jedoch nicht feststellen konnte. Das Plasma ist von Vacuolen durchsetzt, speziell im Hinterende des Körpers, dazwischen läßt sich eine feinkörnige Struktur wahrnehmen.

Seitlich vom Vorderende entspringen zwei Geißeln. Die Vordergeißel ist stets von Körperlänge und zeigt ein sehr merkwürdiges Verhalten. Schon im Leben fällt sie durch ihre Dicke auf, da sie etwa 3 mal so dick ist, wie die Schleppegeißel. Noch auffälliger ist ihre Bewegung; ihr Wirkungskreis ist beschränkt, da sie nur imstande ist, so auf und ab zu schlagen wie der Zeigefinger einer menschlichen Hand wobei ihr Ende etwa das Viertel eines Kreisbogens beschreibt. Ihr Ende ist abgerundet.

Die Schleppegeißel ist bedeutend länger, sie mißt bis zu 10  $\mu$ . Sie entspringt vom selben Punkte, wie die Schwimmgeißel und geht sofort frei nach außen ab, ohne an den Körper angewachsen zu sein, wie es manchmal scheinen mag. Sie ist weniger beweglich als die Schwimmgeißel und ist in ihrem hinteren Abschnitte klebrig.

*Rhynchomonas nasuta* kann sich auf zweierlei Art bewegen. Wie erwähnt, ist die Schwimmgeißel, der „Schnabel“ oder „Rüssel“, nur imstande, lebhaft hin und her zu schlagen, während die Schleppgeißel einen umfangreicheren Wirkungskreis besitzt und dazu noch klebrig ist. Die gewöhnliche Bewegungsweise ist die, daß das Tier auf der Unterlage dahinkriecht, indem es mit der Vordergeißel lebhaft hin und her schlägt, die Schleppgeißel nachzieht und nur hie und da mit ihr einen Schlag tut. Die Klebrigkeit der Schleppgeißel zeigt sich besonders schön, wenn das Tier eine Wendung macht; dann sieht man, wie der vordere Teil der Schleppgeißel die neue Richtung einschlägt, der hintere die alte Richtung noch eine kurze Zeit beibehält. Dieses Kriechen ist die ausschließliche Bewegung, die in der Agarkultur stattfindet. Bringt man das Tier in Wasser, so bewegt es sich meist anders. Die Vordergeißel schlägt so wie vorhin, die Schleppgeißel führt jedoch frei im Medium heftig schlenkernde Bewegungen aus. Das Resultat ist ein heftiges Wackeln und Oszillieren ohne besonders große Ortsveränderung.

Die Nahrung besteht aus Coccen. Die Art ihrer Aufnahme konnte ich wegen der geringen Größe des Tieres nicht genau feststellen. Die Nahrung scheint durch das Schlagen der Schwimmgeißel an das Vorderende des Körpers getrieben und dort aufgenommen zu werden.

Teilungsstadien wurden nicht oft beobachtet; innere Vorgänge dabei im Leben nicht wahrgenommen. Das Endstadium der Teilung gleicht einem Querteilungsstadium. Man wird erst durch die doppelte Anzahl der Geißeln und durch die Einschnürung des Körpers auf Teilungsstadien aufmerksam gemacht.

Cysten kamen gelegentlich zur Beobachtung. Sie besitzen eine zarte Membran, sind von etwas geringerer Größe als die freien Tiere ( $3\ \mu$ ) und sind arm an Vacuolen.

### C. Beobachtungen an dem gefärbten Objekt.

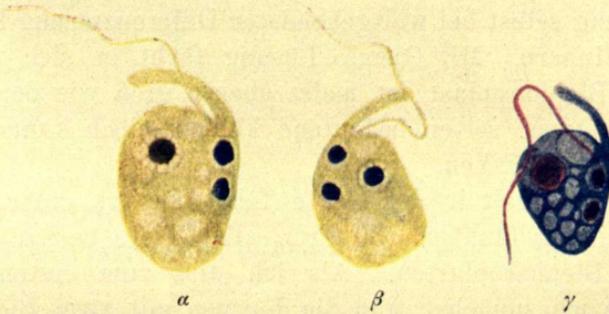
Das Studium des fixierten und gefärbten Tieres ergab überraschende Resultate. Das Plasma zeigt denselben Bau wie im Leben: feinkörnig, von mehreren Vacuolen durchsetzt.

Der Kern besitzt eine deutliche Kernmembran und innen daran angelagerte Außenchromatinpartikel, die durch Fäden mit dem Caryosom verbunden sind. Letzteres zeigt sehr kompakten Bau; gelegentlich ist eine Vacuole darin wahrzunehmen. Mit Hämalaun färbt es sich meist schwach blau, mit Eisenhämatoxylin je nach

dem Differenzierungsgrad schwarz bis gelb. GIEMSA-Färbung färbt den ganzen Kern rot und läßt das Caryosom wenig hervortreten (so wie bei Trypanosomen und Trypanoplasmen). Es enthält, wie aus der Hämalaun-Orange-Reaktion zu schließen ist, auch acidophile Bestandteile.

Bei günstiger Differenzierung konnte gelegentlich im Caryosom ein schwarzer Punkt, das Centriol, wahrgenommen werden.

Cyclische Veränderungen waren mit großer Deutlichkeit zu verfolgen. Gewöhnlich ist das Caryosom  $0,6 \mu$  groß, es ist also sozusagen aufgebläht. Die Menge des Außenchromatins ist nicht groß, es liegt nur an der Kernmembran. Bei Eintritt der cyclischen Veränderung sieht man, wie das Caryosom kleiner wird, während das Außenchromatin an Menge zunimmt. Schließlich ist das Caryosom auf einen Punkt von Centriolgröße reduziert, es ist eben nur das Centriol, höchstens mit einer dünnen chromatischen Rinde vorhanden. Der Kernsaft Raum ist auf diesem Stadium von chromatischen, besser gesagt siderophilen Massen erfüllt. Die Rekonstruktion des Caryosoms gleicht im fixierten Präparat dem Abbau desselben. Selbstverständlich konnte der ganze Vorgang nicht im Leben verfolgt werden, sondern mußte nach fixierten Präparaten kombiniert werden.



Textfig. B. *Rhynchomonas nasuta*.

$\alpha$  ist mit Hämalaun-Orange,  $\gamma$  mit Giemsa gefärbt. Vergr.  $5000\times$ .

Der Kern ist also ein bläschenförmiger Caryosomkern vom ersten Typus und ähnelt dem von *Prowazekia*, von dem er sich durch den Besitz von Außenchromatin und den abweichenden Verlauf der cyclischen Vorgänge unterscheidet.

Am Fuße der Schwimmgeißel oder des „Rüssels“ fallen dem Auge des Beobachters schon im Hämalaunpräparat zwei sich tiefblau tingierende kugel- oder eiförmige Gebilde von etwa  $0,3-0,5 \mu$  Größe auf. Sehr auffällig werden diese bei Eisenhämatoxylinfärbung, wo sie die Farbe hartnäckig festhalten. Diese Körper sind nichts

anderes als Blepharoplasten oder Kinetonuclei, die hier merkwürdigerweise in Zweifzahl auftreten.

Wie oben erwähnt, sind sie bereits im Leben als stärker lichtbrechende Körperchen sichtbar. Der Abstand der beiden Blepharoplasten voneinander beträgt ungefähr  $0,8 \mu$ . Sie sind durch einen deutlich sichtbaren Faden miteinander verbunden, der der Längsachse des Körpers parallel verläuft. Man kann also sagen, daß die Blepharoplasten hintereinander liegen, und zwar liegt der eine meist in derselben Höhe wie der Kern, der andere etwas tiefer. Der vordere Blepharoplast ist fast stets mit dem Kern durch eine Centrosome verbunden, bei dem hinteren ist eine solche seltener wahrzunehmen.

Unklar ist mir die Bedeutung von Körnern, die gelegentlich zwischen dem ersten und zweiten Blepharoplasten, gelegentlich hinter dem zweiten Blepharoplasten auftreten (Fig. 67 u. 70). Vielleicht mögen sie im ersten Falle der unten behandelten „Äquatorialplatte“ oder einem Zwischenkörper entsprechen, im zweiten Falle einer abnormen Teilung des zweiten Blepharoplasten ihren Ursprung verdanken.

Jeder Blepharoplast ist von einem hellen Hof umgeben, dem Kernsafttraum. Eine Kernmembran fehlt. Er zeigt bei Eisenhämatoxylinfärbung selbst bei weitgehendster Differenzierung keinerlei Struktur im Innern. Mit GIEMSA-Lösung färbt er sich tiefrot.

Der zweite Blepharoplast ist meist ebenso groß wie der erste, manchmal ist er etwas, selten bedeutend kleiner, doch kann er bis zu Centriolgröße herabsinken.

