

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

Zur Aufklärung der Kernverhältnisse und der Kernteilung bei der im Enddarme der gemeinen Erdkröte (*Bufo vulgaris* LAUR.) lebenden Opaline, *Cepedea dimidiata* STEIN.

Von

Momčilo Ivanić (Belgrad).

(Hierzu 1 Textfigur und Tafel 1 u. 2.)

1. Einleitung.

Unter den ciliaten Infusorien nehmen die Vertreter der Familie *Opalinidae* eine Sonderstellung ein. Die überwiegende Mehrzahl anderer Infusorien besitzt zwei morphologisch deutlich unterscheidbare Kernsorten, die sog. Groß- und die sog. Kleinkerne. Die bei den Opalinen als Kerne anerkannten Gebilde sind dagegen alle gleichartig gebaut und stellen sich wie die typischen sog. Bläschenkerne dar. Daneben sind im Protoplasmakörper von Opalinen noch die zahlreichen, sog. „scheibenförmigen Körperchen“, die sonst bei Infusorien nirgends zu treffen sind, zu sehen.

Über die Natur und Bedeutung der „scheibenförmigen Körperchen“, sowie über die Kernverhältnisse und die Kernteilung bei Opalinen im allgemeinen stimmen die Forscher untereinander bei weitem nicht überein. Einige Forscher möchten in den „scheibenförmigen Körperchen“ irgendwelche Stoffwechselprodukte oder Reservematerial erblicken (REICHENOW, 1928, MAYER, 1929). Es ist aber wohl keinem Forscher bisher gelungen, die Kohlenhydrat- oder Fett- oder Eiweißkörpurnatur der „scheibenförmigen Körperchen“ einwandfrei durch die chemische Reaktion nachzuweisen (METCALF, 1909).

Dagegen hat KONSULOFF (1922) mit großer Wahrscheinlichkeit den Beweis erbringen können, daß die „scheibenförmigen Körperchen“, wenn die Opalinen eine Zeitlang hungern gelassen werden, nicht aus dem Protoplasmakörper der hungernden Tiere verschwinden, was wohl in dem Sinne zu deuten ist, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ nicht im Hunger als Reserve verbraucht werden.

Die zuerst von TÖNNIGES (1898, 1899, 1919) ausgesprochene und darauf aufgegebene Ansicht, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ den Großkernen anderer Infusorien entsprechen, ist in den letzten Jahren von KONSULOFF (1922) aufgenommen und mit Entschiedenheit in mehreren Veröffentlichungen verteidigt worden (KONSULOFF, 1930, 1931). KONSULOFF glaubt die „scheibenförmigen Körperchen“ als die echten Kerngebilde betrachten zu dürfen: 1. weil sie von einer deutlichen und nicht selten sehr dicken Membran dem Protoplasmakörper gegenüber umgeben sind; 2. weil sie sich nach KONSULOFF's Befunden durch Amitose wie die typischen Großkerne vermehren; und 3. weil sie während der geschlechtlichen Periode so wie die typischen Großkerne bei anderen Infusorien unter einem Auflösungs- und Resorptionsprozesse (nach KONSULOFF's Angaben) verschwinden. In der Beweisführung von KONSULOFF fällt auf den ersten Blick die Eigenartigkeit auf, daß, wenn die „scheibenförmigen Körperchen“ sich in der Tat als ein den Großkernen entsprechendes Kernmaterial erweisen würden, die „Kleinkerne“ bei Opalinen um Vielfaches größer als die angeblichen „Großkerne“ wären. Ebenso ist in der Beweisführung von KONSULOFF nicht die große Lücke außer Acht zu lassen, daß der Forscher nicht den Nachweis erbracht hat, wie die neuen „scheibenförmigen Körperchen“ auf Rechnung der angeblichen, um ein vielfaches größeren „Kleinkerne“ gebildet werden.

Auch im Hinblick auf den näheren Bau und den Teilungsprozeß der als solche anerkannten Bläschenkerne bei Opalinen haben manche Forscher Angaben gemacht, die nicht nur kaum mit allem, bei Infusorien bisher bekannten, sondern auch mit allem, was wir darüber in der ganzen Cytologie der lebenden Welt kennengelernt haben, in Einklang zu bringen sind. So glaubt METCALF (1909), dem sich TÖNNIGES (1919) und REICHENOW (1929) angeschlossen haben, in jedem als Kern anerkannten bläschenförmigen Gebilde die zwei verschiedenen Chromatinsorten — eine generative und eine somatische Chromatinsubstanz — unterscheiden zu können. Aus der „generativen Chromatinsubstanz“ werden nach METCALF und TÖNNIGES die sog. „Microchromosomen“, aus der „somatischen Chromatinsubstanz“ dagegen die sog. „Macrochromosomen“ gebildet. Die

erste Chromosomensorte entspricht nach METCALF'S und TÖNNIGES' Auffassung den Kleinkernen, die zweite den Großkernen bei sog. typischen Infusorien. Somit wären die bläschenförmigen Kerne bei Opalinen die die generative Kleinkern- und die somatische Großkernsubstanz gleichzeitig enthaltenden Kerngebilde gewesen, deren Chromatinduplizität sowohl in Ruhe als auch im Teilungszustande morphologisch fortwährend zu unterscheiden und zu verfolgen ist. Es besteht aber nach den Angaben von METCALF und TÖNNIGES doch ein erheblicher Unterschied zwischen den „Micro-“ und „Macrochromosomen“. Die Äquatorialplatte in dem Metaphasestadium wird nämlich nur von den „Microchromosomen“ gebildet, die „Macrochromosomen“ aber werden einfach je zur Hälfte auf die entsprechenden Spindelpole verteilt, ohne daß sie vorher die Äquatorialplatte gebildet hatten.

Die zuerst von METCALF und TÖNNIGES erhobenen, merkwürdigen Befunde über die Teilung der bläschenförmigen Kerne bei Opalinen scheinen auch in den Angaben von CORDERO über die Kernteilung von *Zelleriella brasiliensis* eine Bestätigung gefunden zu haben (REICHENOW, 1929). In seiner Bearbeitung des DOFLEIN'schen Lehrbuches der Protozoenkunde nimmt REICHENOW die von CORDERO bei *Zelleriella brasiliensis* erhobenen Befunde über die Kernteilung in sein Lehrbuch auf und im Anschluß an die von CORDERO gemachten Angaben spricht er von einem gleichzeitigen Spiremteilungsstadium der beiden Chromatinsorten, des „generativen“ und des „somatischen“ Chromatins, in einem und demselben Bläschenkerne.

