

(Zentralinstitut für Hygiene. Direktor: Dr. STEVAN IVANIĆ.)

# Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte bei *Mastigina hylae* FRENZEL.

Von

**Momčilo Ivanić** (Belgrad).

Mit 1 Abbildung im Text und Tafel 7.

---

## 1. Einleitung, Material und Methode.

Von FRENZEL (1892) zuerst beschrieben, ist *Mastigina hylae* mehrmals untersucht worden (COLLIN, 1913; BECKER, 1925; SASSUCHIN, 1928). Am eingehendsten ist diese Mastigine von SASSUCHIN untersucht worden. Insbesondere hat dieser Forscher die Kernteilung dieser Mastigine eingehend verfolgen können. Die Vermehrung und die Ruhestadienbildung sind auch nach SASSUCHINS Untersuchungen sehr lückenhaft bekannt geblieben. Die gewöhnliche Zweiteilung hat SASSUCHIN überhaupt nicht beobachten können. Anstatt dessen beschreibt er einen Vermehrungsmodus, welcher in der Abschnürung einkerniger Amöbenformen vom mehrkernigen Muttertier besteht. In Hinsicht auf die Ruhestadienbildung sagt SASSUCHIN nur das Folgende: „COLLIN (1913) beschreibt vierkernige Cysten, aber in meinem Material traf ich solche nicht. Es ist mir auch nicht gelungen, in den Cysten Mitosen zu beobachten.“

Im Sommer des Jahres 1935 erhielt ich eine Anzahl von Kaulquappen von *Rana esculenta*, bei welchen das erste Paar der Extremitäten schon gebildet war. Bei Durchsicht des Darminhalts stellte es sich heraus, daß *Mastigina hylae* zwar nicht in einer sehr großen, aber doch in einer genügenden Zahl zu treffen war. Dabei habe ich auch feststellen können, daß die Mastiginen nicht nur in den hinteren Teilen, sondern fast überall im Kaulquappendarme mehr

oder minder verbreitet waren. Die Kaulquappen besaßen noch immer den larvalen, sehr langen und sehr stark gewundenen Darm, in welchem die typische Kaulquappendarmflora und -fauna noch immer vertreten war. Noch ist in bezug auf die Verbreitung der *Mastigina hylae* im Kaulquappendarme zu bemerken, daß manche Partien aus unbekanntem Gründen sich als stärker infiziert erwiesen als die daneben liegenden. Ich möchte den Ernährungsverhältnissen, welche in dem sehr langen Kaulquappendarme wohl nicht überall gleich waren, diese merkwürdige Erscheinung zuschreiben.

Die Präparation eines so langen Darmes, wie es der Kaulquappendarm ist, war ziemlich zeitraubend, doch machte sie keine größeren Schwierigkeiten. Die aus dem Darminhalte möglichst dünn hergestellten Ausstriche wurden in üblicher Weise mit SCHAUDINNSCHEM Sublimatalkohol fixiert und mit HEIDENHAINSCHEM Eisenhämatoxylin gefärbt. Sämtliche Abbildungen sind mit Hilfe des LEITZSCHEN Zeichenapparates in der Höhe des Arbeitstisches bei Vergrößerung ZEISS Oc. 4. Obj. Apochr. Imm. 2 mm entworfen.

## 2. Die gewöhnliche Zweiteilung bei *Mastigina hylae* FRENZEL.

Wie gesagt, hat der letzte Forscher der *Mastigina hylae*, SASSUCHIN, die gewöhnliche Zweiteilung bei dieser Rhizomastigine überhaupt nicht beobachten können. Diese in den Beobachtungen SASSUCHINS vorkommende Lücke kann ich durch direkte Beobachtungen nun ausfüllen. Ebenso glaube ich mit genügender Sicherheit angeben zu können, warum dieser Vermehrungsmodus bisher der Beobachtung entgangen ist.

In Taf. 7 Fig. 1 und 2 gebe ich zwei ursprünglich einkernige Tiere wieder, bei welchen der einzige Kern in Teilung begriffen ist. Bei dem in Taf. 7 Fig. 1 wiedergegebenen Tiere haben wir den Beginn der Telophase vor uns, bei dem in Taf. 7 Fig. 2 wiedergegebenen Tiere ist dagegen die Telophase fast beendet, weil die Durchschnürung des Mutterkernes in Tochterkerne gerade bevorsteht. Das in Taf. 7 Fig. 2 wiedergegebene Stadium ist noch deshalb von Interesse, weil aus ihm deutlich hervorgeht, daß wir es hier mit einem in Störung begriffenen Zweiteilungsstadium zu tun haben. Wenn wir es hier mit einem völlig normalen Zweiteilungsstadium zu tun hätten, hätte sich der Protoplasmakörper in dem Augenblick auch durchschnüren müssen. Die Protoplasmakörperzweiteilung bleibt aber, wie ersichtlich, völlig aus. Deshalb sind wir berechtigt anzunehmen, daß die Teilungsfähigkeit des Protoplasmakörpers bei den Stadien aus unbekanntem Ursachen gestört und sistiert ist.

Daß diese Annahme über eine gestörte Zweiteilung bei *Mastigina hylae* das Richtige trifft, geht aus den in Taf. 7 Fig. 3 und 4 wiedergegebenen Stadien ohne weiteres hervor. Bei dem in Taf. 7 Fig. 3 wiedergegebenen Stadium haben sich die Tochterkerne rekonstruiert, bevor die Protoplasmakörperteilung nachträglich eingetreten ist. Beim Stadium in Taf. 7 Fig. 3 ist die nachträgliche Protoplasmakörperteilung weit genug fortgeschritten, beim Stadium in Taf. 7 Fig. 4 ist sie eben erfolgt. Das rechte Tochttertier des Stadiums in Taf. 7 Fig. 4 ist noch deshalb von Interesse, weil dessen Kern in Vorbereitung zur neuen Teilung begriffen ist. Das so frühzeitige Vorkommen der Vorbereitung zur neuen Kernteilung fällt um so mehr auf, weil die Protoplasmateilungsfähigkeit derselben Zelle gestört und in gewissem Grade wohl geschädigt ist.

Das Vorhandensein einer wenn auch gestörten und geschädigten Zweiteilung spricht wohl dafür, daß auch eine normale, regelmäßig vorkommende, sog. gewöhnliche Zweiteilung bei *Mastigina hylae* stattfinden könnte, wenn man nur über ein ganz frisches Untersuchungsmaterial verfügte. SASSUCHIN verfügte über ein noch mehr geschädigtes, pathologisch verändertes Untersuchungsmaterial als ich. Deshalb konnte er auch die von mir beschriebenen, gestörten Zweiteilungen in seinem Material nicht auffinden. Wenngleich SASSUCHIN über ein offenbar in bezug auf die Teilungsfähigkeit des Protoplasmas geschädigtes Untersuchungsmaterial verfügte, fällt bei einem solchen Material die merkwürdige Tatsache auf, daß bei ihm zahlreiche, völlig normale Kernteilungsstadien vorhanden waren. Vor Jahren hat R. HERTWIG (1898) mit Nachdruck hervorgehoben, daß die Protozoenkerne sich dem Protoplasmakörper gegenüber als autonome Systeme benehmen. Die von SASSUCHIN beobachteten, zahlreichen und ganz normalen Kernteilungen in den mit Rücksicht auf die Teilungsfähigkeit offenbar geschädigten Protoplasmakörpern liefern für diese Annahme HERTWIGS einen glänzenden Beweis.