Diese Verschiedenheit in der Größe führt uns zu einer merkwürdigen Erscheinung hinüber. 30 Proz. aller Tiere besitzen nämlich nur einen Blepharoplasten. Als ich dies zum ersten Male bemerkte, meinte ich zunächst, daß die Formen mit zwei Blepharoplasten Teilungsstadien wären, doch zeigte eine genaue Untersuchung sofort die Unrichtigkeit dieser Annahme. Auf 200 Tiere kommt erst ein Teilungsstadium (kenntlich durch Mitose oder Verdoppelung des Hauptkernes).

Die Formen mit einem Blepharoplasten sind, wie das Studium der Teilungsvorgänge lehrt, Tiere, die nach der Teilung es unterlassen haben, den Blepharoplasten zu verdoppeln. Man muß annehmen, daß diese Exemplare diese Eigentümlichkeit bis zur nächsten Teilung beibehalten und so eine eigene Rasse bilden, oder daß regelmäßig von je 100 sich teilenden Tieren 30 nach der Teilung den Blepharoplasten erst spät verdoppeln, welche letztere Annahme

deshalb unwahrscheinlich ist, weil ein äußerer Anstoß hierzu fehlt, da die Tiere sich doch in ein und derselben Kultur befanden und eine innere, nämlich sexuelle Differenzierung, wegen des völligen Mangels an Befruchtungsstadien nicht anzunehmen ist. Gestützt wird die Annahme einer besonderen Rasse auch dadurch, daß man, wenn auch selten, Tiere findet, bei denen der Hauptkern sich bereits im Spindelstadium befindet, während der in Einzahl vorhandene Blepharoplast noch ungeteilt ist (Fig. 82 u. 92).

Vom ersten Blepharoplasten entspringt nun sowohl Schwimmals auch Schleppgeißel, und zwar auffälligerweise ohne Vermittlung eines Basalkornes. Der „Schnabel“ oder „Rüssel“ ist, wie ich zeigen kann, nichts anderes als eine Schwimmgeißel, deren Achsenfaden einen ungewöhnlich dicken Plasmabelag besitzt. Man sieht nämlich oft, wie vom Blepharoplasten ein feiner Faden nach vorn zieht und im Innern des „Rüssels“ verläuft, um an dessen Ende eine stumpfe Vorwölbung hervorzurufen (Fig. 65), die übrigens immer, auch wenn der Achsenfaden unsichtbar ist, wahrzunehmen ist. Es wäre auch möglich, daß das Ende des Rüssels, welches gelegentlich trompetenartig angeschwollen ist (Fig. 73), einen kleinen Trichter bildet, aus dem das Endstück des Achsenfadens frei hervorragt. Dies würde dadurch wahrscheinlich gemacht, daß das Ende des Rüssels öfters etwas aufgeheilt ist. Die Entscheidung ist hier wegen der Kleinheit des Objektes sehr schwer zu treffen und es haben beide Annahmen gleich viel für sich. Das Plasma des Rüssels ist vollkommen homogen, ist also ectoplasmatischen Ursprunges.

Die Schleppgeißel ist viel dünner, als der Rüssel, jedoch dicker als des letzteren Achsenfaden. Dies beweist, daß auch die Schleppgeißel eine Plasmahülle besitzen muß, was ja für die meisten Flagellatengeißeln gilt. Eine Plasmahülle muß auch deswegen vorhanden sein, weil ja das hintere Ende der Geißel klebrig ist, der Achsenfaden aber unmöglich irgendeine Klebmasse sezernieren kann. Die klebrige Substanz, die natürlich unsichtbar und daher nicht analysierbar ist, muß von der Plasmahülle abgesondert werden. Die Annahme, daß die Klebesubstanz vom Körper des Flagellaten abgesondert wird und an der Geißel herabwandert, ist deshalb nicht möglich, weil, wie erwähnt, nur der hintere Abschnitt der Geißel klebrig ist.

Die Schleppgeißel entspringt ebenfalls vom ersten Blepharoplasten und zeigt hierbei ein wechselndes Verhalten. Meist geht sie in rechtem oder nach aufwärts spitzem Winkel vom Blepharoplasten ab, bleibt eine kurze Strecke in dieser Richtung und biegt dann nach unten ab, manchmal um den Körper eine halbe Spirale

beschreibend. Gelegentlich jedoch entspringt sie am hinteren Pole des Blepharoplasten, gegenüber dem Ursprungsort des Axenfadens des Rüssels und geht von da direkt nach hinten ab. Dies ist besonders bei Tieren, die nur einen Blepharoplast besitzen, zu beobachten (Fig. 69, 74, 77).

Bei den zweikernigen Formen (ich will die Individuen mit 1 Blepharoplast und 1 Hauptkern als zwei-, die Individuen mit 2 Blepharoplasten und 1 Hauptkern als dreikernig bezeichnen) ist es nun ganz zweifellos, daß sowohl der Achsenfaden des Rüssels, als auch die Schleppgeißel von ein und demselben Blepharoplasten entspringen. Bei den dreikernigen wäre dies auch möglich; ebenso wahrscheinlich wäre aber auch folgende Annahme: der Achsenfaden der Schwimmgelbe könnte vom zweiten Blepharoplasten entspringend nach vorne aus oder vielmehr über dem ersten Blepharoplasten vorbei in den Rüssel gehen. Beobachtungen die dafür sprechen, sind allerdings fast gar nicht vorhanden, höchstens wäre als solche die gelegentlich auffällige Dicke der Desmose zwischen erstem und zweitem Blepharoplasten anzusehen. Da sich die Tiere bei der Konservierung immer auf die flache Seite legen, ist das angenommene Vorbeiziehen nicht wahrzunehmen. Nur eine Stütze besitzt diese Annahme: es wäre nämlich damit die funktionelle Bedeutung des zweiten Blepharoplasten erklärt.

Das Auffallende an den Blepharoplasten von *Rhynchomonas* ist das völlige Fehlen von Basalkörnern. Wegen dieses Mangels, wegen der Kleinheit und des merkwürdigen Doppelvorkommens der Blepharoplasten könnte man den Einwurf erheben, es handle sich hier gar nicht um Blepharoplasten, sondern um Basalkörner. Ich will diesen Einwurf gleich hier widerlegen. Ich gebe zu, daß das Vorkommen von Blepharoplasten ohne Basalkörner fast nirgends beschrieben wurde und auch sehr auffällig ist. Doch läßt sich dies befriedigend erklären (siehe unten). Übersehen habe ich Basalkörner sicherlich nicht. Ich habe tausende von Tieren bei allen möglichen Differenzierungsgraden untersucht und nie Basalkörner gefunden. Außerdem war bei einer gleichzeitig in der Kultur vorkommenden Monade das Basalkorn sehr gut gefärbt. Die Kleinheit der Blepharoplasten ist kein Grund zur Annahme, es seien Basalkörner. Wohl gibt es viele Basalkörner, die ebensogroß oder sogar größer sind, als diese Blepharoplasten; doch ist z. B. bei *Prowazekia minima* (KLEBS, ALEXEIEFF em.) der Blepharoplast ebensogroß wie bei *Rhynchomonas nasuta*.

Demgegenüber habe ich viel gewichtigere Gründe für die Ble-

pharoplastennatur dieser Gebilde anzuführen. Erstens ist ein deutlicher Kernsafttraum sichtbar, eine Bildung, die bei Basalkörnern nie vorkommt. Zweitens sprechen hierfür die Färbereaktionen. Noch nie habe ich gesehen, daß ein Basalkorn sich mit basischen Farbstoffen färbt, wie die Blepharoplasten in unserem Falle. Basalkörner sind bekanntlich acidophil.

*Rhynchomonas* besitzt also zweifellos echte Blepharoplasten, ist also ein Binucleat.

Teilung. Teilungsstadien waren nicht häufig anzutreffen. Immerhin konnte ich nach eifrigem Suchen eine hinlängliche Anzahl von sich in Teilung befindlichen Individuen auffinden, die mir die hauptsächlichsten Stadien der Teilung zeigten.

Zunächst werde ich die Teilung einer dreikernigen Form schildern weil dann die Verhältnisse bei der zweikernigen ohne weiteres verständlich sind. Die Teilungsart des Hauptkernes ist Caryokinese. Ein Stadium kam mir zu Gesicht, welches eventuell Amitose darstellen könnte, doch fehlten weitere Stadien (Fig. 79).

Die erste Veränderung, die man bemerkt, ist, wie bei den meisten Flagellaten, die Prophase der Kernteilung. Bei der überaus geringen Größe des Kernes sind naturgemäß dem Eindringen in die Details der Kernteilung bald Grenzen gezogen. Immerhin läßt sich folgendes erkennen.