Wenn ich noch hinzufüge, daß sich die Opalinen auch in Hinblick auf die geschlechtlichen Prozesse erheblich von fast allen übrigen Infusorien unterscheiden, da wir es bei ihnen mit der Gametenbildung und deren Befruchtung, bei der überwiegenden Mehrzahl anderer Infusorien dagegen mit einer Conjugation zu tun haben, wird ohne weiteres klar, warum die Untersuchungen über die Opalinen als dringend notwendig zu bezeichnen sind.

Infolge dieser in Kernverhältnissen und Kernteilung sowie im Entwicklungskreise hervortretenden Unterschiede hat METCALF (1909) geglaubt, die Vertreter der Familie *Opalinidae* als eine phylogenetisch primitivere, ursprünglichere Gruppe den anderen Infusorien gegenüberstellen zu können. Er teilt demnach die Klasse der Infusorien in die zwei Unterklassen: die Unterklasse *Protociliata*, in welche die Opalinen gehören, und die Unterklasse *Euciliata*, welcher alle anderen Infusorien zuzurechnen sind.

2. Material und Methode.

Seit dem Jahre 1929 mit den Untersuchungen über die Blutprotozoen bei Froschgattungen *Bombinator*, *Bufo*, *Hyla* und *Rana* beschäftigt, habe ich auch eine größere Zahl von Präparaten der im Froschenddarme lebenden, parasitischen Protozoen machen können. Mehrere Jahre hindurch mit der Präparation der Froschenddarminfusorien von Zeit zu Zeit beschäftigt, habe ich mich überzeugen können, daß das aus den verschiedenen Jahreszeiten stammende Opalinenmaterial sich mit Rücksicht auf die Präparation nicht selten erheblich voneinander unterscheidet. Wenn ich auch nicht systematische Untersuchungen in dieser Richtung ausgeführt habe, will es mir doch scheinen, daß das im Frühjahr (besonders in den Monaten April, Mai, Juni) gesammelte Material auch zur Präparation als das günstigste zu bezeichnen ist. In den kalten Herbst- und Wintermonaten ist es mir dagegen niemals gelungen, völlig gelungene, schöne Präparate wie in den Frühjahrsmonaten erhalten zu können.

Das Alter des zu untersuchenden Materiales scheint von irgendwelchem Einflusse auf die Präparation zu sein. Die riesengroßen, alten Winterformen waren nur mit den größten Schwierigkeiten ganz gut zu präparieren. Sobald aber die Tiere im Frühjahr in die zahlreichen kleineren Tochtertiere zu zerfallen begannen, wurde auch das zur Präparation immer günstigere Material erhalten. Nicht nur die Größe, sondern auch noch ein gewisser, nicht näher zu bestimmender, innerer Zustand der Tiere scheint einen Einfluß auf die Präparation zu haben. Ich möchte annehmen, daß die Winterformen sich wie ein altes, die Zerfallstiere dagegen wie ein junges und frisches Material im großen und ganzen erweisen. Nur in dem Sinne sind die Fälle der Präparation zu erklären, wo das Material vom verschiedenen Alter in demselben Glas mit derselben Fixationsflüssigkeit fixiert und weiter in derselben Farbe gefärbt und behandelt, sich mit recht verschieden großem Erfolge präpariert erwies.

Mit Rücksicht auf die Präparationsgünstigkeit unterscheiden sich auch die verschiedenen Opalinenarten nicht selten recht erheblich voneinander. Die im Enddarme von *Bufo vulgaris* lebende *Cepedea dimidiata* habe ich als die zur Präparation günstigste Opaline auswählen können. Danach kommt die im Enddarme von *Bombinator igneus* vorkommende *Protoopalina intestinalis*. Am schwierigsten scheint es mir die aus *Rana esculenta* usw. stammende *Opalina ranarum* ganz gut zu präparieren.

Da ich meine Präparate über die anderen Opalinenarten noch nicht eingehend durchmustern konnte, werde ich diesmal nur über meine bei *Cepedea dimidiata* erhobenen Befunde berichten. Wenn auch ich selbst die Nachprüfungen hier und da noch gern unternehmen möchte, scheint es mir angebracht zu sein, schon jetzt über die von mir erhobenen Befunde zu berichten, da ein genügend sicheres Urteil auch durch das Erzielte ermöglicht ist. Umsomehr glaube ich über die bisherigen Resultate meiner Untersuchungen berichten zu dürfen, da mir kaum in absehbarer Zeit die Möglichkeit gegeben sein wird, mich mit den Untersuchungen noch einmal näher beschäftigen zu können.

Nach mehrfachen Versuchen mit verschiedenen Farben (Boraxkarmin, das DELAFIELD'sche und BÖHMER'sche Hämatoxylin, ROMANOWSKY-GIEMSA-Färbung feucht, EHRLICH's Triacid usw.) habe ich die besten Resultate durch die Fixation mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol und durch die Färbung mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin erhalten können. Ich glaube dabei keine Artefakte erhalten zu haben, weil ich mich bei jeder Feststellung immer auf ein großes Vergleichsmaterial stützte. Ich beobachtete jede Einzelheit wiederholt, bevor ich sie als Tatsache betrachtete und zeichnerisch zur Darstellung brachte. Von den zahlreichen, immer wiederholt beobachteten, einzelnen Stadien habe ich nur einen kleinen Teil hier in den Abbildungen wiedergegeben. Ich wählte nur jene Stadien aus und bildete nur das ab, was ich mit solcher Deutlichkeit beobachten konnte, wie es in der Zeichnung zur Darstellung gebracht worden ist. Somit glaube ich keinen Beobachtungsfehler begangen zu haben. Ebenso glaube ich, die Gefahr von Artefakten als völlig ausgeschlossen betrachten zu dürfen. Mit Entschiedenheit möchte ich noch betonen, daß es bei diesen sowie bei allen anderen, mit ähnlichen Schwierigkeiten verbundenen Untersuchungen nicht so viel und ausschließlich auf irgendwelche Präparationsmethode ankommt. Es ist vielmehr notwendig, vorurteilsfrei zu beobachten und die Grundzüge und Regelmäßigkeiten des näheren Baues durch Vergleich mit Sicherheit festzustellen.

Ich habe meistens totale Ausstrichpräparate gemacht. Nach meinen Erfahrungen ist die Schnittmethode besonders zur Untersuchung der „scheibenförmigen Körperchen“ als ungünstig zu betrachten. Da die Gebilde schon im frischen Zustande auf der Grenze des Sichtbaren stehen, werden sie im Paraffinbad noch um Vielfaches kleiner und infolge des Zusammenschrumpfens zur Beobachtung noch viel ungünstiger. Ich glaube, daß der nähere Bau

der „scheibenförmigen Körperchen“ in zahlreichen Abbildungen der bisherigen Forscher deswegen nicht zu erkennen ist, weil die Gebilde infolge der Schnittmethode stark zusammenballen und zur Beobachtung noch winziger und ungünstiger werden. Ebenso glaube ich, daß MAYER es sich selbst dadurch unmöglich gemacht hat, gute Präparate zu erhalten, daß er sich der Trockenmethode bei der Präparation bediente. So wie bei fast allen Protozoen, ist die Trockenmethode auch bei Untersuchungen der Opalinen ohne weiteres zu verwerfen.