### 3. Über die mit Encystierung verbundene multiple Teilung bei *Mastigina hylae* FRENZEL.

Der Encystierungsvorgang verläuft bei *Mastigina hylae* in völlig übereinstimmender Weise mit dem bei Amöben vorkommenden Encystierungsvorgange. Nach erfolgter Abkuglung des Protoplasmakörpers des zur Ruhe schreitenden Tieres scheidet sich um den abgekugelten Protoplasmakörper eine mehr oder minder breite, strukturlos erscheinende Außenzone, die äußere Ectocyste, ab. Dazu

kommt nun die Bildung einer nicht sehr dicken, aber doch deutlich doppelt konturierten, inneren Schutzmembran, der sog. Entocyste. In Taf. 7 Fig. 10, 12—16, 18, 20 und 24 sind solche Cysten zu sehen, bei welchen die beiden Schutzmembranen, die äußere Ectocyste und die innere Entocyste, deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Die Entocyste ist besonders in den Fällen zu erkennen, in welchen die Entocyste sich vom Protoplasmakörper infolge der Präparation mehr oder minder abgehoben hat (Taf. 7 Fig. 7, 8, 17, 22, 25 und 26). Die äußere Ectocyste scheint nicht selten zu fehlen (Taf. 7 Fig. 5—9, 11, 17, 19, 21—23, 25 und 26). Das Fehlen der äußeren Ectocyste ist auf zwei Ursachen zurückzuführen: entweder wird sie nach Erstarren sehr brüchig und geht infolgedessen leicht verloren, oder sie ist infolge der allzu starken Lichtbrechung in Kanadabalsampräparaten nicht mehr zu sehen. Wiederholt habe ich mich davon überzeugen können, daß bei günstiger Beleuchtung doch die Ectocyste zu entdecken ist.

Der Form nach ist die überwiegende Mehrzahl der Cysten kugelförmig (Taf. 7 Fig. 6—26). Doch waren auch ovale Cysten manchmal zu treffen (Taf. 7 Fig. 5). Dies ist auch bei freilebenden Süßwasseramöben häufig der Fall. Bei *Vahlkampfia* (*Amoeba*) *verrucosa* habe ich die kugelförmigen und ovalen Ruhestadien in demselben Präparate wiederholt nebeneinander finden können.

Ein viel erheblicherer und wichtigerer Unterschied ist aber mit Rücksicht auf die Körpergröße bei Ruhestadien von *Mastigina hylae* gegeben. In Taf. 7 Fig. 5—7 sind drei einkernige Cysten wiedergegeben, bei welchen die Größenunterschiede zwischen den in Taf. 7 Fig. 5 und 6 wiedergegebenen Ruhestadien einerseits und dem in Taf. 7 Fig. 7 wiedergegebenen Ruhestadium andererseits geradezu ins Auge springen. Wie aber noch erheblichere Größenunterschiede bei den Ruhestadien von *Mastigina hylae* bestehen können, geht noch deutlicher aus dem Vergleiche des Ruhestadiums in Taf. 7 Fig. 5 mit dem in Taf. 7 Fig. 20 wiedergegebenen vierkernigen, geradezu winzigen Ruhestadium hervor.

Für die Ruhestadien von *Mastigina hylae* im allgemeinen ist zu bemerken, daß sie nicht selten mit Nahrungskörpern so beladen waren, daß die Kernverhältnisse entweder nur mit Mühe oder überhaupt nicht zu erkennen waren. Der Übersichtlichkeit wegen habe ich nur die spärliche Nahrungsreserven enthaltenden Ruhestadien hier zeichnerisch zur Darstellung gebracht. Die in Taf. 7 Fig. 6 und 16 dargestellten Ruhestadien können uns gewisse Auskunft darüber geben. Das Nebeneinandervorkommen der mit Nahrungskörpern be-

ladenen Ruhestadien und der spärliche oder gar keine Nahrungsreserve enthaltenden Stadien scheint mir auf den verschiedenen physiologischen Zustand verschiedener Ruhestadien in bezug auf die Ernährung hinzuweisen.

Da ich die einkernigen Ruhestadien von *Mastigina hylae* ziemlich häufig in meinen Präparaten getroffen habe, glaube ich annehmen zu dürfen, daß die einkernigen Mastiginen in die Ruheperiode eintreten (Taf. 7 Fig. 5—7). Dafür scheinen auch die zahlreichen Kernteilungen bei den Ruhestadien zu sprechen. Doch liegen auch dagegen sprechende Gründe vor. In einem weiteren Abschnitte dieser Arbeit werden wir diese zweite Möglichkeit näher auseinandersetzen und besprechen. An dieser Stelle sei nur gesagt, daß gegen die Annahme, daß die einkernigen Tiere in die Ruheperiode eintreten, besonders die merkwürdige Tatsache spielt, daß einkernige freilebende Tiere kaum anzutreffen waren. Für die einkernigen sowie auch für die mehrkernigen Ruhestadien sei noch ausdrücklich betont, daß deren Kerne immer typischen Bläschenbau aufweisen. Dadurch sind die Ruhestadien von *Mastigina hylae* von den Ruhestadien zahlreicher freilebender Süßwasseramöben ohne weiteres zu unterscheiden, weil die Kerne der Ruhestadien von freilebenden Amöben an Stelle der Bläschenkerne die sog. Caryosomkerne aufweisen. Wie der Bläschenkernbau bei den Ruhestadien von *Mastigina hylae* hartnäckig erhalten bleibt, ist aus dem in Taf. 7 Fig. 20 wiedergegebenen, winzigen Ruhestadium ohne weiteres zu ersehen.

Die bei den einkernigen Ruhestadien vorkommende Kernteilung habe ich häufig in meinem Material beobachten können. Deshalb ist es mir möglich gewesen, manche interessante Einzelheiten in Hinsicht auf die Kernteilung bei *Mastigina hylae* festzustellen.

Vor allem ist in bezug auf die Kernteilung bei *Mastigina hylae* zu bemerken, daß sie ursprünglich eine Promitose ist (Taf. 7 Fig. 8). Die promitotische Kernteilung ist bei den Ruhestadien von *Mastigina hylae* von COLLIN (1913) zuerst beobachtet und abgebildet worden. SASSUCHIN hat diese Stadien nicht finden können, deshalb scheint es ihm berechtigt zu sein, diese Angabe in Frage stellen zu dürfen. Wie aber aus dem in Taf. 7 Fig. 8 wiedergegebenen Ruhestadium deutlich hervorgeht, ist schon die Kernteilungsfigur bei dem Ruhestadium ausgebildet worden und diese zeigt ganz deutlich alle drei wesentlichen morphologischen Bestandteile jeder typischen Promitose: 1. die eine Lininteilungsspindel bildende achromatische Kernsubstanz; 2. das stark färbbare, den beiden Polen der Lininteilungsspindel in Form von sog. Polkörpern aufsitzende Plastin; und 3. das feinkörnige,

ebenso sich stark färbende, im Äquator der Lininteilungsspindel sich anordnende und die Äquatorialmutterplatte bildende Kernchromatin.