Aus dem Caryosom des Hauptkernes tritt das Centriol (ob in Doppelform oder nur in Einzahl, konnte ich nicht entscheiden) aus und dringt bis zur Kernmembran, wo es sich teilt (Fig. 80, 81). Das nächste Stadium ist das der Kernspindel. Aus den oben angeführten Gründen ist die Bildung der Spindel nicht wahrnehmbar. Das Spindelstadium scheint lange anzuhalten, wie wegen seines öfteren Vorkommens zu schließen ist. Die Kernmembran ist erhalten geblieben, der Kern ist oval geworden; in seiner Längsachse liegt die Spindel, die an ihren Polen die Centriolen trägt. Spindelfasern sind begreiflicherweise nicht zu sehen. Im Äquator befindet sich ein stark siderophiler Klumpen, die Äquatorialplatte, die dem Caryosom entspricht. Das Außenchromatin ist an der Bildung der Äquatorialplatte nicht beteiligt, da es vor der Teilung verschwindet, es ist also als rein trophisches Außenchromatin zu bezeichnen.

Nun verdoppelt sich die Äquatorialplatte und die Teilstücke werden auseinandergezogen, wobei sie sich tropfenartig abrunden.

Schon während, oder gelegentlich vor oder nach der Vorbereitung des Kernes zur Teilung wandern die beiden Blepharoplasten auseinander, so daß der hintere schließlich ans hintere Körperende zu

liegen kommt (Fig. 79). Die Centrodesmose zwischen ihnen bleibt noch immer erhalten; die Centrodesmose zwischen Kern und Blepharoplast verschwindet alsbald nach dem Beginn des Auseinanderwanderns der Blepharoplasten. Die Schleppgeißel verschwindet ebenfalls bei Beginn der zuletzt beschriebenen Umlagerungen. Der Rüssel hingegen bleibt noch immer bestehen, kann aber in manchen Fällen schon jetzt verschwinden (er wird wahrscheinlich eingezogen).

Im Bau des Plasmas zeigen sich keinerlei Besonderheiten, wie sie z. B. bei *Prowazekia*-Arten auftreten.

Kehren wir nun zum Kern zurück. Was nach der Teilung der Äquatorialplatte und nach der Abrundung der Tochterplatten, wenn man diese Gebilde so nennen darf, geschieht, ist mir nicht bekannt. Das nächste Stadium, das mir zu Gesicht kam, zeigte eine bereits abgeschlossene Kernzerschnürung, und die beiden Tochterkerne waren bereits ziemlich weit voneinander entfernt und durch eine Art Faserung, wie sie bei Trypanosomen und Prowazekien auftritt, miteinander verbunden.

Jetzt verschwindet der Rüssel und die Desmose zwischen Blepharoplast und Kern wird wieder aufgenommen resp. neugebildet. Die Desmose zwischen den beiden Blepharoplasten ist geschwunden.

Wie die Anaphase des Kernes stattfindet, habe ich nicht sehen können. Es könnte sowohl eine Längsstreckung des Kernes wie bei *Prowazekia* oder eine abrupte Zerschnürung wie bei manchen Amöben (siehe oben) eintreten.

Nach vollendeter Kernteilung beginnt die Zellteilung, indem sich die Zelle in bekannter Weise einschnürt. Jetzt werden auch die Geißeln wieder ausgebildet, wie schon KLEBS und PARISI zeigten.

Nach der Zertrennung der Tiere teilt sich der Blepharoplast in zwei Stücke. Dies geschieht durch Längsstreckung und Einschnürung, worauf die beiden Teilstücke zunächst im gemeinsamen Kernsafttraume verbleiben. Erst später rücken die Teilstücke weiter auseinander und teilen so den Kernsafttraum. Gelegentlich wurden Äquatorialplattenähnliche Strukturen gesehen. Ob dieselben auf zufällig vorhandene Körnelungen, auf Zwischenkörper oder auf wirkliche Äquatorialplatten, die von den Polkappen, wie man in diesem Falle die Tochterblepharoplasten zu nennen hätte, abgeflossen sind, zurückzuführen sind, läßt sich aus bereits erwähnten Gründen nicht feststellen. Ein Stadium, das mir zu Gesicht kam, zeigt z. B. auffallende Ähnlichkeit mit den entsprechenden Kernteilungsstadien von *Monocercomonas* oder *Adelea ovata*, wie sie von JOLLOS beschrieben wurden (Fig. 94).

Die Teilung der zweikernigen Form verläuft fast genau so wie die der dreikernigen; ich habe mehrere Teilungsstadien dieser Form zu Gesicht bekommen. Ihr Charakteristikum ist, daß man neben einer Kernspindel nur einen Blepharoplasten oder ein Teilungsstadium eines solchen antrifft (Fig. 82 u. 92). Wenn der Teilungsvorgang des Blepharoplasten abgeschlossen ist, kann man natürlich nicht entscheiden, welche Rasse, ob die zwei- oder dreikernige, hier vorliegt.

Die Cysten zeigen nichts besonderes. Ihre Membran ist, wie oben erwähnt, ziemlich zart; sie läßt Farbstoffe mit Leichtigkeit durch. Kern und Blepharoplasten sind gut sichtbar. Das Plasma ist etwas vacuolenärmer als das der freibeweglichen Tiere.

### 3. Allgemeiner Teil.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Der Kern von *Rhynchomonas nasuta* ist ein Caryosomkern vom ersten Typus HARTMANN'S, mit rein trophischem Außenchromatin.

2. Außer dem Kern besitzt *Rhynchomonas* noch zwei Blepharoplasten, ist also zur Flagellatenordnung der Binucleaten zu zählen.

3. Die Geißeln entspringen vom Blepharoplasten ohne Vermittlung von Basalkörnern.

4. Der sogenannte Rüssel ist eine Geißel, deren Achsenfaden von einer dicken Plasmaschicht bedeckt ist.

5. Außer der Form, die zwei Blepharoplasten besitzt, kommt auch eine mit nur einem Blepharoplasten vor.

Diese Befunde ergänzen nun auch sowohl die Gattungs- als auch die Artdiagnose von *Rhynchomonas*. Die erstere hat also folgendermaßen zu lauten: *Rhynchomonas* (KLEBS): Zelle oval bis eiförmig, etwas abgeplattet, 2—6  $\mu$  lang, 1—3  $\mu$  breit, Schwimmgeißel vom Plasma dick bekleidet, körperlang; Schleppgeißel circa doppelt so lang. Bewegung kriechend und wackelnd. Blepharoplast meist in Zweizahl vorhanden. Mesosaprob. Auf Agar-Agarkulturen sehr gut gedeihend.

Im folgenden werde ich es versuchen, meine Befunde, die mir einiges Licht auf die Phylogenie des Blepharoplasten zu werfen scheinen, in diesem Sinne zu deuten.

Wie HARTMANN und CHAGAS in den „Flagellatenstudien“ ausgeführt, finden wir bei den Flagellaten 4 Haupttypen der Geißelinsertion.

Erster Typus: Die Geißel entspringt vom Kern selbst.

Zweiter Typus: Die Geißel entspringt von einem Basalkorn, das mit dem Kern durch einen Rhizoplasten verbunden ist, der später verschwinden kann.

Dritter Typus: Die Geißel entspringt von einem Basalkorn, welches seinerseits mit dem lokomotorischen Kern oder Blepharoplasten verbunden ist.

Vierter Typus: Die Geißel entspringt von einem Basalkorn, das durch einen Rhizoplasten mit einem zweiten, vom Kerne unabhängigen Basalkorn in Verbindung steht.

Die drei ersten Typen repräsentieren Stufen einer phylogenetischen Entwicklung. Das Basalkorn der Flagellaten ist zweifellos ein Centriol. Man muß aber diejenigen Basalkörner davon abtrennen, die als bloße Verdickungen der Pellicula aufzufassen sind. Als solches Basalkorn ist wahrscheinlich das von *Cercomonas parva* HARTM. et CHAG. aufzufassen. Charakteristisch für solche Pseudobasalkörner ist es, daß sie meist in der Pellicula selbst liegen. Kehren wir nun zu den eigentlichen Basalkörnern, deren Centriolnatur festgestellt ist, zurück.

Das Centriol des Caryosoms muß als der ursprüngliche Ausgangspunkt einer Geißel angesehen werden; die Zelle besitzt demnach nur 1 Centriol. Vielleicht ist dieses Stadium bei *Cercomonas parva* und bei gewissen Mastigamöben (*M. invertens*) anzutreffen. In der nächsten Stufe teilt sich das Centriol und ein Teilstück tritt als Basalkorn an die Kernmembran, diese meist zu einem Kegel ausziehend. Dies findet sich bei Rhizomastiginen und *Cercobodo*-Arten.