Einen Ersatz für die Schnittmethode glaube ich darin gefunden zu haben, daß ich die lebenden Opalinen vor der Fixation mit Präpariernadeln im Ausstriche zerzupfte, wobei zusammen mit dem flüssigen Protoplasma auch die „scheibenförmigen Körperchen“ und die Bläschenkerne regelmäßig nach außen gelangten und in dieser Weise erhielt ich dünne Schnitte ersetzende Ausstriche. Zur Präparation waren solche Ausstriche sogar viel günstiger als die totalen Tiere. Auch zur Beobachtung mit den stärksten Systemen sind solche Ausstriche ebenfalls sehr günstig. Nach einiger Übung kann man mit Präpariernadeln das Material nach Belieben zerzupfen. Ebenso klebt das zerzupfte Material auf den Deckgläsern sehr gut auf und solche Präparate sind wie gewöhnliche Ausstriche zu behandeln.

In Hinblick auf die Färbung (besonders die Differenzierung) ist hervorzuheben, daß die Bläschenkerne schön differenziert werden, wenn man die Präparate eine kürzere Zeit (bis etwa vier Stunden lang) im Eisenhämatoxylin färbt. Die „scheibenförmigen Körperchen“ entfärben sich dann meistens so schnell und so vollständig, daß sie in solchen Präparaten überhaupt nicht oder kaum zu erkennen sind. Um die „scheibenförmigen Körperchen“ gut zu färben und darauf nach Belieben differenzieren zu können, muß man die Präparate die ganze Nacht hindurch im Eisenalaun, danach etwa 24 Stunden lang im Eisenhämatoxylin halten.

Die FEULGEN'sche Nuclearreaktion habe ich nicht versuchen können. Es scheint mir KONSULOFF (1930, 1931) Recht zu haben, wenn er REICHENOW (1928) gegenüber betont, daß die allzu dicke Membran der „scheibenförmigen Körperchen“ bei den Versuchen störend wirkt. Bei der Färbung mit den anderen Farben habe ich denselben Eindruck erhalten. Eine weitere, meiner Ansicht nach noch wichtigere Schwierigkeit wird an der betreffenden Stelle der Arbeit noch betont werden.

3. Der nähere Bau und die Teilung der bläschenförmigen Kerne von *Cepedea dimidiata* STEIN.

Die typischen Bläschenkerne sind regelmäßig auch bei *Cepedea dimidiata* zu treffen (Taf. 1 Fig. 1, 2, 11—13). So wie alle typischen Bläschenkerne bestehen auch die Kerne von *Cepedea dimidiata* aus einer mehr oder minder festgefügtten Kugel von Lininfasern und aus zwei deutlich unterscheidbaren, stark färbbaren Substanzen: 1. aus einem mehr oder minder ansehnlichen, homogen erscheinenden Plastincaryosom, das auf einer Seite der Lininfasernkugel anliegt; und 2. aus zahlreichen, sehr feinen, sich stark färbenden Chromatinkörnchen, die über das Lininnetzwerk zerstreut sind. Der nähere Bau der bläschenförmigen Kerne von *Cepedea dimidiata* ist besonders deutlich in „Profilansicht“ zu sehen. Doch muß ich gleich sagen, daß die überwiegende Mehrzahl der bläschenförmigen Kerne von *Cepedea dimidiata* nicht immer so aussieht. Ein nicht geringer Unterschied zwischen den Opalinenbläschenkernen und jenen bei anderen Protozoen ist darin gegeben, daß das Plastincaryosom von *Cepedea dimidiata* nicht fortwährend einheitlich erhalten bleibt, sondern früher oder später in eine Anzahl Teilstücke zerfällt.

Wie die Zerstückelung des ursprünglich einheitlichen Plastincaryosoms vor sich geht, ist aus den in Taf. 1 Fig. 3—10 und Taf. 1 Fig. 14 u. 15 wiedergegebenen, ruhenden Kernen zu ersehen. Es scheint, als ob das Caryosom sich durch einen Durchschnürungsprozess zu zwei gleichgroßen Teilstücken vermehrt hätte (Fig. 3—5 u. 8), wodurch die zwei Caryosomteilstücke enthaltenden Bläschenkerne gebildet werden (Taf. 1 Fig. 14). Durch einen erneuerten Durchschnürungsprozess der beiden Hälften des Caryosoms kommen die vier Teilstücke des ursprünglich ein einheitliches Caryosom enthaltenden Bläschenkernes zustande (Taf. 1 Fig. 9). Einer der ersten zwei Teilstücke des Caryosoms kann seinem Partner im Durchschnürungsprozesse vorausziehen (Taf. 1 Fig. 6), wodurch die drei Teilstücke enthaltenden Bläschenkerne zum Vorschein kommen (Taf. 1 Fig. 10). Die in der Teilungsfähigkeit zum Ausdruck kommende Individualität der Teilstücke des Caryosoms wird nicht selten auch während der Kernteilung mehr oder minder erhalten.

Ich mache noch auf das kornartige Gebilde aufmerksam, daß mit sehr großer Deutlichkeit bei einer Anzahl der ruhenden Bläschenkerne neben dem Caryosom oder dessen Teilstücken und neben dem feinkörnigen Chromatinmateriale zu sehen ist (Taf. 1 Fig. 3, 6—8, 11—13). Es scheint von einer hellen Zone dem netzförmigen

Lininmateriale gegenüber umgeben zu sein. Manchmal habe ich das kornartige Gebilde in Zweizahl in den ruhenden Bläschenkernen finden können (Taf. 1 Fig. 4). Es will mir scheinen, daß das ursprünglich in Einzahl sich findende, kornartige Gebilde sich durch Zweiteilung vermehrt hat. Was für eine Bedeutung dem kornartigen Gebilde zuzuschreiben ist, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können. Den weiteren Untersuchungen bleibt also vorbehalten, die Rolle des Gebildes zu erklären.