Die ursprüngliche Promitose wandelt sich nun in eine typische Mitose um, indem das die Polkörper der promitotischen Kernteilung bildende Kernplastin im weiteren Verlaufe des Kernteilungsprozesses der Auflösung und der Resorption unterliegt, so daß nur noch die zweite stark färbbare Kernsubstanz, das die Äquatorialmutterplatte bildende Chromatin, überbleibt (Taf. 7 Fig. 9—12). Wie ersichtlich, handelt es sich bei all den Kernteilungen um typische Metaphasenstadien. Ich habe mehrere solcher Stadien wiedergegeben, um möglichst deutlich die Chromosomenverhältnisse bei den Stadien hervortreten zu lassen. Wie mit genügender Deutlichkeit aus den Metaphasenstadien hervortritt, scheint das Ruhestadium in Taf. 7 Fig. 9 vier, die Ruhestadien in Taf. 7 Fig. 10—12 je fünf Chromosomen in der Äquatorialmutterplatte zu enthalten. Wenn wir annehmen, daß noch fünf Chromosomen auf der unteren Seite der Lininteilungsspindel angeordnet sind, dann wäre die Zahl 10 die Chromosomenzahl für *Mastigina hylae*. SASSUCHIN sagt in bezug auf die Chromosomenverhältnisse bei dieser Mastigine das Folgende: „Die Zahl der entstehenden Chromosomen kann verschieden sein und beträgt entweder 10 oder 12. . . . Von Interesse ist es, daß bei ein und demselben Exemplar die Mitose des einen Kernes 10 Chromosomen und die Mitose des anderen Kernes 12 Chromosomen aufweisen kann.“ Dieser Ansicht SASSUCHINS möchte ich vor allem deshalb nicht beipflichten, weil sie in argem Widerspruch mit dem Gesetze über die konstante und charakteristische Zahl der Chromosomen für jede pflanzliche und tierische Art steht. Weiter ist zu bemerken, daß die Verschmelzungen so winziger Gebilde, sowie deren Zerfall in Körner niemals ausgeschlossen sind, so daß entweder die Verkleinerung oder die Vergrößerung der Chromosomenzahl zustande kommen kann. Deshalb möchte ich, nach meinen Befunden zu urteilen, annehmen, daß die Zahl 10 die Chromosomenzahl bei *Mastigina hylae* darstellt. Ob diese Chromosomenzahl eine diploide oder eine haploide Zahl ist, werden wir versuchen, in einem weiteren Abschnitte dieser Arbeit zu entscheiden.

Wenn die chromatische Äquatorialmutterplatte sich in zwei Tochterplatten teilt, kommen die Anaphasestadien zustande (Taf. 7 Fig. 13). Bei dem in Fig. 13 wiedergegebenen Stadium weist jede Tochterplatte je sechs deutliche chromatische Körner auf, welche die Chromosomen darzustellen scheinen. Demnach sollte die Mastigine zwölf Chromosomen besitzen, wenn wir annehmen, daß noch so viele

Chromosomen an der unteren Seite der Lininteilungsspindel angeordnet sind. Es ist aber auch mit demselben Recht anzunehmen, daß nur vier Chromosomen unten gelegen sind und die Zehnzahl der Chromosomen würde demnach aufrecht erhalten. Für diese Annahme spricht das in Taf. 7 Fig. 9 wiedergegebene Metaphasestadium, welches im Äquator seiner Lininteilungsspindel nur vier Chromosomen zu enthalten scheint und darauf hinweist, daß an der unteren Seite der Lininteilungsspindel sechs Chromosomen bei dem Stadium angeordnet worden sind. Die Wanderung der chromatischen Tochterplatten zu den entsprechenden Spindelpolen ist beim Stadium in Taf. 7 Fig. 13 schon ziemlich fortgeschritten. Die Wanderung ist auf die starke Ausdehnung und Verlängerung des zwischen den Tochterplatten liegenden Teiles der Lininteilungsspindel zurückzuführen. Demnach wandern die Tochterchromosomen nicht aktiv zu den entsprechenden Spindelpolen, sondern werden passiv zu ihnen durch Ausdehnung und Verlängerung der Mittelspindel transportiert.

Ein spätes Anaphasestadium ist in Taf. 7 Fig. 14 zu sehen. Die chromatischen Tochterplatten haben schon, wie ersichtlich, die entsprechenden Spindelpole erreicht. Dies ist dadurch ermöglicht worden, daß die Mittellininteilungsspindel sich sehr stark in die Länge ausgezogen und die Tochterplatten zu den entsprechenden Spindelpolen transportiert hat.

Darauf folgt die Telophase, wobei die Lininteilungsspindel in der Mitte durchgeschnürt wird (Taf. 7 Fig. 15). Die chromatischen Tochterplatten stellen sich in der Tat wie echte Platten dar, weil die chromatischen Körnchen eine wahre Platte an jedem Spindelpole bilden, während sie beim vorhergehenden Stadium (Taf. 7 Fig. 14) ringförmig angeordnet waren.

Nach erfolgter erster Kernteilung werden die beiden Tochterkerne zu typischen Bläschenkernen rekonstruiert (Taf. 7 Fig. 16). Bei dem in Taf. 7 Fig. 16 wiedergegebenen Ruhestadium liegen die Tochterkerne dicht nebeneinander im Protoplasmakörper. Dies ist bei den zweikernigen Ruhestadien gewöhnlich der Fall.

Nun setzt sich die Kernteilung bei den zweikernigen Ruhestadien fort. Zwei Möglichkeiten sind dabei gegeben. Entweder teilen sich die beiden Tochterkerne gleichzeitig (Taf. 7 Fig. 17) oder einer der Tochterkerne eilt seinem Schwesterkern im Teilungsprozesse voraus. Die beiden im Teilungsprozesse begriffenen Tochterkerne des Ruhestadiums in Taf. 7 Fig. 17 stellen sich als echte Promitosen dar. Die beiden promitotischen Kernteilungsfiguren lassen mit voller

Deutlichkeit alle drei wesentliche morphologische Bestandteile der typischen Promitose unterscheiden: 1. die achromatische Lininteilungsspindel; 2. die den beiden Polen der Lininteilungsspindel aufsitzenden, homogen tiefschwarz gefärbten Plastinpolkörper; und 3. das feinkörnige, ebenso tiefschwarz gefärbte Chromatin, das im Äquator der Lininteilungsspindel sich versammelt hat und die chromatische Äquatorialmutterplatte bilden wird. Die ursprüngliche Promitose wird sich in eine Mitose verwandeln, wenn im weiteren Verlaufe des Teilungsprozesses das die Polkörper bildende Plastin der Auflösung und Resorption unterliegt. Bei dem in Taf. 7 Fig. 18 wiedergegebenen Ruhestadium ist nur einer der Tochterkerne in die zweite Teilung eingetreten. Es handelt sich hier um eine mitotische Kernteilung. Wir haben es hier mit einem allerletzten Telophasestadium zu tun, weil die Durchschnürung des Mutterkernes in Tochterkerne gerade bevorsteht.