Die Geißelinsertion der zweiten Stufe ist die bei weitem am häufigsten vorkommende. Das Centriol (= Basalkorn) ist bereits aus dem Kern ausgetreten und sitzt nun mehr oder weniger tief im Plasma, mit dem Centriol des Kernes durch eine Centrodese, hier Rhizoplast genannt, verbunden. Die Zelle besitzt also hier im einfachsten Falle 2 Centriolen. Das Basalkorn kann sich verdoppeln. Gelegentlich schwindet der Rhizoplast und es läßt sich von diesem Typus der Euglenentypus ableiten, bei dem die Basalkörner ihre Centriolfunktion aufgegeben haben und mit dem Kern gar nicht in Verbindung stehen. HARTMANN und BERLINER deuten die Sache zwar anders: es soll nur das obere Basalkorn der Euglenengeißel das echte Basalkorn sein und das Stück zwischen oberem und unterem Basalkorn einem Rhizoplasten entsprechen; doch glaube ich, daß dies nicht zutrifft.

Die dritte Stufe zeigt uns die höchste Komplikation, die durch Arbeitsteilung eingetreten. Sie besteht bekanntlich in der Aus-

bildung eines lokomotorischen Kernes und findet sich bei den Binucleaten. Auch hier lassen sich mehrere Typen des Verhaltens von Blepharoplast, Basalkorn und Kern zueinander unterscheiden.

Der erste findet sich bei den Trypanosomen, Hämosporidien (mit Ausschluß der Babesien) und Trypanoplasmen. Diese besitzen eine (resp. 2) Geißel, die von einem (resp. 2) Basalkorn entspringt, welches entweder dem Blepharoplasten direkt aufsitzt oder von ihm etwas entfernt ist, in jedem Falle aber mit einem Centriol, das im Caryosom des Blepharoplasten liegt, durch eine Centrodese in Verbindung steht. Dieses Centriol fungiert als Teilungsorgan des Blepharoplasten; die Teilungsfigur ist eine Spindel mit Äquatorialplatte. Dies wurde von SCHAUDINN, ROSENBUSCH, CHAGAS, JOLLOS u. a. gezeigt. Die Zelle besitzt also in diesem Falle 3 Centriolen: eines im Hauptkern, eines im Kinetonucleus und das Basalkorn. Ein viertes wäre bei allen Flagellaten an der Spitze der Geißel zu suchen, die als Centrodese aufzufassen wäre (nach SCHAUDINN u. a.).

Der zweite Typus findet sich bei *Herpetomonas* und Verwandten und bei *Prowazekia*. Das Basalkorn fungiert hier als Teilungsorgan des Blepharoplasten, wie von WENYON für *Herpetomonas muscae domesticae* und von mir vor kurzem für *Prowazekia josephi* gezeigt wurde. WENYON leugnet überhaupt das Vorhandensein eines Centriols im Blepharoplasten, was ich für zu weit gegangen halte. Ich glaube, daß ein Centriol wohl im Blepharoplasten enthalten ist, aber als Teilungsorgan nicht mehr fungiert, sondern diese Rolle an das Basalkorn abgegeben hat.

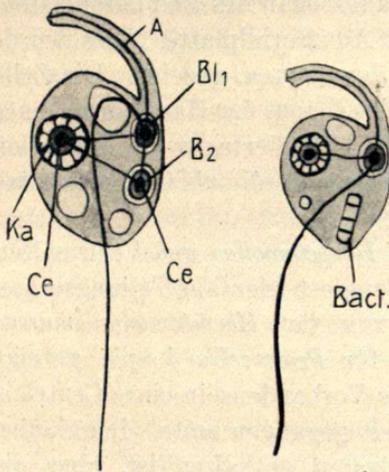
In beiden Fällen, beim ersten und zweiten Typus, enthält der Blepharoplast nicht nur lokomotorische und trophische, sondern auch generative Substanz (nachgewiesen von PROWAZEK u. ROSENBUSCH für *Tr. lewisi* und *Herpetomonas* m. d. und von KEYSSELITZ für *Trypanoplasma borelli*).

Der dritte und letzte Typus ist dadurch charakterisiert, daß die Geißel von einem echten Blepharoplasten ohne Vermittlung eines Basalkornes entspringt. Dieser Typus, der eigentlich an erster Stelle hätte angeführt werden sollen, bildet den Übergang vom zweiten zum dritten Haupttypus, vom Typus mit einem Kern und 1 oder 2 Basalkörnern zum Typus mit 1 Kern, 1 Blepharoplast und 1 oder 2 Basalkörnern. Als Vertreter dieses Typus ist *Rhynchomonas* anzusehen.

Als Form, die in der phylogenetischen Reihe *Rhynchomonas* vorausgeht, haben wir eine solche anzusehen, die einen Kern und ein Basalkorn besitzt, etwa eine *Bodo*-artige Form. Dieses Basal-

korn nimmt nun bei seiner Entstehung (aus dem Kern der Zygote, wie SCHAUDINN für *Haemoproteus*, v. PROWAZEK für *Tr. lewisi* gezeigt) aus dem Hauptkern etwas Chromatin mit, welches sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung immer mehr: Das Basalkorn wird zu einem chromatinhaltigen, kernartigen Gebilde. Von diesem Problepharoplasten, wie wir ihn nennen wollen, entspringen also entweder 1 oder 2 Geißeln. Das Basalkorn ist zugleich Teilungscetriol des Problepharoplasten. Als Problepharoplast ist also ein Gebilde zu definieren, welches aus einem Centriol mit einer chromatischen

Rinde besteht, welches Centriol zugleich Ursprungsort einer oder mehrerer Geißeln ist.



*Rhynchomonas* besitzt nun Problepharoplasten, die Geißeln entspringen von einem chromatischen, basophilem Körper, ohne Vermittlung eines Basalkornes, wie ich oben auseinandergesetzt. Bei *Rhynchomonas* hat der so einfache Typ des Probinucleaten, wie man diesen Flagellatentypus nennen könnte, dadurch eine Komplikation erfahren, daß der Problepharoplast verdoppelt ist. Ich bin geneigt, dies nicht als funktionelle Anpassung, als Arbeitsteilung aufzufassen, eine Möglichkeit die ich oben erörtert habe, sondern es ist

Textfig. C. *Rhynchomonas nasuta*.  
Organisationsschema. Vergr. 5000×.  
A = Achsenfaden. Bl = Blepharoplast. C = Centriol. Ka = Caryosom.  
Bact = gefressene Bakterie.

diese Verdopplung wahrscheinlich als eine äußerst frühzeitige Vorbereitung zu der viel später erfolgenden nächsten Teilung anzusehen; ähnlich wie bei der Teilung der Metazoenzelle das Centriol bereits in der Ana- oder Telophase sich verdoppelt, um während der ganzen Ruheperiode der Zelle, die auf den Teilungsakt folgt, in Vorbereitung für die nächst folgende Teilung als Diplosom in der Zelle zu bestehen.

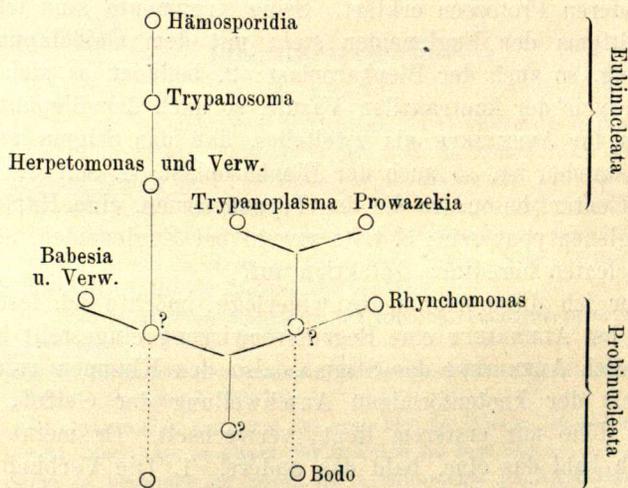
Vielleicht sind auch die Babesien und Verw. als Probinucleaten aufzufassen, soviel ich, da ich das Objekt aus eigener Anschauung nicht kenne, aus den diesbezüglichen Arbeiten entnehme. Der Blepharoplast ist hier sehr klein und bei den begeißelten Formen scheint (nach BREINL u. HINDLE) kein Basalkorn zwischen Geißel und Blepharoplast geschaltet zu sein. Wenn ferner DOBELLS Dar-

stellung der Teilung von *Trichomonas batrachorum* richtig ist (was von HARTMANN bestritten wird)<sup>1)</sup>, so hätten wir auch dieser Form einen Problepharoplasten zuzuschreiben. Allerdings wäre dann die Binucleatengruppe polyphyletisch.

Im weiteren Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung wird durch weitere Arbeitsteilung der Prolepharoplast zum Blepharoplast, indem das Centriol des Prolepharoplasten sich teilt und das eine Teilstück als Basalkorn der Geißel aus dem Blepharoplasten austritt, während das andere in ihm verbleibt.

Wir hätten also die Ordnung der Binucleaten in zwei Unterordnungen einzuteilen: 1. Probinucleata mit Rhynchomonadidae u. ev. Babesien, 2. Eubinucleata mit Trypanosomen, Hämosporidien, *Herpetomonas* und *Prowazekia*.