Die Vorbereitung zur Teilung macht sich bei den Bläschenkernen von *Cepedea dimidiata* durch die Bildung eines mehr oder minder deutlichen, manchmal sogar sehr deutlichen Spiremstadiums bemerkbar (Taf. 1 Fig. 15—18). Das Spiremstadium kommt dadurch zustande, daß die ursprünglich über die Lininkugel zerstreuten Chromatinkörnchen (Taf. 1 Fig. 15) sich immermehr in mehr oder minder deutlichen Reihen anzuordnen beginnen (Taf. 1 Fig. 16 u. 17). Endlich werden die chromatischen Körnchenreihen etwa im Äquator der Lininteilungskugel angeordnet (Taf. 1 Fig. 18). Während dieser reihenweisen Anordnung der chromatischen Körnchen und Bildung des Spiremstadiums tritt auch das Lininmaterial immer deutlicher hervor, indem die Lininkugel immer dichter wird und nach und nach sich in einer Richtung polar zu differenzieren beginnt (Taf. 1 Fig. 16—18). Wenn mehrere Teilstücke des Plastincaryosoms vorhanden sind, beginnen auch manche Teilstücke während der Vorbereitung zur Teilung sich zweizuteilen, wobei je ein Teilstück an dem entsprechenden künftigen Spindelpol verteilt wird (Taf. 1 Fig. 16). Wenn nur ein Caryosom vorhanden ist, wandert je eine Hälfte des Caryosoms zu jedem künftigen Spindelpole (Taf. 1 Fig. 17 u. 18).

Die polare Differenzierung der ursprünglichen Lininkugel schreitet immer weiter voran. Dadurch wird die Lininkugel mehr oder minder schnell zu einer immer deutlicheren Lininteilungsspindel (Taf. 1 Fig. 19—22). Beim Stadium Taf. 1 Fig. 19 ist die Lininteilungsspindel schon fast fertig gebildet. Sie ist an den beiden Polen feinspitzig ausgezogen. Das Plastincaryosom besteht bei dem Stadium aus einer dreiteiligen, unregelmäßigen, ausgezogenen Körnchenmasse. Mit Rücksicht auf die reihenweise Anordnung des chromatischen Körnchenmaterials sind die Stadien Taf. 1 Fig. 20 u. 21 im Vergleich mit dem Stadium Taf. 1 Fig. 19 in Verspätung begriffen. Die Bildung der Lininteilungsspindel ist aber bei den Stadien mit großer Deutlichkeit zu verfolgen. Es sind dabei die neuen Elementen im Teilungsprozesse festzustellen. Wie ersichtlich, differenzieren

sich die beiden Bläschenkerne Taf. 1 Fig. 20 u. 21 in einer besonderen Richtung, nämlich: in der Richtung eines mitten durch die Lininkugel von einem zu anderem künftigen Spindelpol sich hinziehenden, recht deutlichen Stabgebildes. Das stabförmige Gebilde macht den Eindruck, als ob es die Achse der künftigen Lininteilungsfigur gewesen wäre. Besonders ist das Stadium Taf. 1 Fig. 21 in dem Sinne zu deuten. Es drängt sich demnach die Annahme auf, daß es sich hier, bei dem stabförmigen Gebilde, um ein Differenzierungsorgan der Lininteilungsspindel handelt. Die mit einem deutlichen Achsenstabe versehene Lininteilungsspindel ist von mir (IVANIĆ, 1928) bei der Kleinkernteilung von *Colpidium colpoda* gefunden worden. Was das Platinmaterial des Caryosoms anlangt, ist bei den Stadien Taf. 1 Fig. 20 u. 21 zu sagen, daß beim Stadium Taf. 1 Fig. 20 zwei ungleichgroße, beim Stadium Taf. 1 Fig. 21 dagegen sechs beinahe gleichgroße Brocken des Materiales zu sehen sind. Das Stadium Taf. 1 Fig. 21 ist von besonderem Interesse, da je drei Brocken zu den entgegengesetzten Spindelpolen in Wanderung begriffen zu sein scheinen. Dabei ist noch die Unregelmäßigkeit hervorzuheben, daß ein zu dem oberen Spindelpole in Wanderung begriffenes Teilstück auch im Durchschnürungsprozesse begriffen ist.

Indem sich die ursprüngliche Lininkugel in der Richtung der Längsachse des stabförmigen Gebildes immer weiter polar differenziert, wird sie endlich zu einer feinspitzig ausgezogenen, sehr eleganten Lininteilungsspindel (Taf. 1 Fig. 22—24). Beim Stadium Taf. 1 Fig. 22 tritt das chromatische Körnchenmaterial deutlich hervor, die reihenweise Anordnung der Chromatinkörnchen zu den Chromosomen ist aber noch nicht vollendet. Bei den zwei weiteren Stadien (Taf. 1 Fig. 23 u. 24) ist die reihenweise Anordnung der Chromatinkörnchen ziemlich weit vorgeschritten. In allen drei Stadien sind noch je zwei Plastincaryosombrocken zu sehen.

Die in Taf. 1 Fig. 25—27 wiedergegebenen Teilungsstadien möchte ich als Vorbereitungsstadien zur Metaphase auffassen. Die aus den reihenweise angeordneten Chromatinkörnchen bestehenden Chromosomen sind entweder noch nicht völlig fertig gebildet oder sie haben noch nicht völlig die Äquatoriallage erreicht. Die Lininteilungsspindel ist aber überall herausgebildet und zu einer sehr feinen, eleganten Teilungsfigur (besonders das Stadium Taf. 1 Fig. 27) geworden. Die Platinbrocken des Caryosoms weisen ein recht verschiedenes Verhalten auf. Im Stadium Taf. 1 Fig. 25 sind drei Caryosomteilstücke zu sehen. Im Stadium Taf. 1 Fig. 26 sind vier

Caryosomteilstücke gegeben. Beim Stadium Taf. 1 Fig. 27 ist ein großer Plastinbrocken des Caryosoms in Wanderung nach dem unteren Spindelpol begriffen und hat diesen fast erreicht. Oben ist nur ein kornartiges Gebilde zu sehen, das einem kleinen Plastinstücke zu entsprechen scheint. Das kornartige Gebilde hat noch nicht den oberen Spindelpol erreicht.