Wenn nur einer der Tochterkerne den zweiten Teilungsschritt durchmacht, kommen die dreikernigen Ruhestadien zustande (Taf. 7 Fig. 19). Bei dem Ruhestadium in Taf. 7 Fig. 19 ist der links liegende Kern erheblich größer als die zwei weiteren, rechts von ihm liegenden Kerne. Die geringere Größe dieser Kerne weist darauf hin, daß sie aus dem zweiten Teilungsschritte hervorgegangen sind, also die Enkelkerne darstellen.

Das in Taf. 7 Fig. 20 wiedergegebene Ruhestadium besitzt vier typische Bläschenkerne, welche aus dem zweiten Teilungsschritte, aus der Teilung der beiden Tochterkerne, hervorgegangen sind. Bei aller winzigen Größe dieser Kerne ist deren Bläschenbau ohne weiteres zu erkennen. Ich habe auch viel größere, vierkernige Ruhestadien in meinem Material wiederholt beobachten können. Aus Raumrücksicht habe ich kein solches Stadium wiedergeben können.

Aus demselben Grunde habe ich auch davon Abstand nehmen müssen, ein fünfkerniges Ruhestadium wiederzugeben. Anstatt dessen sei auf das in Taf. 7 Fig. 21 wiedergegebene Ruhestadium verwiesen. Das Ruhestadium enthält sechs typische Bläschenkerne. Daneben ist noch ein homogen tiefschwarz gefärbter, riesengroßer Nahrungskörper zu sehen.

Das in Taf. 7 Fig. 22 wiedergegebene Ruhestadium enthält sieben Kerne. Das heißt, daß alle Kerne, mit Ausnahme eines einzigen beim dritten Teilungsschritte, drei hintereinander folgende Teilungsschritte durchgemacht haben. Diesmal ist der Kernteilungsvorgang fast in völliger Regelmäßigkeit vor sich gegangen.



Die größte Kernzahl, die ich bei den Ruhestadien von *Mastigina hylae* gefunden habe, ist 25 (Taf. 7 Fig. 23). Um diese Kernzahl erreichen zu können, haben der ursprüngliche Mutterkern und seine Deszendenten vier hintereinander gleichzeitig erfolgende Teilungsschritte durchmachen müssen, worauf neun aus dem vierten Teilungsschritte hervorgegangene Kerne noch den fünften Teilungsschritt durchgemacht haben.

Es ist mir nicht gelungen, weder die nachträgliche Plasmotomie des mütterlichen Protoplasmakörpers in so viele einkernige, jugendliche amöboide Stadien, als Kerne vorhanden gewesen waren, noch das Ausschlüpfen der einkernigen Amöbenformen und deren Heranwachsen zu adulten Mastiginen zu beobachten. Ich glaube diese Erscheinung durch die Annahme erklären zu können, daß diese Vorgänge deshalb nicht in meinem Material zu beobachten waren, weil sie sich höchstwahrscheinlich erst nach erfolgter Neuinfektion im neuen Wirte abspielen. Sei es, daß sie im neuen Wirte, sei es, daß sie in demselben Wirte stattzufinden pflegt, kann man das doch immer als erwiesen betrachten, daß eine multiple Teilung während der Ruheperiode bei *Mastigina hylae* regelmäßig vorkommt.

#### 4. Über die Möglichkeit einer der multiplen Teilung vorhergehenden Kopulation bei *Mastigina hylae* FRENZEL.

Wie gesagt, waren zahlreiche einkernige Ruhestadien, dagegen kaum einkernige freilebende Tiere in meinem Material von *Mastigina hylae* zu sehen. Die zweikernigen sowohl freilebenden Tiere als auch Ruhestadien waren aber in meinem Material häufig zu treffen. Ebenso waren einkernige Ruhestadien nicht selten, bei welchen der einzige Kern in Teilung begriffen war. Überblicken wir diese Befunde, so drängt sich die Frage auf: ob einkernige freilebende Tiere in der Tat vorhanden gewesen waren und ob solche Tiere in der Tat in die Ruheperiode eintraten? Manche von mir gemachte Beobachtungen scheinen auch für eine weitere Möglichkeit zu sprechen, was ich hier mit allem Vorbehalt besprechen möchte.

In Taf. 7 Fig. 24 gebe ich ein Ruhestadium wieder, welches uns vielleicht die Möglichkeit einer anderen Erklärung bietet. Es handelt sich hier, wie ersichtlich, um ein Ruhestadium, welches zwei Kerne enthält. Die Kerne fallen aber sowohl ihrer Lage als auch ihrem Bau nach auf den ersten Blick auf. Wie ersichtlich, sind die Membranen bei den beiden Kernen teilweise aufgelöst und infolgedessen haben sich die Inhalte der beiden Kerne so eng untereinander

gemischt, daß das Lininnetzwerk und das chromatische Körnchenmaterial der beiden Kerne voneinander nicht mehr zu unterscheiden sind. Es drängt sich bei dem Anblick die Annahme auf, ob nicht vielleicht die zwei Kerne in einem Verschmelzungsprozesse begriffen wären, bei welchem nur noch die Plastincaryosome nicht miteinander verschmolzen sind. Es wäre also nicht ausgeschlossen, daß wir es hier mit einer Caryogamie, also mit einem Befruchtungsprozesse, zu tun haben.

Die weiteren, von mir beobachteten Ruhestadien scheinen auch für die Annahme einer Befruchtung zu sprechen (Taf. 7 Fig. 25 u. 26). Wie ersichtlich, handelt es sich hier um zwei Ruhestadien, bei welchen je zwei Tochterkerne in so gleichzeitig vorkommender Teilung begriffen sind, daß die sich alle in demselben Teilungsstadium, im Metaphasestadium, befinden. Die in Taf. 7 Fig. 25 wiedergegebenen Metaphasenstadien unterscheiden sich doch von den Metaphasenstadien

in Taf. 7 Fig. 26 dadurch, daß die ersten noch immer durch eine deutliche Kernmembran voneinander getrennt sind, die zweiten dagegen in einer gemeinsamen Vakuole liegen. So sehen die bei zahlreichen Ciliaten vorkommenden ersten metagamen Teilungen nach erfolgter Befruchtung aus (MAUPAS, 1889, bei *Vorticella nebulifera*; DOGIEL, 1925, bei *Cycloposthium bipalmatum* usw.). Deshalb will es mir scheinen, daß es sich auch hier um

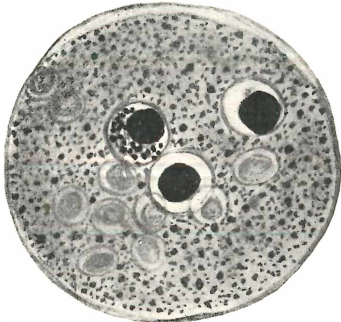


Abb. 1

einen ähnlichen Vorgang, d. h. um Bildung einer Befruchtungsspindel handelt. Umsomehr scheint mir dies wahrscheinlich zu sein, weil ich glaube, bei einer freilebenden Süßwassermastigamöbe, *Mastigamoeba danubiensis* mihi (unveröffentlicht) vor der Ruhestadienbildung und der damit verbundenen multiplen Teilung die Caryogamie festgestellt zu haben.