Ob die Ordnung mono- oder polyphyletisch ist, ist unklar. Ersteres könnte wohl der Fall sein, doch ist aber jedenfalls schon frühzeitig eine Spaltung in zwei Gruppen eingetreten, in die ein- und in die zweigeißeligen Formen. *Babesia* wäre dann in die Nähe der Wurzel der einen Gruppe als etwas abgeleitete Form zu stellen, *Rhynchomonas* über die Wurzel der anderen. Das System der Binucleaten würde sich demnach folgendermaßen gestalten:



Die Ausbildung eines Blepharoplasten ist wahrscheinlich als funktionelle Anpassung, vielleicht an das parasitische Leben, zu betrachten. Ob man *Trypanoplasma* von *Prowazekia*, oder letztere von

<sup>1)</sup> Auch neuerdings von KUCZYNSKI widerlegt.

*Trypanoplasma* ableiten soll, ist unklar; im letzteren Falle wäre *Prowazekia* eine sekundär saprophytisch gewordene Form, wofür auch ihr Vorkommen im Rektum des Menschen spräche. Ich habe beide vorläufig nebeneinander gestellt. Was das Verhalten von *Bodo* zu *Prowazekia* betrifft, so wäre es möglich, daß die Reihe von *Bodo* über *Rhynchomonas* zu *Prowazekia* resp. *Trypanoplasma* geht, wie es DOFLEIN darstellt; dann wäre aber die Ordnung Binucleata bi- ev. polyphyletisch, da sich ein *Trypanosoma* von *Bodo* schwerlich ableiten läßt. Ich habe auch diese Möglichkeit in meinem Stammbaum berücksichtigt.

An dieser Stelle sei auch eine Theorie berührt, die sich mit der Phylogenie des Blepharoplasten beschäftigt, nämlich die von ALEXEIEFF (1911).

Dieser Autor deutet zwar in unbestimmten Zügen eine Entwicklung des Blepharoplasten, ähnlich wie ich sie hier ausführlich geschildert habe, an, legt aber in seiner Arbeit das Hauptgewicht auf die angebliche Homologie des Stigmas der Euglenoiden mit dem Kinetonucleus der Binucleaten. Er geht dann soweit, daß er letzteren für ein funktionslos gewordenes Stigma und die Euglenoiden, speziell die Astasiiden für die Stammformen der Binucleaten und aller möglichen anderen Protozoen erklärt. Seine Argumente sind folgende: 1. Das Stigma der Euglenoiden steht mit dem Geißelapparat in Verbindung, so auch der Blepharoplast; 2. befindet es sich neben dem Reservoir der kontraktiven Vacule, so auch der Blepharoplast; 3. gilt es für ALEXEIEFF als zweifellos, daß das Stigma aus dem Kern entstanden ist, so auch der Blepharoplast; 4. soll die Mitose der Binucleaten, besonders die der Trypanosomen, eine Haplomitose nach Euglentypus sein; 5. tritt sowohl bei Euglenoiden, als auch bei Binucleaten hereditäre Infektion auf.

Bevor ich diese Argumente widerlege, möchte ich feststellen, daß sich bei ALEXEIEFF eine Begriffsverwirrung eingestellt hat, indem nämlich ALEXEIEFF das Stigma, also den Klumpen roten Pigments mit der knotenförmigen Anschwellung der Geißel, die in gleicher Höhe mit ersterem liegt, verwechselt. Er meint augenscheinlich bald das eine, bald das andere. 1. Die Verbindung des Stigmas mit dem Geißelapparat ist eine ganz andere, als die des Blepharoplasten. Das Stigma liegt über den Basalkörnern, der Blepharoplast unter ihnen. Die Beziehung des Stigmas zur Geißel ist eine ersichtlich sekundäre, indem das Stigma bei manchen Formen überhaupt nicht mit der Geißel in Verbindung steht, bei anderen überhaupt fehlt. 2. Neben dem Blepharoplasten befindet sich tat-

sächlich oft eine Vacuole, die aber nicht immer kontraktile ist, was bei den Euglenen der Fall ist.<sup>1)</sup> 3. Die Entstehung des Stigmas aus dem Kern ist zwar wahrscheinlich, aber noch nicht bewiesen; selbst dann ist die Entstehung aus demselben Ort kein Beweis für Homologie, sonst wäre das Stigma homolog mit Pyrenoiden, Nucleolen, Chromidien usw. 4. Die Mitose der Binucleaten ist keine Haplomitose, wie ROSENBUSCH, HARTMANN, CHAGAS, WENYON u. a. gezeigt haben. 5. Hereditäre Infektion ist kein verwandtschaftliches Merkmal, sonst wären die Spirochäten ebenfalls mit den Euglenoiden verwandt. Daher kann die Schlußbemerkung ALEXEIEFF's: „En somme on retrouve chez les Binucleates les caractères „Eugléniens“ suivants: stigma, division nucléaire (haplomitose), infection héréditaire, métabolisme“ nicht zu Recht bestehen. Vielmehr glaube ich den Weg, den die Entwicklung des Blepharoplasten genommen hat, mit der Klarlegung der phylogenetischen Bedeutung von *Rhynchomonas* festgestellt zu haben.

## Literaturverzeichnis.

### A. Amöben.

- ALEXEIEFF, A.: Sur les caractères cytologiques et la systematique des Amibes du groupe limax etc. Bull. de la Soc. Zool. de France 1912 Vol. 37.
- : Sur le stade flagellé dans l'évolution des Amibes limax. I. Stade flagellé chez *Amoeba puncta* DANGEARD. C. R. de la Soc. de Biol. Paris Tome 72.
- ARAGAO, H. DE BEAUREPAIRE: Sobre a *Amoeba diplomitotica* n. sp. Contribuição para o estudo da divisão nuclear nas amebas. Mem. do Inst. Osw. Cruz Manginhos Rio de Janeiro Vol. 1 p. 33.
- ARNDT, A.: Über generative Vorgänge bei *Amoeba chondrophora* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 34 p. 39.
- CALKINS, G. N.: Evidences of a sexual cycle in the life history of *Amoeba proteus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 5 p. 1.
- CHATTON, E.: Protozoaires parasites des branchies des labres: *Amoeba mucicola* etc. Arch. Zool. exp. et gener. Ser. 5 Vol. 5 No. 6 p. 239.
- : Essai sur la structure du noyau et la mitose chez les Amœbiens. Faits et théories. Ibid. Vol. 45 1910 p. 267.
- DOBELL, C. C.: Researches on the intestinal Protozoa of frogs and toads. Quart. Journ. of Micr. Sci. Vol 53 p. 202.

<sup>1)</sup> Übrigens erklärt ALEXEIEFF selbst zwei Jahre später in einer vorläufigen Mitteilung, daß diese Vacuole der Trypanosomen (le corpuscle préblépharoplastique) das „Chromidium“ der Trypanosomen sei.

- DOFLEIN, F.: Studien zur Naturgeschichte der Protozoen: V. Amöbenstudien. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. 1907 p. 249.
- : Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. 1911 Jena.
- ELMASSIAN, M.: Sur l'Amoeba blattae. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 p. 143.
- ERDMANN, RH.: Depression und fakulative Apogamie bei Amoeba diploidea. Festschr. z. 60. Geb. v. R. HERTWIG Bd. I p. 325.
- GLÄSER, H.: Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben; zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. Arch. f. Protistenk. Bd. 25 p. 27.
- : Kernteilung, Encystierung und Reifung von Amoeba mira n. sp. Ibid. Bd. 27 p. 172.
- HARTMANN, M.: Eine neue Dysenterieamöbe Entamoeba tetragena VIERECK syn. E. africana HARTMANN. Arch. f. Schiffs- und Tropenhygiene. Bd. 12 Beiheft 5.
- : Über eine neue Darmamöbe Entamoeba testudinis n. sp. Mem. do Inst. Osw. Cruz Vol. 2 p. 3.
- : Untersuchungen über parasitische Amöben: I. Entamoeba histolytica SCHAUD. Arch. f. Protistenk. Bd. 18 p. 207.
- HARTMANN u. CHAGAS, C.: Über die Kernteilung von Amoeba hyalina DANGEARD. Mem. Inst. Osw. Cruz Vol 2 p. 159.
- HARTMANN u. PROWAZEK, S. v.: Blepharoplast, Caryosom und Centrosom. Arch. f. Protistenk. Bd. 10 p. 306.
- JANICKI, C.: Über Kern und Kernteilung bei Entamoeba blattae BÜTSCHLI. Biol. Centralblatt Bd. 29.
- LISTON and MARTIN: Study of pathogenic Amoebae from Bombay. Quart. Jour. of Micr. Sci. Vol. 57.
- LOEWENTHAL, W.: Beiträge zur Kenntnis des Basidiobolus lacertae EIDAM. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 364.
- MACKINNON, D. L.: Observations on Amoeba from the intestine of the crane-fly etc. Arch. f. Prot. Bd. 32 p. 267.
- MERCIER, L.: Contribution a l'etude de l'Amibe de la blatte (Antamoeba blattae BÜTSCHLI). Arch. f. Protistenk. Bd. 20 p. 143.
- \*MÉTCAFF, M. M.: Studies upon Amoeba. Journ. of exp. Zool. Vol. 9. Referat in: Arch. f. Protistenk. Bd. 24.
- NÄGLER, K.: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 p. 1.
- : Studien über Protozoen aus einem Almtümpel. I. Amoeba hartmanni n. sp. Anhang zur Centriolfrage. Ibid. Bd. 22 p. 56.
- : Kern und Centriolteilung von Amöben. Ibid. Bd. 26 p. 435.
- : Fakultativ parasitische Micrococcen in Amöben. Ibid. Bd. 19 p. 246.
- POPOFF, M.: Über den Entwicklungszyclus von Amoeba minuta n. sp. Ibid. Bd. 22, p. 197.
- PROWAZEK, S. v.: Entamoeba buccalis. Arb. Kais. Ges. Amt Bd. 21, p. 42.
- SCHAUDINN, F.: Über Kernteilung mit nachfolgender Zellteilung von Amoeba crystalligera GRUBER. Sitz.-Ber. d. Akad. Wiss. Berlin 1894 p. 1029.
- : Über die Teilung von Amoeba binucleata. Sitz.-Ber. d. Ges. Nat. Fr. Berlin 1895 p. 30.
- SCHEPOTIEFF, A.: Amöbenstudien. Zool. Jahrb. Bd. 29.
- SCHUBOTZ, H.: Beiträge zur Kenntnis der Amoeba blattae (BÜTSCHLI) und Amoeba proteus (PALL.). Arch. f. Protistenk. Bd. 6 p. 1.