Die Teilungsstadien Taf. 1 Fig. 28—42 fasse ich als die mehr oder minder deutlich ausgebildeten Äquatorialplattenstadien auf. Die Lininteilungsspindeln sind ganz gut überall entwickelt. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sind die Lininteilungsspindeln an den beiden Spindelpolen feinspitzig ausgezogen. Wo die Feinspitzigkeit der Spindelfigur nicht mit voller Deutlichkeit zum Ausdruck kommt, ist für das Plumpwerden der Spindelfigur entweder die Technik der Präparation oder das Bevorstehen der Telophase als die Ursache zu bezeichnen. Bei gewissen Teilungsstadien war es auch möglich die Zahl der chromatischen Körnchenreihen mit ziemlicher Sicherheit festzustellen. In Taf. 1 Fig. 28, 29, 34, 38 u. 42 sind etwa sechs chromatische Körnchenreihen zu erkennen. Bei Stadien Taf. 1 Fig. 31, 32 u. 36 sind aber etwa acht chromatische Körnchenreihen zu sehen. Da die chromatischen Körnchenreihen die Chromosomen bei *Cepedea dimidiata* darstellen, ist die (höchstwahrscheinlich: diploide) Sechs- oder Achtzahl als die Chromosomenzahl zu betrachten. Wie die Metaphasenstadien der Taf. 1 Fig. 37 u. 39—41, bei welchen die Äquatorialplatten nicht aus mehr oder minder deutlichen Chromosomen, sondern aus einzelnen Chromatinkörnchen bestehen, entstanden sind, kann ich nicht näher angeben. Jedenfalls besteht ein großer Unterschied zwischen diesen Äquatorialplattenstadien, in welchen die Äquatorialplatten aus den einzelnen chromatischen Körnchen gebildet werden, und jenen Äquatorialplatten, welche in den zu Reihen angesammelten Chromatinkörnchen die echten Chromosomen zum Vorschein kommen lassen. Das verschiedenartige und unregelmäßige Benehmen der Plastincaryosombrocken während des Teilungsprozesses ist bei den Stadien deutlich zu sehen. Weder die Form noch die Größe oder die Zahl der Plastincaryosombrocken lassen irgendwelche Regelmäßigkeit erkennen. Wir können demnach mit Recht sagen, daß der Plastincaryosoms substanz keine wesentliche Rolle bei der Opalinenkernteilung zuzuschreiben ist. Die Caryosomplastinsubstanz kann sogar während des Teilungsprozesses mehr oder minder resorbiert werden, so daß auch Teilungsstadien zu treffen sind, in welchen fast keine (Taf. 1 Fig. 39) oder gar keine (Taf. 1 Fig. 41) Caryosomplastinsubstanz zu sehen ist. Bei zahlreichen Amöben habe

ich Schritt für Schritt die Auflösung und Resorption der Caryosomplastinsubstanz während des Teilungsprozesses verfolgen können (IVANIĆ, 1924). Dadurch wandeln sich die ursprünglichen promitotischen Teilungsfiguren in die echten Mitosen um. Etwas ähnliches scheint auch während der Kernteilung von *Cepedea dimidiata* manchmal vorzukommen. Die die Platinbrocken tragenden Teilungsstadien wären demnach als die mit den Merkmalen der promitotischen Teilung behafteten Mitosen zu deuten. Wenn manchmal auch die letzten Spuren des Platinmaterials unter dem Auflösungs- und Resorptionsprozesse spurlos verschwinden, kommen echte mitotische Teilungsfiguren zustande.

Die verschiedenen Telophasenstadien der Bläschenkerne bei *Cepedea dimidiata* sind in den Taf. 1 Fig. 43—50 wiedergegeben. Das riesengroße Telophasestadium Taf. 1 Fig. 43, in welchem die zwei Tochterplatten mit genügender Deutlichkeit zu unterscheiden sind, läßt uns denken, daß die aus Körnchen bestehenden Chromatinäquatorialplatten durch das frühzeitige, durch unbekannte Ursachen hervorgerufene Zerstreuen des chromatischen, in den Chromosomen angesammelten Körnchenmaterials, zustandekommen. Die Lininteilungsspindel ist bei allen Stadien Taf. 1 Fig. 43—50 gut entwickelt und auf den beiden Spindelpolen mehr oder minder feinspitzig ausgezogen. In den Stadien Taf. 1 Fig. 44 u. 45 möchte ich die beginnende Längsteilung der Mutterchromosomen in die Tochterchromosomen erblicken. Infolgedessen sind paarweise angeordnete Chromatinkörnchenreihen zu sehen. Es scheint, als ob die Längsteilung der Chromosomen nicht völlig gleichzeitig stattzufinden pflegt. Deshalb sind beim Stadium Taf. 1 Fig. 44 etwa zehn, beim Stadium Taf. 1 Fig. 45 nur acht Chromosomenkörnchenreihen, d. h. der Chromosomen, zu zählen. Beim Teilungsstadium Taf. 1 Fig. 46 haben sich die Tochterchromosomen voneinander schon getrennt. Je sechs Chromosomen sind in jeder Tochterchromosomengarnitur leicht zu zählen. Jede der sechs Tochterchromosomen enthaltenden Tochterplatten ist in Wanderung zu einem der entgegengesetzt liegenden Spindelpole begriffen. Bei den Stadien Taf. 1 Fig. 47—50 rücken die Tochterchromosomen zu den entsprechenden Spindelpolen immer weiter auseinander. Sie haben fast die entsprechenden Spindelpole erreicht. Bei Teilungsstadien Taf. 1 Fig. 47 u. 49 sind mit ziemlicher Sicherheit je sechs Tochterchromosomen, beim Stadium Taf. 1 Fig. 48 je acht Tochterchromosomen zu zählen. Vom Platin Caryosom sind beim Tochterplattenteilungsstadium Taf. 1 Fig. 43 mehrere, ungleichgroße und unregelmäßige Brocken zu sehen. Beim Stadium 44 ist nur ein kornartiges Platin-

gebilde im Wandern zu dem unteren Spindelpol begriffen zu sehen. Beim Stadium Taf. 1 Fig. 46 sind die Platinbrocken in offenbarem Auflösungs- und Resorptionsprozesse begriffen. Beim Stadium Taf. 1 Fig. 49 liegen die zwei, etwa gleichgroßen Plastinkörner noch im Äquator, die Tochterchromosomen haben aber schon die entsprechenden Spindelpole erreicht. In den Stadien Taf. 1 Fig. 45, 47, 48 u. 50 sind endlich keine Platinbrocken in den Teilungsfiguren zu sehen. Die Plastinsubstanz des Caryosoms ist bei den Stadien unter einem mehr oder minder raschen Auflösungs- und Resorptionsprozesse spurlos verschwunden. Im Hinblick auf die Platinbrocken bei diesen und einigen früheren oder späteren Teilungsstadien mache ich noch auf die verschiedene Färbbarkeit der verschiedenen Platinbrocken bei einem und demselben Stadium aufmerksam (z. B. Taf. 1 Fig. 49). Die recht verschiedene Färbbarkeit der verschiedenen Platinbrocken ist wohl nur durch die Annahme zu erklären, daß sie sich auf verschiedenen Stufen der Auflösung und Resorption befinden.