Das in Abb. 1 im Text wiedergegebene, dreikernige Ruhestadium weist auch darauf hin, wenn die folgende Deutung des Stadiums durch weitere Untersuchungen die Bestätigung findet. Wie ersichtlich, enthält das Ruhestadium drei Kerne, die sich erheblich untereinander unterscheiden. Einer von den drei Kernen besitzt den typischen Bläschenbau, wie es bei allen Ruhestadien, wenn sie auch winzig klein sind, der Fall ist. Die zwei weiteren Kerne aber haben den Bläschenbau aufgegeben und sehen wie die sog. Caryosomkerne aus.

Wie ist dieser so erhebliche Unterschied zu erklären? Warum ist der Bläschenbau bei den zwei Kernen verloren gegangen? Bei Ruhestadien mancher Süßwasseramöben sehen so die der Degeneration unterliegenden Kerne aus. Deshalb glaube ich annehmen zu dürfen, daß es sich hier um der Degeneration unterliegende Kerne handelt. Stellen wir uns nun die Frage: warum die Degeneration der zwei Kerne stattfand, so liegt die Annahme nahe, daß wir es hier mit aus den Reifeteilungen hervorgegangenen Kernen zu tun haben. Nach zwei hintereinander folgenden Teilungsschritten, wobei sich nur einer der Kerne teilte, ist das dreikernige Ruhestadium zustandegedehnt. Die zwei aus den zwei Reifeteilungen hervorgegangenen Kerne werden nun der Degeneration geopfert, wie es bei zahlreichen Protozoen bei solchen Stadien der Fall ist (z. B. bei *Actinosphaerium Eichhornii* nach HERTWIG, 1898; bei *Actinophrys sol* nach SCHAUDINN, 1896 und BĚLAŘ, 1922).

Die Metaphasenstadien der Befruchtungskerne scheinen je fünf Chromosomen auf einer (oberen) Seite der Lininteilungsspindel zu besitzen. Wenn wir noch fünf Chromosomen auf der unteren Seite der Lininteilungsspindel annehmen, hätte dann jede einzelne Spindel je 10 Chromosomen, die beiden Spindeln hätten dagegen 20 Chromosomen. Demnach wäre die Zehnzahl die haploide, die Zwanzigzahl dagegen die diploide Chromosomenzahl. Dadurch wird aber ohne weiteres klar, warum die freilebenden vegetativen Stadien die haploide Chromosomenzahl besitzen, nämlich deshalb, weil gleich nach erfolgter Befruchtung die Reifeteilungen und die Reduktion der Chromosomenzahl vorkommen, wie im Anschluß an das Stadium Abb. 1 im Text anzunehmen ist.

Wenn man die Annahme über die Befruchtung und die darauf folgende Reifung als berechtigt betrachten will, dann sind die in Taf. 7 Fig. 5—7 wiedergegebenen einkernigen Ruhestadien als jene Stadien zu bezeichnen, bei welchen die Befruchtung der ruhenden Kerne stattgefunden hat. Dies ist z. B. bei jeder Kopulation der Süßwasserthalamophoren (vgl.: IVANIĆ, 1935 u. 1935 a, bei *Cochliopodium digitatum* und *Euglypha binucleolus*) der Fall. Bei *Mastigina hylae* scheint aber noch die zweite Möglichkeit gegeben zu sein, jene in Form der Bildung der Befruchtungsspindel, welche Fälle bei Ciliaten häufig vorkommen (vgl.: MAUPAS, 1889, bei *Vorticella nebulifera*; DOGIEL, 1925, bei *Cycloposthium bipalmatum* u. a.). Wenn diese Annahme das Richtige trifft, dann sind die einkernigen in Teilung begriffenen Ruhestadien entweder als Beginn der Reifeteilungen oder als erste Teilung des übergebliebenen reifen Kernes anzusehen.

## 5. Die Degenerationsvorgänge bei *Mastigina hylae* FRENZEL.

Die Tatsache, daß die Stadien multipler Teilung auf die Störung und Sistierung der Teilungsfähigkeit des Protoplasmas zurückzuführen sind, weist darauf hin, daß die im Kaulquappendarme lebenden Mastiginen im Verlaufe ihres parasitischen Lebens unter dem Einfluß ihrer Umgebung in den Depressions- und Degenerationszustand geraten können. Der Depressionszustand wird mit der Zeit fast allgemein, weil die einkernigen freilebenden Tiere mit der Zeit fast völlig verschwinden und an ihre Stelle die zwei- oder mehrkernigen Tiere treten. Die Rettung aus dem Depressions- und Degenerationszustande findet nun auf dem Wege der mit vorhergehender Caryogamie (Befruchtung) höchstwahrscheinlich verbundenen multiplen Teilung statt.

Die Rettung aus dem Depressionszustande ist aber auf diesem Wege nicht immer möglich. Manchmal unterliegen die Tiere einem so tiefen Depressionszustande, daß sie nicht mehr fähig sind, durch neu erwachte Teilungsfähigkeit des Protoplasmas in Form einer multiplen Teilung sich zu retten, sondern sie degenerieren und gehen zugrunde. Aus Raummangel habe ich unterlassen müssen, solche Degenerationsstadien zeichnerisch zur Darstellung zu bringen. Anstatt dessen sei gesagt, daß der Protoplasmakörper der betreffenden Mastiginen endlich in der Weise einer Degeneration unterliegt, daß er in ungleichgroße Stücke von unregelmäßiger Form zerfällt, welche Stücke eine festere Beschaffenheit als das normale Protoplasma aufweisen und ihrerseits nach und nach unter körnigem Zerfalle zugrunde gehen. Die enthaltenen Bläschenkerne sehen dagegen ganz normal aus. Sie färben sich wie die Kerne normaler Tiere völlig normal. Wenn das Protoplasma zerfällt, geraten die Kerne ins Freie. So sind im Darminhalte ganz normal aussehende, nicht selten prachtvoll gefärbte Bläschenkerne von *Mastigina hylae* aufzufinden. Bei *Entamoeba blattae* habe ich dieselbe Erscheinung wiederholt beobachten können.