- SWELLENGREBEL, N. H.: Notiz über eine neue freilebende Amöbe, *Amoeba salteti* n. sp. Ibid. Bd. 19 p. 157.
- VAHLKAMPF, E.: Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von *Amoeba limax*, einschließlich der Züchtung auf künstlichem Nährboden. Ibid. Bd. 5 p. 167.
- WASIELEWSKI, Th. u. HIRSCHFELD, L.: Untersuchungen über Kulturamöben. Sitz-Ber. d. Akad. Wiss. Heidelberg 1910.
- WENYÓN, C. M.: Observations on the Protozoa in the Intestine of Mice. Arch. f. Protistenk. Suppl.-Bd. 1907 p. 169.
- WHERRY, WM. B.: Studies on the Biology of an Amoeba of the *Limax* group: *Vahlkampfia* sp. No. 1. Ibid. Bd. 31 p. 77.
- WHITMORE, E.: Studien über Kulturamöben aus Manila. Ibid. Bd. 23, p. 81.

## B. Flagellaten.

- ALEXEIEFF, A.: Le parasitisme des Euglémiens et la phylogénie des Sporozoaires sensu stricto. Arch. d. Zool. exp. et gen. Notes et revues. Ser. 5 Tome 10 1912 p. LXXII.
- : Homologie entre le Stigma des Euglémiens et le kinetonucleus des Flagellés binucleates. Ibid. p. LXVI.
- : Notes sur les Flagellés. Ibid. Tome 6 1911 p. 491.
- : A propos du corpuscle preblepharoplastique chez les Trypanosomes (Reponse a M. ROUDSKÝ). Arch. f. Protistenk. Bd. 30 p. 322.
- AWERINZEW, S.: Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten. Zool. Anz. Bd. 31.
- BEAUCHAMP, P. DE: *Astasia captiva* n. sp. Eugléniens parasite de *Catenula lemnae* ANT. DUG. — Arch. d. Zool. exp. et gen. Tom 6 1911.
- BĚLAŘ, K.: Bau und Vermehrung von *Prowazekia josephi* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 35 p. 103.
- BERLINER, E.: Flagellatenstudien. Ibid. Bd. 15 p. 297.
- BÜTSCHLI, O.: Mastigophora in BRONN'S Kl. u. Ordn.
- : Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30.
- CHAGAS, C.: Über eine neue Trypanosomiasis des Menschen. Studien über Morphologie und Entwicklungscyclus des *Schizotrypanum cruzi* n. gen., n. sp., Erreger einer neuen Krankheit des Menschen. Mem. do Inst. Osw. Cruz Rio de Janeiro-Manguinhos Vol. 1 p. 159.
- DANGAARD, P. A.: Recherches sur les Euglémiens. Le Botaniste 1901 p. 97.
- : Etudes sur le developpement et la structure des organismes inférieurs. Ibid. 11. Serie 1910.
- DOBELL, C. C.: The structure and life history of *Copromonas subtilis* n. g., n. sp., a contribution to our knowledge of the Flagellata. The Quart. Journ. of Micr. Sci. Vol. 52.
- FISCH, C.: Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42 p. 47.
- GRIESSMANN, K.: Über marine Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 32 p. 1.
- HAASE, G.: Studien über *Euglena sanguinea*. Ibid. Bd. 20 p. 47.
- HARTMANN, M. u. CHAGAS, C.: Flagellatenstudien. Mem. Inst. Osw. Cruz. Vol. 2 p. 64.
- HARTMANN, M. u. SCHÜSSLER, H.: Flagellata. in: Handwörterb. d. Naturwiss. 1913 Bd. 3.

- JOLLOS, V.: Multiple Teilung und Reduktion bei *Adelea ovata* (A. SCHNEIDER). Arch. f. Protistenk. Bd 15 p. 249.
- : Bau und Vermehrung von *Trypanoplasma helicis*. Ibid. Bd. 21 p. 103.
- : Studien über parasitische Flagellaten. I. *Monocercomonas cetoniae* n. sp. Ibid. Bd. 23.
- KEUTEN, J.: Die Kernteilung von *Euglena viridis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 60 p. 215.
- KEYSSELITZ, G.: Über *Trypanophis grobbeni* (*Trypanosoma grobbeni* POCHÉ). Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 367.
- : Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanoplasma borreli* LAV. et MESN. Ibid. Bd. 7 p. 1.
- : Studien über Protozoen. Ibid. Bd. 11 p. 381.
- : Die Entwicklungsgeschichte von *Myxobolus pfeifferi*. I. u. II. Ibid. p. 252 u. 276.
- KHAWKINE, W.: Recherches biologiques sur l'*Astasia ocellata* et l'*Euglena viridis*. Annales sci. nat. ser. 6 Tome 19, ser. 7 Tome 1.
- KLEBS, G.: Flagellatenstudien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55 p. 265.
- LEMMERMANN, E.: Protomastiginae, Panstomatinae, Distamatinae. In: PASCHER'S Süßwasserflora Deutschlands Heft 1 1914.
- : Eugleninae. Ibid. Heft 2 1913.
- MOROFF, TH.: Beiträge zur Kenntnis einiger Flagellaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 126.
- NÄGLER, K.: Caryosom und Centriol beim Teilungsvorgang von *Chilodon uncinatus*. Ibid. Bd. 24 p. 142.
- PARISI, B.: Su alcuni flagellati endoparassiti. Ibid. Bd. 19 p. 232.
- PROWAZEK, S. v.: Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 21 p. 1.
- : Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2 p. 195.
- : Die Kernteilung des Entosiphon. Ibid. p. 325.
- : Studien zur Biologie der Protozoen. VI. Ibid. Bd. 31 p. 47.
- ROSENBUSCH, F.: Trypanosomenstudien. Ibid. Bd. 15 p. 263.
- SENN, G.: Oxyrrhis, Nephroselmis und einige Euflagellaten, nebst Bemerkungen über deren System. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 97 p. 605.
- STEIN, F.: Der Organismus der Infusionstiere. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geißelinfusorien.
- STEUER, A.: Über eine Euglenoide (*Eutreptia*) aus dem Canale Grande von Triest. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 p. 126.
- STOKES, A.: A preliminary contribution towards a history of the Freshwater-Infusoria of the United States. Journ. of the Trenton Nat. Hist. Soc. 1888 Vol. 1.
- WAGER, H.: On the eyespot and flagellum in *Euglena viridis*. Journ. of Linnaean Soc. Zool. Vol. 27.
- WASIELEWSKI u. KÜHN, A.: Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb. f. Anat. u. Ontog. Bd. 38 p. 253.

## Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind mit REICHERT's Apochromat-Ölimmersion 1,35 n. Ap. und REICHERT's Comp. Oc. 18 mit dem ABBE'schen Zeichenapparat nach Eisenhämatoxylinpräparaten entworfen. Wo kein besonderer Vermerk dabei steht, beträgt die Vergrößerung 3800 linear.