Die Anaphasenstadien der Kernteilung von *Cepedeia dimidiata* sind vor allem durch eine bedeutende Streckung und Verlängerung der Lininteilungsspindel gekennzeichnet (Taf. 1 Fig. 51—56). Die als chromatische Körnchenreihen erscheinenden Tochterchromosomen haben schon alle die entsprechenden Spindelpole erreicht (Taf. 1 Fig. 51—54). Bei einigen der Stadien sind noch je sechs Chromosomen zu erkennen (Taf. 1 Fig. 51 die obere, Fig. 53 u. 54 die unteren Chromosomengarnituren). Beim Anaphasestadium Taf. 1 Fig. 52 ist das Unsichtbarwerden der Chromosomenkörnchenreihen wohl durch die Annahme eines sehr früh eintretenden Zerstreuens der Chromosomenkörnchenreihen in ihre Bestandteile, die Chromatinkörnchen, zu erklären. Wir haben gesehen, daß schon auf einem Metaphase-, resp. Telophasestadium die Platinbrocken des Caryosoms manchmal der Auflösung und Resorption vollständig unterliegen können, so daß keine Spur der Plastinsubstanz mehr zu sehen ist und die ursprünglichen Promitosen in die reinen Mitosen umgewandelt werden. Das Gegenstück ist nun bei den Anaphasenstadien zu sehen, nämlich: daß das Plastincaryosommateriale bis an das Ende der Teilung erhalten bleibt, so daß die Tochterkerne, als ob es sich hier um echte Promitosen handelte, mehr oder minder große Mengen des Platinmateriale der Mutterkerne erhalten (Taf. 1 Fig. 51—56). Das in Taf. 1 Fig. 51 wiedergegebene Stadium stellt sich fast wie irgendeine Promitose dar. Die Lininteilungsspindel hat sich stark verlängert, ihre Durchschnürung steht gerade bevor. Die Tochterchromosomen haben die entsprechenden Spindelpole erreicht. Das

Plastincaryosom aber ist erst im Verlängerungs- und Durchschnürungsprozesse begriffen. Wie das ganze Plastincaryosom manchmal nur an eine Spindelhälfte verteilt werden kann, ist beim Stadium Taf. 1 Fig. 52 zu sehen. Die Durchschnürung des Plastincaryosoms, wo die Tochterchromosomen schon die entsprechenden Spindelpole erreicht haben, ist in den Stadien Taf. 1 Fig. 53 u. 54 zu sehen.

Nachdem die Lininteilungsspindel so stark wie nur möglich ausgezogen ist, so daß die Tochterkerne nur durch eine fadenförmige Verbindung miteinander in Zusammenhang stehen (Taf. 1 Fig. 55 u. 56), wird die Mutterlininteilungsspindel in die zwei den Tochterkernen entsprechenden Hälften durchgeschnürt (Taf. 1 Fig. 57, 58 u. 59—61). Die gerade aus dem Durchschnürungsprozesse hervorgegangenen Tochterkerne sind in den Taf. 1 Fig. 57—61 wiedergegeben. Die in den Taf. 1 Fig. 57 u. 58 wiedergegebenen Tochterkernpärchen gehören einem und demselben Tier an. Bei allen Tochterkernen von *Cepedea dimidiata* sind alle wesentlichen Bestandteile des Bläschenkernbaues deutlich zu unterscheiden. Beim Stadium Taf. 1 Fig. 59 sind noch mit voller Deutlichkeit die sechs Chromosomenkörnchenreihen zu zählen. Ich möchte noch besonders auf das feinspitzig ausgezogene Gebilde bei den Stadien Taf. 1 Fig. 59 u. 60 aufmerksam machen. Offenbar wird das Gebilde in das Kerninnere regelmäßig aufgenommen. Wenn wir uns nun nach der Herkunft des Gebildes fragen, drängt sich die Annahme auf, daß wir in dem Gebilde die Hälfte des stabförmigen Gebildes wiederfinden. Sobald wir aber das feinspitzig ausgezogene Gebilde, das in die Tochterkerne regelmäßig aufgenommen wird, als eine Hälfte des stabförmigen Gebildes erkannt haben, wird ohne weiteres klar, warum jeder Tochterkern das Gebilde in sein Inneres aufnimmt. Damit wird in das Innere jedes Tochterkernes das die künftige Teilung leitende Organ aufgenommen.

Die Rekonstruktion der Tochterkerne ist auch aus den Tochterkernen Taf. 1 Fig. 59—61 deutlich zu ersehen. Indem sich die Chromosomenkörnchenreihen über das Lininnetzwerk zerstreuen, das Lininnetzwerk aber sich währenddem in eine Kugel umwandelt, kommen die neu rekonstruierten Tochterkerne zustande. Wenn die Plastinsubstanz während des Teilungsprozesses aufgelöst und verschwunden ist, erscheinen nach und nach bei den Tochterkernen die Platinbrocken und das neue Caryosom wird durch die Verschmelzung der einzelnen Platinbrocken gebildet.

Es sei mir noch gestattet, auf die in Taf. 1 Fig. 62 u. 63 wiedergegebenen Teilungsstadien die Aufmerksamkeit zu lenken.

Wiederholt haben wir uns überzeugen können, daß die mitotische Teilungsfigur bei den Bläschenkernen von *Cepedea dimidiata* zustandekommt, indem das Platinmaterial des Caryosoms mehr oder minder schnell einem Auflösungs- und Resorptionsprozesse unterliegt. Der Prozeß aber wird öfters verzögert, dessen Folgen die mit den Platinbrocken beladenen Mitosen sind. Manchmal kann der Prozeß aber vielleicht völlig ausbleiben oder so lange verzögert werden, daß wir echte Promitosen bei den Bläschenkernen von *Cepedea dimidiata* erhalten. In Taf. 1 Fig. 62 sind an jedem Spindelpole die den typischen Polkörpern nicht unähnlichen, fast gleichgroßen Platingebilde zu sehen. Daneben sind noch mehrere (drei) Platingörner zu beobachten. Wie die Polkörperbildung bei der Kernteilung von *Cepedea dimidiata* auf demselben Wege, wie es z. B. bei Limaxamöben der Fall ist, zustandekommt, ist mit außerordentlicher Klarheit aus dem Teilungsstadium Taf. 1 Fig. 63 zu ersehen, in welchem das Platin Caryosom sich ebenso wie bei Limaxamöben zuerst verlängert und dann in der Mitte durchschnürt, wodurch je eine Hälfte den entsprechenden Polkörper bildet. Noch sind die beiden, in Taf. 1 Fig. 62 u. 63 wiedergegebenen promitotischen Teilungsstadien deswegen vom Interesse, weil die Chromosomensechszahl bei den beiden Stadien mit außergewöhnlicher Deutlichkeit zu sehen ist.