Es ist hier noch auf eine merkwürdige, in Verbindung mit dem Depressionszustande der *Mastigina hylae* stehende Reorganisation und Regulation aufmerksam zu machen. In Taf. 7 Fig. 27 u. 28 gebe ich zwei solcher Stadien wieder. Wie ersichtlich, sind uns hier zwei Mastiginen gegeben, welche nach ihrer Protoplasmakörpergröße zu urteilen, als jugendliche Formen, nach ihrer Kernzahl und insbesondere nach der Größe ihrer Kerne zu urteilen, jedoch als erwachsene Formen zu betrachten wären. Wie sind nun diese Formen und wie ist ihre Ent-

stehung zu erklären? Daß sie nicht aus der multiplen Teilung hervorgehen konnten, ist zuerst daraus zu ersehen, daß keine nachträgliche Plasmotomie bei den Ruhestadien sowie kein Ausschlüpfen der jugendlichen Amöbenformen beobachtet werden konnten. Weiter spricht dagegen die Tatsache, daß die Kerne der Stadien das Aussehen und die Größe erwachsener Kerne besitzen. Endlich spricht dagegen auch die Zweizahl dieser völlig erwachsenen Bläschenkerne. Auf der Suche nach der Ursache der Bildung dieser kleinen Amöbenformen mit den riesengroßen, völlig erwachsenen Bläschenkernen habe ich folgende Beobachtung gemacht: Die überwiegende Mehrzahl der Degenerationstiere kann sich nicht retten und geht unter Zerstückelungs- und Zerfallsprozessen zugrunde. Es kommen aber manchmal auch Fälle vor, daß der größte Teil des Protoplasmakörpers degeneriert und zugrunde geht, ein viel kleinerer, die beiden Kerne umgebender Teil bleibt aber am Leben, wodurch die kleinen, je zwei riesengroße Bläschenkerne enthaltenden Amöbenformen zustande kommen.

Das weitere Schicksal dieser so stark verkleinerten, ursprünglich riesengroßen Stadien ist ohne weiteres klar. Wie aus ihrem völlig normalen färberischen Verhalten mit voller Deutlichkeit hervorgeht, retten sich die Amöbenformen nach dem erfolgten Abwerfen des unnötigen und degenerierten Protoplasmas aus dem Depressionszustande und brauchen nur noch heranzuwachsen, um aufs neue zu adulten Tieren zu werden.

## 6. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte bei *Mastigina hylae* FRENZEL.

Überblicken wir das im Vorhergehenden vorgetragene Tatsachenmaterial, so fällt vor allem die Tatsache auf, daß die gewöhnliche Zweiteilung eine erhebliche Begrenzung erfahren hat. Die ohne nachfolgende Protoplasmakörperteilung vorkommende Kernvermehrung und der daraus hervorgehende Zustand der Mehrkernigkeit sind offenbar auf die Störung und die Sistierung der Teilungsfähigkeit des Protoplasmas zurückzuführen.

Die einfachste und ursprünglichste Reorganisation und Regulation der mehrkernig gewordenen Tiere, durch welche der normale Zustand der Einkernigkeit wieder hergestellt wird, ist wohl die nachträgliche Plasmotomiezerfallsteilung des Muttertieres in so viele Tochtertiere, als Kerne vorhanden waren, sei es, daß diese nachträgliche Plasmotomie sich bei den frei umherkriechenden Tieren, sei es, daß sie sich bei den vorher sich encystierenden Tieren abspielt.

Diese Regulationserscheinungen, bei welchen durch nachträgliche Plasmotomie des Muttertieres in Tochtertiere der normale Zustand der Einkernigkeit wieder hergestellt wird, möchte ich als primäre Regulationserscheinungen bezeichnen. Als primäre Regulationserscheinungen möchte ich diese Regulationserscheinungen deshalb bezeichnen, weil sie letzten Endes auf die gewöhnliche Zweiteilung, welche wohl einen primären Reorganisationsvorgang darstellt, zurückzuführen sind.

Diesen primären Regulationsvorgängen stehen aber die Regulationsvorgänge gegenüber, welche ich als sekundäre betrachten und bezeichnen möchte. An Stelle der ursprünglichen Plasmotomie des Mutterprotoplastmakörpers in so viele Tochtertiere, als Kerne vorhanden waren, wird der normale Zustand der Einkernigkeit bei den sekundären Regulationserscheinungen dadurch hergestellt, daß die überzähligen Kerne degenerieren und zugrunde gehen.

Solche Regulationsvorgänge des Kernapparates sind bei Amöben wiederholt beobachtet worden. NÄGLER (1909) war der erste Forscher, welcher die Degeneration und das Zugrundegehen der überzähligen Kerne bei Ruhestadien mehrerer Amöbenarten beobachtete. Insbesondere sind aber die von GLÄSER (1912) bei seiner *Amoeba mira* in Ruhestadien beobachteten Regulationsvorgänge des Kernapparates von ganz besonderem Interesse. GLÄSER hat nämlich beobachten können, daß durch eine offenbar gestörte Kernteilung ohne nachfolgende Protoplastateilung zweikernige Tiere gebildet werden, welche nun in die Ruheperiode übergehen. Nach erfolgter Ruhestadienbildung degeneriert und geht einer von den zwei Kernen zugrunde, der zweite, übergebliebene Schwesterkern macht dagegen zwei hintereinander folgende Teilungsschritte durch. Darauf degenerieren drei von den aus zwei hintereinander folgenden Teilungen hervorgegangenen Kernen und gehen zugrunde, so daß nur einer der Kerne am Leben bleibt. Dadurch wird der normale einkernige Zustand wieder hergestellt. GLÄSER hat die von ihm bei *Amoeba mira* beobachteten Regulationsvorgänge des Kernapparates als eine durch Rückbildung der Befruchtung entstandene Parthenogenese aufgefaßt und gedeutet. Dieser Annahme hat sich auch BĚLAŘ (1926) angeschlossen.

Wenn auch die von mir bei *Mastigina hylae* beobachteten Regulationsvorgänge des Kernapparates offenbar nicht mit den bei *Amoeba mira* vorkommenden Regulationsvorgängen übereinstimmen, handelt es sich auch hier jedoch um die Regulationsvorgänge, welche als sekundäre Regulationsvorgänge des Kernapparates anzusehen

sind. So wie eine bunte Mannigfaltigkeit bei der sog. multiplen Teilung, also bei den primären Regulationsvorgängen, vorhanden ist, ist eine ähnliche Mannigfaltigkeit auch bei den sekundären Regulationsvorgängen zu erwarten und vorhanden.

Demgemäß möchte ich in den mit den Regulationsvorgängen des Kernapparates beschriebenen Ruhestadien von *Mastigina hylae* die sekundären Regulationsvorgänge erblicken, sei es, daß sie einer Parthenogenese ähneln, wie es bei *Amoeba mira* der Fall zu sein scheint, sei es, daß sie in keinem Zusammenhange mit irgendwelchen leichtlichen Reorganisations- und Regulationsvorgängen stehen.