## Tafel 2.

*Amoeba diplogena.*

- Fig. 1. Vegetatives Stadium, kriechend, Centriol.  
 Fig. 2. Teilungstypus I. Metaphase. Chromosomen im Caryosom, Äquatorialplatte, Centriolen, Centrodesmose.  
 Fig. 3. Vollendete Kernteilung des ersten Typus. Im Entoplasma zwei gefressene Bakterien.  
 Fig. 4. Anaphase der Teilung II. Pseudopodien wohl ausgebildet. Streifung der Äquatorialplatte zu sehen.  
 Fig. 5. Telophase von Teilung II. Unterer Kern etwas weiter vorgeschritten. Oben Polkappe abgeplattet, unten Beginn der Vereinigung mit dem Kern.  
 Fig. 6. Desgl. Vorgeschrittenes Stadium.  
 Fig. 7. Zellteilung.  
 Fig. 8. Kern mit umgebender Plasmapartie. Stark entfärbt.  
 Fig. 9. Kern in cyclischer Veränderung (?).  
 Fig. 10. Kern.  
 Fig. 11. Kern mit Balkenstruktur.  
 Fig. 12—15. Gemeinschaftliche Prophase.  
 Fig. 16—22. Teilungstypus I (als Endstadium ist Fig. 3 anzusehen).  
 Fig. 23—27. Teilungstypus II (Fortsetzung in Fig. 4—6).  
 Fig. 12. Centriolteilung.  
 Fig. 13. Desgl.; Längsstreckung des Caryosoms.  
 Fig. 14 u. 15. Balkenbildung des Chromatins. Centrodesmose.  
 Fig. 16. Heteropolie der Promitose.  
 Fig. 17 u. 18. Metaphase; Äquatorialplatte gestrichelt; in 17. Centriolen.  
 Fig. 19. Stärkere Einschnürung des Caryosoms. Heteropolie.  
 Fig. 20. Längsstreckung des Caryosoms, Centriole sichtbar, Teilung der Äquatorialplatte.  
 Fig. 21. Weiter vorgeschrittenes Stadium. Centriolen, Centrodesmose.  
 Fig. 22. Einschnürung des Kernes.  
 Fig. 23. Auftreten der Äquatorialplatte im Caryosom.  
 Fig. 24. Polkappen ausgebildet.  
 Fig. 25. Desgl. Centriol unten sichtbar.  
 Fig. 26. Abrundung der Polkappen. Centrodesmose.  
 Fig. 27. Teilung der Äquatorialplatte. Centriolen, Centrodesmose.

## Tafel 3.

Fig. 28—60. *Astasia levis*. Fig. 61—95. *Rhynchomonas nasuta*.

Fig. 28. *Astasia levis*. Vegetatives Stadium. 1500fach.

Fig. 29—31. Kernteilung in 29. Verdoppelung der Geißeln. 1500fach.

- Fig. 32. Beginn der Zellteilung. 1500 fach.  
 Fig. 33—35. Zellteilung. 1500 fach.  
 Fig. 36. Vorderende bei starker Vergrößerung. Cystostom, Cytopharynx, Reservoir, Geißelwurzel, Basalkörner, Plasmastruktur; Lininnetz im Kern.  
 Fig. 37 u. 38. Kerne mit Centriol im Caryosom.  
 Fig. 39. Centriol elektiv gefärbt; Lininnetz von der Kernmembran abgehoben.  
 Fig. 40. Vorzeitige Ausbildung von Chromospiren?  
 Fig. 41. Teilung des Centriols. Centriol elektiv gefärbt.  
 Fig. 42 u. 43. Desgl., Bildung der Chromospiren.  
 Fig. 44 u. 45. Streckung des Caryosoms. Centrodosome.  
 Fig. 46—49. Metaphase.  
 Fig. 50. Anaphase. Teilung der Chromospiren.  
 Fig. 51 u. 52. Wabenstruktur des Caryosoms.  
 Fig. 53 u. 54. Vorgeschrittene Anaphase.  
 Fig. 55. Einschnürung des Kerns. Abplattung der Caryosomenden und des Kernes.  
 Fig. 56 u. 57. Spätere Stadien.  
 Fig. 58. Kernzertrennung.  
 Fig. 59. Telophase vom Pol gesehen. Abplattung!  
 Fig. 60. Rekonstruierter Kern.  
 Fig. 61—95 sind 5000fach vergrößert.  
 Fig. 61. *Rhycomonas nasuta*, lebend. Kern, Vacuole und Blepharoplasten sichtbar.  
 Fig. 62—72. 3kernige Form.  
 Fig. 73—76. 2kernige Form.  
 Fig. 77 u. 78. Cyclische Veränderung.  
 Fig. 79—89. Kern- und Zellteilung.  
 Fig. 90—94. Blepharoplastteilung.  
 Fig. 62 u. 63. Verschiedene Typen.  
 Fig. 64. Kleine Form.  
 Fig. 65. Form mit doppelter Centrodosome; Achenfaden des Schwimmgangs sichtbar.  
 Fig. 66. Defäkation?  
 Fig. 67. Korn zwischen den 2 Blepharoplasten.  
 Fig. 68. Abnorme Lage der Blepharoplasten.  
 Fig. 69. Desgl.  
 Fig. 70 u. 71. Ungleichheit der Blepharoplasten.  
 Fig. 72. Desgl.  
 Fig. 73—75. Typen der 2kernigen Form.  
 Fig. 75. Defäkation.  
 Fig. 76. Zwergform.  
 Fig. 77 u. 78. Cyclische Veränderung. Caryosom fast ganz abgebaut, Außenchromantine vermehrt.  
 Fig. 79. Amitose des Kernes? Verlagerung des 2. Blepharoplasten.  
 Fig. 80. Austritt des Centriols.  
 Fig. 81. Teilung desselben.  
 Fig. 82. Metaphase.  
 Fig. 83. Teilung der Äquatorialplatte.  
 Fig. 84. Desgl.; Schwund des Rüssels.

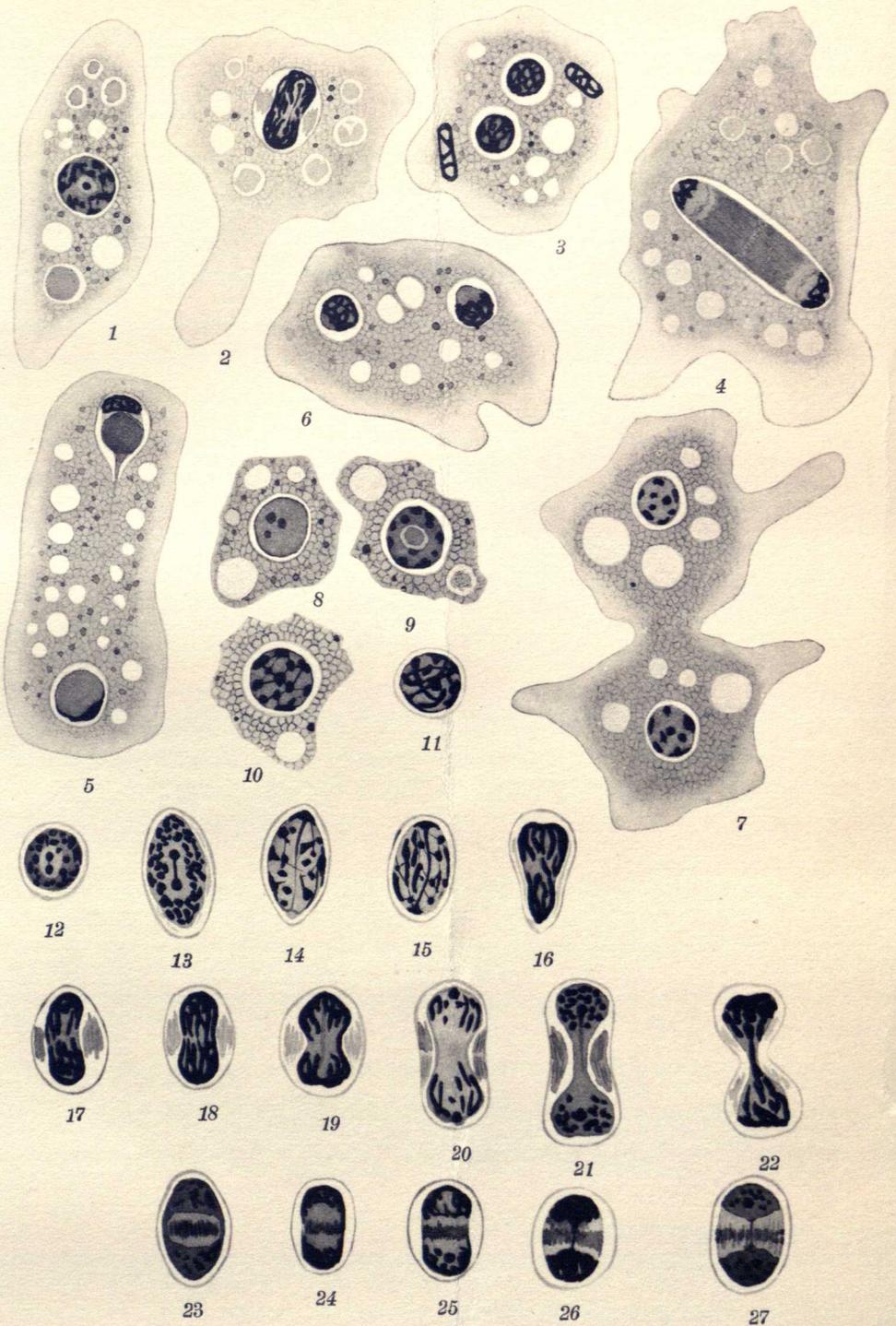
- Fig. 85. Anaphose.  
 Fig. 86. Desgl.  
 Fig. 87. Telophase mit Spindelfaserung.  
 Fig. 88. Atypische Kernteilung.  
 Fig. 89. Zellteilung.  
 Fig. 90. Hantelförmige Teilung des Blepharoplasten. Centriol im Kern sichtbar.  
 Fig. 91. Blepharoplastenteilung.  
 Fig. 92. Desgl.  
 Fig. 93. Endstadium; gemeinsamer Kernsaftaum der Tochterblepharoplasten  
 Fig. 94. „Äquatorialplatte“ des Blepharoplasten.  
 Fig. 95. Cyste.