So wie bei zahlreichen Protozoenkernen, spielt sich auch der Teilungsprozeß der Bläschenkerne von *Cepedea dimidiata* beim völligen Erhaltenbleiben der Kernmembran ab. Bei allen hier beigegebenen Kernteilungsstadien habe ich deshalb nicht die Kernmembranen abgebildet, weil ich nur die mit äußerster Deutlichkeit zu erkennenden Membranen zeichnerisch zur Darstellung gebracht habe. Daß aber die Kernmembran den ganzen Teilungsprozeß hindurch erhalten bleibt, ist auf den ersten Blick daraus zu ersehen, daß ich bei jedem Teilungsstadium Fälle mit außerordentlich deutlich zu sehender Membran finden konnte.

Es ist noch auf die merkwürdige Tatsache aufmerksam zu machen, daß bei *Cepedea dimidiata* nicht selten erhebliche Größenunterschiede sowohl zwischen den ruhenden Bläschenkernen als auch zwischen ihren Teilungsstadien bestehen. Es genügt, einen Blick auf die von mir in dieser Arbeit beigegebenen Stadien zu werfen, um sich davon überzeugen zu können. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß die so erheblichen Größenunterschiede nicht nur eine Folge der Variabilität sind, sondern auch dadurch zustandekommen, daß sich die verschiedenen Bläschenkerne auf den verschiedenen Größenstufen teilen können und in der Tat sich auch teilen.

Vergleichen wir die Resultate der Untersuchungen über den näheren Bau und die Teilung der Bläschenkerne von *Cepedea dimidiata* mit jenen anderer Forscher bei anderen Opalinen, so wird es auf den ersten Blick klar, daß die früheren Forscher den Fehler begangen haben, die Teilstücke des Plastincaryosoms und ihre Vermehrung durch die Durchschnürung als die „Macrochromosomen“ aufzufassen und zu deuten. Sobald sich aber die „Macrochromosomen“ nur als Plastinmaterial des Caryosoms erweisen, sind auch alle auf die Zahl der „Macrochromosomen“ sich gründenden Angaben über die Chromosomenzahl bei den betreffenden Opalinen als ungenau zu bezeichnen (vgl.: METCALF 1909 die Reduktion der Chromosomenzahl bei *Opalina intestinalis*).

4. Der nähere Bau und Teilung der „scheibenförmigen Körperchen“ bei *Cepedea dimidiata* STEIN.

Unter den zahlreichen, mir zur Beobachtung kommenden Stadien, bei welchen der nähere Bau und die Teilung der „scheibenförmigen Körperchen“ mit Sicherheit zu verfolgen waren, habe ich jene herausgewählt, bei welchen die Bauverhältnisse oder die Teilung der „scheibenförmigen Körperchen“ mit einer solchen Deutlichkeit zu sehen waren, wie es in meinen Zeichnungen zur Darstellung gebracht ist. Noch habe ich zu bemerken, daß ich mehrere „scheibenförmige Körperchen“ von einem und demselben Tier wiedergebe, so wie die Gebilde beim betreffenden Tiere nebeneinander zu treffen waren.

Im Hinblick auf die Lage der „scheibenförmigen Körperchen“ im Opalinenprotoplastmakörper muß ich mit Entschiedenheit angeben, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ sich nur im Entoplasma befinden. So wie der Protoplastmakörper bei Opalinen scharf in das äußere Ecto- und das innere Entoplasma geschieden ist, ist auch die Verbreitung der „scheibenförmigen Körperchen“ auf das Entoplasma begrenzt. Die von MAYER (1929) im Ectoplasma beobachteten Gebilde, welche der Forscher mit den „scheibenförmigen Körperchen“ in Zusammenhang bringen möchte, kann ich überhaupt nicht als irgendwelche formative Bestandteile des Opalinenprotoplastmakörpers betrachten. Offenbar handelt es sich um Artefakte, hervorgerufen durch die Trockenmethode bei der Präparation.

Wenn ich die von mir wiedergegebenen Stadien von „scheibenförmigen Körperchen“ mit jenen früherer Forscher vergleiche, fällt es auf den ersten Blick auf, daß nach den Abbildungen der früheren Forscher die „scheibenförmigen Körperchen“ meistens mehr oder minder homogen erscheinen und keinen näheren Bau erkennen lassen.

Ich möchte die Schnittmethode als die Ursache dieses Resultates ansehen. MAYER hat auch deswegen nicht den näheren Bau der „scheibenförmigen Körperchen“ herauspräparieren können, weil er sich der Trockenpräparationsmethode bedient hatte.

Mit KONSULOFF muß ich vor allem hervorheben, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ dem übrigen Protoplasma gegenüber von einer deutlichen, nicht selten sogar sehr deutlichen und dicken Membran umgeben sind. Nicht selten muß man sich wundern, wie die so winzigen Gebilde eine so dicke und so deutliche Membran besitzen können. Wie deutlich die Membran der „scheibenförmigen Körperchen“ sein kann, ist aus den zahlreichen in Taf. 2 Fig. 1—15 wiedergegebenen Stadien zu sehen.

Die zweite, noch viel wichtigere Tatsache im Hinblick auf die „scheibenförmigen Körperchen“ ist der regelmäßige, wiederkehrende Bau der Gebilde. Bei gelungener Präparation, besonders Färbung und Differenzierung, stellen sich die winzigen, auf der Grenze des Sichtbaren stehenden „scheibenförmigen Körperchen“ wie die kleinen Caryosom-, resp. Bläschenkerne dar.

In Taf. 2 Fig. 1 sind die sechs einer und derselben *Cepedea* gehörenden „scheibenförmigen Körperchen“ zu sehen. Das oberst liegende „scheibenförmige Körperchen“ ist in Ansicht „von oben“ („Aufsicht“), die fünf weiteren sind in „Profilansicht“ zu beobachten. Das oberst liegende „scheibenförmige Körperchen“ sieht wie ein typischer, winziger Bläschenkern aus. Es ist von einer deutlichen Membran umgeben. Es enthält mitten in dem Lininnetzwerke ein winziges, aber sehr deutliches Korngebilde, das auf den ersten Blick an ein sehr kleines Caryosom der Bläschenkerne bei zahlreichen Protozoen erinnert. Warum die Caryosomnatur des kornartigen Gebildes nicht mit voller Sicherheit zu entscheiden ist, werden wir bald sehen können. An dieser Stelle sei noch auf die fünf weiteren, in „Profilansicht“ gegebenen „scheibenförmigen Körperchen“ aufmerksam gemacht. Alle die fünf „scheibenförmigen Körperchen“ bestehen aus einer deutlichen Lininfasernkugel und aus einem stark färbbaren Materiale, das an einer Seite der Lininkugel liegt. Es fehlte bei den „scheibenförmigen Körperchen“ nur noch das zweite färbbare Material, das körnige Chromatin. Davon, daß dieses Material auch in der Tat nicht fehlt, werden wir uns im weiteren überzeugen können. An dieser Stelle sei in Hinblick auf das Material nur noch gesagt, daß es deshalb nicht bei den „scheibenförmigen Körperchen“ zu sehen ist, weil es bei der Differenzierung entfärbt worden ist.