Meine bei einer freilebenden Süßwasserrhizomastigine, *Mastigamoeba danubiensis* mihi, gemachten Beobachtungen (unveröffentlicht), daß nach erfolgter Encystierung zweikerniger Tiere eine Verschmelzung (= Befruchtung?) der Schwesterkerne stattfindet, scheinen mir dafür zu sprechen, daß wir es hier bei *Mastigina hylae* auch mit einem solchen Vorgange zu tun haben könnten. Dafür scheinen mir auch die von mir in letzter Zeit beschriebenen Fälle der „vollkommenen Kopulation“ bei *Cochliopodium digitatum* (IVANIĆ, 1935) und bei *Euglypha binucleolus* (IVANIĆ, 1935 a) zu sprechen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die gewöhnliche Zweiteilung bei *Mastigina hylae* stellt sich wie ein gestörter Teilungsvorgang dar, weil die Protoplasmakörperteilung nach erfolgter Rekonstruktion der Tochterkerne stattfindet.
2. Die multiple Teilung spielt sich im Ruhestadium ab.
3. Das Ausschlüpfen der jugendlichen, einkernigen Amöbenformen war in demselben Wirt nicht anzutreffen.
4. Es sind auch Ruhestadien getroffen worden, welche die Regulationsvorgänge des Kernapparates zu enthalten scheinen, die vielleicht auf irgendwelche geschlechtliche Regulationsvorgänge hinweisen.
5. Die Tiere, welche sich nicht mehr weder durch gewöhnliche Zweiteilung noch durch multiple Teilung vermehren können, degenerieren und gehen zugrunde.
6. Manchmal kommt es aber auch vor, daß solche Tiere nach Abwerfen des größten Teiles ihres Protoplasmas als kleine Amöbenformen mit zwei riesengroßen Bläschenkernen am Leben bleiben.
7. Die Kopulation stellt sich als eine ursprüngliche Form des geschlechtlichen Lebens dar.

### Literaturverzeichnis.

- BECKER, E. (1925): The morphology of *Mastigina hylae* (FRENZEL) from the intestine of the Tadpole. Journ. of Parasit. Vol. 11.
- BELAŘ, KARL (1922): Untersuchungen an *Actinophrys sol* EHRBG. I. Die Morphologie des Formwechsels. Arch. f. Protistenk. Bd. 46.
- (1926): Der Formwechsel der Protistenkerne. Jena.
- COLLIN, B. (1913): Sur un ensemble de protistes des Batraciens. Arch. Zool. expér. et gén. T. 51.
- DOGIEL, VALENTIN (1925): Die Geschlechtsprozesse bei Infusorien (speziell bei den Ophryoscoleciden), neue Tatsachen und theoretische Erwägungen. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.
- FRENZEL, J. (1892): Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens. Bibl. Zool. Bd. 4.
- HERTWIG, RICHARD (1898): Über Kernteilung, Richtungkörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium Eichhornii*. Abhandl. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss. II. Kl. Bd. 19.
- GLÄSER, H. (1912): Über Kernteilung, Encystierung und Reifung von *Amoeba mira* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 27.
- IVANIĆ, MOMČILO (1935): Über die „vollkommene Kopulation“ bei *Cochliopodium digitatum* PÉNARD, nebst Bemerkungen über die Kopulation bei Süßwasserthalamophoren im allgemeinen. Biologisches Zentralbl. Bd. 55.
- (1935 a): Über die mit der „vollkommenen Kopulation“ verbundene multiple Teilung in Form einer Vierteilung bei *Euglypha binucleolus spec. nov.* Zool. Anzeiger Bd. 110.
- MAUPAS, ETIENNE (1889): Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Arch. Zool. expér. et gén., T. 7.
- NÄGLER, K. (1909): Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
- SASSUCHIN, D. N. (1928): Zur Frage über die ecto- und entoparasitischen Protozoen der Froschkaulquappen. Arch. f. Protistenk. Bd. 64.
- SCHAUDINN, FRITZ (1896): Über die Kopulation von *Actinophrys sol* EHRBG. Verh. d. deutsch zool. Gesellsch.

---

### Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf *Mastigina hylae* FRENZEL.

Tafel 7.

Fig. 1. Die Mastigine mit Kern zu Beginn der Telophase.

Fig. 2. Das allerletzte Telophasestadium der Kernteilung.

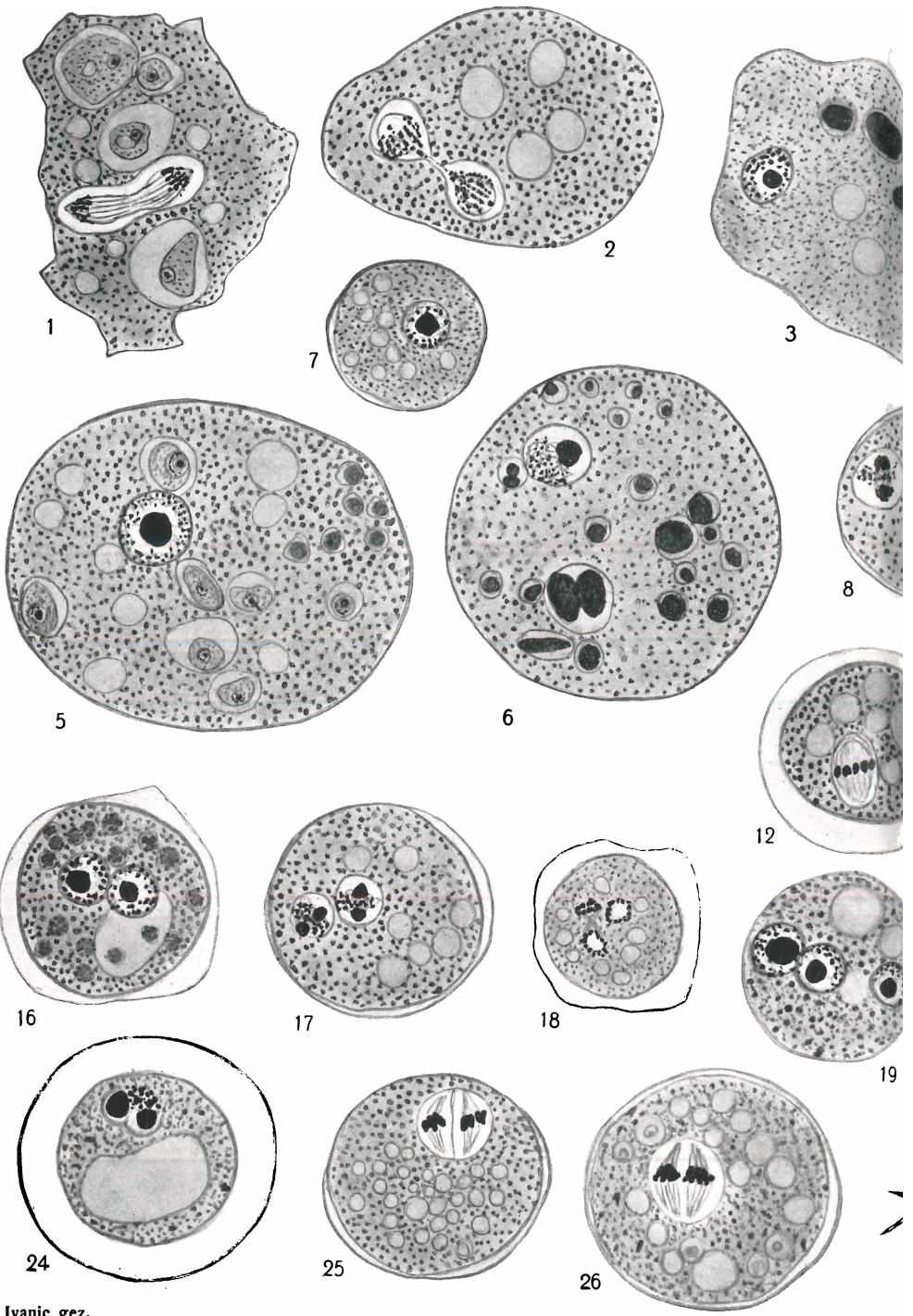
Fig. 3. Der mütterliche Protoplasmakörper ist in nachträglicher Zweiteilung begriffen, nachdem die Tochterkerne sich rekonstruiert haben.