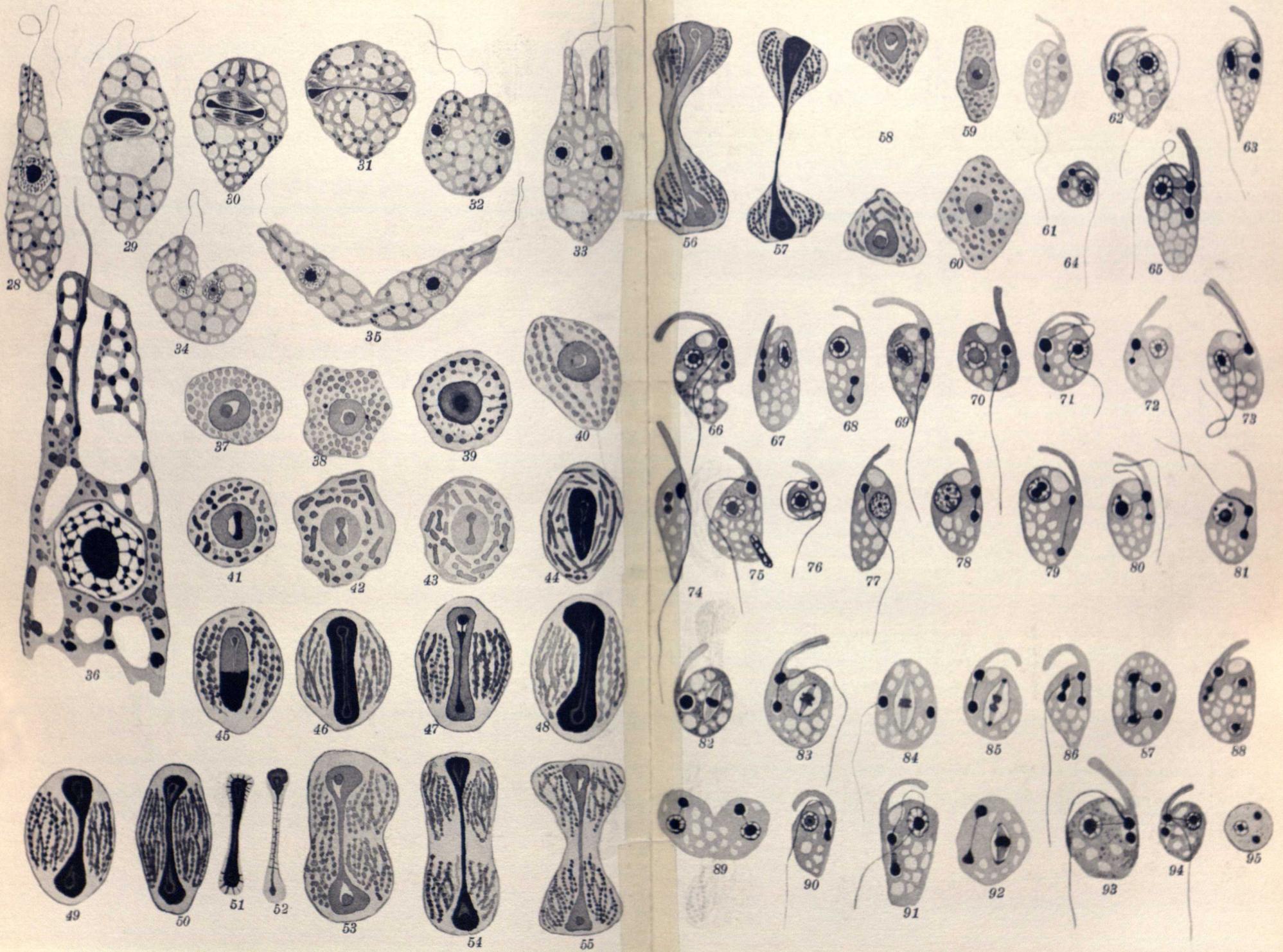
## Tafel 4.

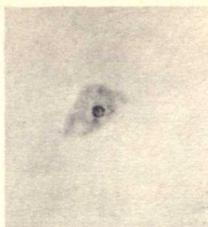
Mikrophotogramme nach Eisenhämatoxylinpräparaten, mit der oben angeführten Optik aufgenommen; nicht retouchiert.<sup>1)</sup>

- Fig. 96—102. *Amoeba diplogena*. 1100 fach.  
 Fig. 96 Ruhende Form mit Centriolteilung.  
 Fig. 97. Centriolteilung. Dasselbe Tier wie auf Fig. 13.  
 Fig. 98. Heteropole Caryosomteilung vom ersten Typus.  
 Fig. 99. Auftreten der Äquatorialplatte beim 2. Teilungstypus. Dasselbe Exemplar wie in Fig. 33.  
 Fig. 100. Metaphase von Teilungstypus 2, entsprechend der Fig. 25.  
 Fig. 101. Anaphase von Teilung 2. Dasselbe Tier wie in Fig. 4.  
 Fig. 102. Dasselbe Exemplar wie in Fig. 5.  
 Fig. 103—111. *Astasia levis*. 1100—1200 fach, mit Ausnahme von Fig. 111.  
 Fig. 103. Habitusbild.  
 Fig. 104. Centriol im Caryosom sichtbar.  
 Fig. 105. Teilung des Centriols; dasselbe Exemplar wie in Fig. 41.  
 Fig. 106. Streckung des Caryosoms. Centriolteilung.  
 Fig. 107. Bildung der Äquatorialplatte.  
 Fig. 108. Metaphase; Exemplar von Fig. 48.  
 Fig. 109. Desgl., „ „ „ 47.  
 Fig. 110. Anaphase; „ „ „ 50.  
 Fig. 111. Telophase; „ „ „ 57. 1400 fach.  
 Fig. 112. *Rhynchomonas nasuta*. 6 Exemplare aus der Kultur mit Amöbe, Euglena und Bakterien zusammen. 1700 fach.  
 Fig. 113. *Rhynchomonas nasuta*. 1300 fach.

<sup>1)</sup> Bei der Reproduktion wurde die Vergrößerung um einen kleinen Betrag herabgesetzt.







96



97



98



99



100



101



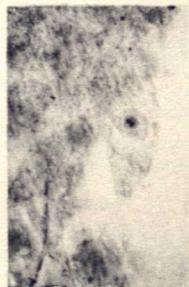
102



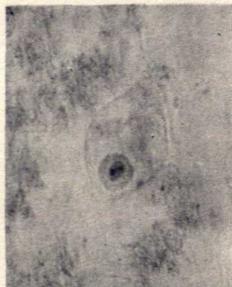
103



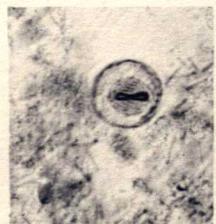
104



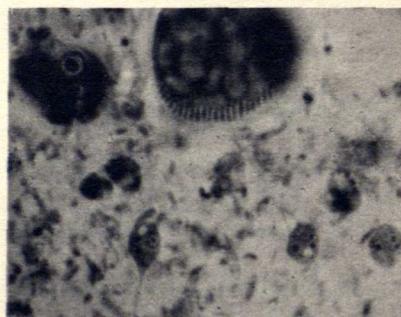
105



106



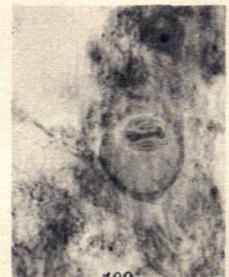
107



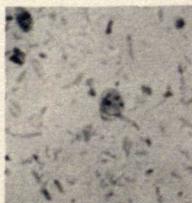
112



108



109



113



110



111