Fig. 4. Die nachträgliche Protoplasmakörperteilung ist schon erfolgt. Das Auseinandergehen der Tochtertiere steht gerade bevor. Beim rechten Tochtertiere hat die neue Kernteilung begonnen, sich bemerkbar zu machen.

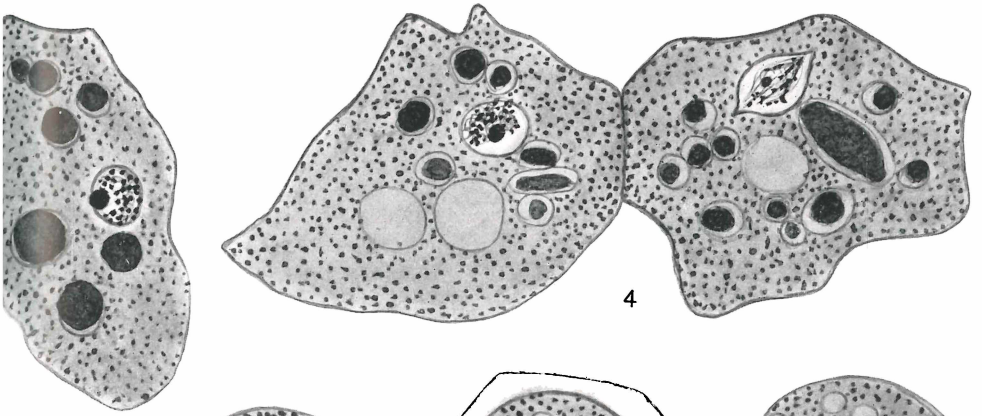
Fig. 5—7. Drei einkernige Ruhestadien verschiedener Größe.



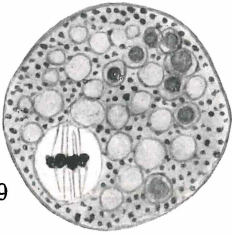
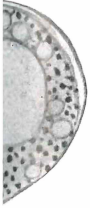
- Fig. 8. Promitotisches Kernteilungsstadium.  
Fig. 9—12. Metaphasenstadien.  
Fig. 13 u. 14. Anaphasenstadien.  
Fig. 15. Telophasestadium.  
Fig. 16. Zweikerniges Ruhestadium.  
Fig. 17. Die beiden Kerne des Ruhestadiums sind in promitotischer Teilung begriffen.  
Fig. 18. Ein zweikerniges Ruhestadium, bei welchem einer der Tochterkerne sich schon im späten Telophasestadium befindet, der zweite Tochterkern dagegen völlig in Ruhe geblieben ist.  
Fig. 19. Dreikerniges Ruhestadium.  
Fig. 20. Vierkerniges Ruhestadium.  
Fig. 21. Sechskerniges Ruhestadium.  
Fig. 22. Siebenkerniges Ruhestadium.  
Fig. 23. Ein 25 Kerne enthaltendes Ruhestadium.  
Fig. 24. Caryogamie (?).  
Fig. 25 u. 26. Bildung des Befruchtungskernes (?).  
Fig. 27 u. 28. Kleine Amöbenformen mit je zwei völlig erwachsenen Bläschenkernen.
-



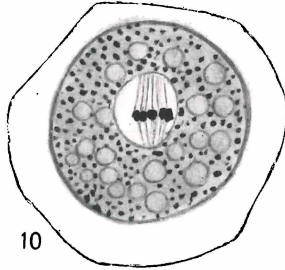
Ivanic gez.



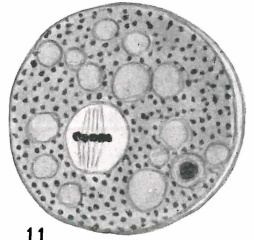
4



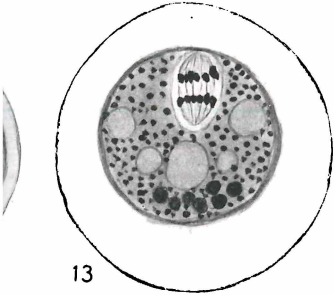
9



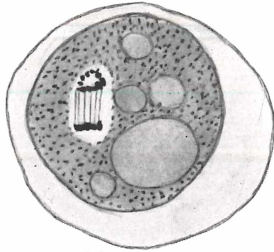
10



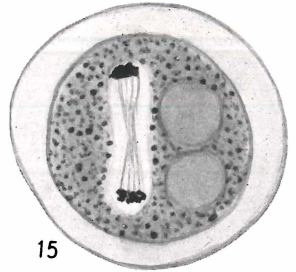
11



13



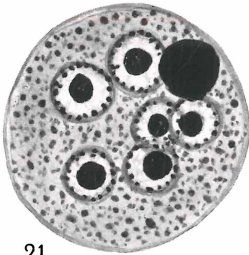
14



15



20



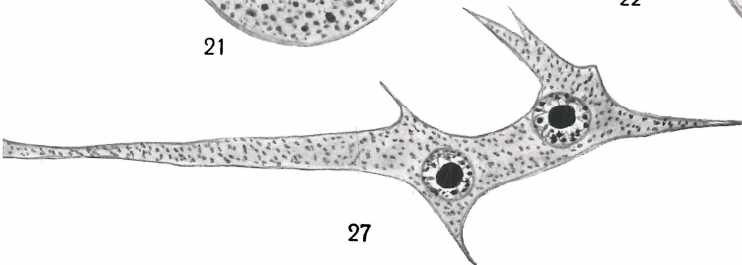
21



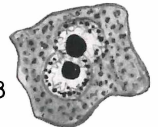
22



23



27



28

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1936

Band/Volume: [87\\_1936](#)

Autor(en)/Author(s): Ivanic Momcilo

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte bei Mastigina hylae Frenzel. 225-241](#)