Daß der beschriebene nähere Bau der „scheibenförmigen Körperchen“ keine Artefaktebildung sein kann, zeigen die zahlreichen, in Taf. 2 Fig. 2 wiedergegebenen sechzehn „scheibenförmigen Körperchen“. Bei den zwölf „scheibenförmigen Körperchen“ ist vor allem eine sehr deutliche Membran zu sehen. Ebenso zeichnen sich die „scheibenförmigen Körperchen“ alle durch denselben näheren Bau aus: Sie bestehen alle aus einem Lininkugelkörper, auf dessen Seite das deutliche, stark färbbare, an ein typisches Caryosom erinnernde Material aufliegt. Bei den zehn „scheibenförmigen Körperchen“ ist noch sehr deutlich das kornartige, mitten in der Lininkugel liegende, stark gefärbte Gebilde zu sehen. Vergleichen wir die „scheibenförmigen Körperchen“ mit den in Taf. 1 Fig. 3, 7, 8, 11—13 wiedergegebenen Bläschenkernen, so überzeugen wir uns, daß der nähere Bau der „scheibenförmigen Körperchen“ mit jenem der angeführten Bläschenkerne fast identisch ist. Nur fehlt bei den „scheibenförmigen Körperchen“ noch das feinkörnige, stark färbbare Chromatin, das bei der Differenzierung entfärbt worden ist. Warum das kornartige Gebilde allein nicht als Caryosom zu deuten ist, klären die Fälle, in welchen das Caryosom daneben zu sehen ist, ohne weiteres auf.

Die „scheibenförmigen Körperchen“ wachsen nun immermehr heran. In dieser Weise erhalten wir wohl die in Taf. 2 Fig. 3 wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“, die sich durch ihre Größe voneinander erheblich unterscheiden. Es sind hier die auf den verschiedenen Stufen des Heranwachsens sich befindenden „scheibenförmigen Körperchen“ wiedergegeben. Die kleinsten der „scheibenförmigen Körperchen“ sind ihrem Bau und ihrer Größe nach wohl identisch mit den entsprechenden, in Taf. 2 Fig. 1 wiedergegebenen Stadien. Zwischen diesen kleinsten und den größten Gebilden in der Gruppe Taf. 2 Fig. 3 sind alle Übergangsstadien zu sehen, die kaum anders als durch die Annahme zu erklären sind, daß es sich hier um ein stetiges Heranwachsen der kleineren Stadien in die immer größeren handelt. Die allergrößten, sowie die kleinsten Stadien stellen sich ihrem Bau nach wie die typischen, in „Profilansicht“ gegebenen Caryosom-, resp. Bläschenkerne dar. Ich mache noch darauf aufmerksam, daß die zwei größten Stadien von einer deutlichen Membran umgeben sind. Daneben zeigt das untere, durch eine Membran umgebene Gebilde neben dem homogenen Plastincaryosom noch das zweite färbbare Material, das körnige Chromatin.

Bei den in Taf. 2 Fig. 4 wiedergegebenen drei „scheibenförmigen Körperchen“ überzeugen wir uns wiederum, daß die Gebilde den

typischen Bau der Bläschenkerne besitzen, sowie daß sie sich nach und nach durch das stetige Heranwachsen zu typischen Bläschenkernen entwickeln.

Die zwei ungleichgroßen in Taf. 2 Fig. 5 wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“ weisen ohne weiteres darauf hin, daß die zwischen ihnen bestehenden Größenunterschiede durch die Annahme des Heranwachsens zu erklären sind. Der nähere Bau der beiden „scheibenförmigen Körperchen“ ist untereinander völlig identisch. Ebenso ist der nähere Bau völlig identisch mit dem Bau der in Taf. 2 Fig. 2 wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“. Somit erhalten wir neue Beweise dafür, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ einen feineren, regelmäßigen, bei all den Gebilden wiederkehrenden Bau besitzen.

Die neun weiteren, in Taf. 2 Fig. 6 wiedergegebenen Stadien der „scheibenförmigen Körperchen“ sind als weitere Beweise dafür zu betrachten, daß es sich bei den „scheibenförmigen Körperchen“ um Gebilde von regelmäßigem Bau handelt, sowie daß sie durch das stetige Heranwachsen nach und nach zu den typischen Bläschenkernen werden. Ich mache nur noch darauf aufmerksam, daß die drei nur das kornartige Gebilde enthaltenden „scheibenförmigen Körperchen“ auch noch eine sehr deutliche Membran aufweisen.

Die fünfzehn in Taf. 2 Fig. 7 wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“ sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie sich ihrem Bau nach völlig wie die typischen Bläschenkerne darstellen. Alle drei wesentlichen Bestandteile solcher Kerne sind bei allen hier wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“ deutlich zu unterscheiden: Das Lininnetzwerk, das Plastincaryosom und das feinkörnige Chromatin.

Die in Taf. 2 Fig. 8 wiedergegebene Gruppe von dreizehn „scheibenförmigen Körperchen“ zeichnet sich vor allem durch das Vorhandensein einer sehr deutlichen Membran bei jedem Stadium aus. Auch der nähere Bau ist mit genügender Deutlichkeit bei allen diesen Gebilden zu unterscheiden. Wir erkennen auf den ersten Blick die Lininkugel und das Plastincaryosom, das in mehrere Teilstücke zerfallen ist. Das körnige Chromatinmaterial ist bei der Differenzierung zufälligerweise allzu stark ausgezogen.

Daß die Annahme, daß die winzigen Stadien der „scheibenförmigen Körperchen“ nach und nach zu den immer größeren, echten Bläschenkernen heranwachsen, das Richtige trifft, ist aus der in Taf. 2 Fig. 9 wiedergegebenen Gruppe zu ersehen. Es sind da vierzehn verschiedene Wachstumsstadien abgebildet. Die allerkleinsten

Stadien unterscheiden sich kaum von den bisher beschriebenen. Unter den mittelgroßen Stadien mache ich vor allem auf die beiden aufmerksam, welche deutliches, über die Lininkugel zerstreutes, feinkörniges Chromatin aufweisen. Bei dem zu oberst liegenden Stadium ist daneben das Caryosom in zwei deutliche kornartige Teilstücke geteilt, bei dem mitten in der Gruppe liegenden Stadium ist dagegen das Caryosom in seiner typischen Form und Größe zu sehen. Das dritte (oben rechts liegende) mittelgroße Stadium enthält die Lininkugel und das an deren einen Seite aufliegende, kappenförmige Caryosom. Darauf, daß die drei mittelgroßen Stadien nicht etwa aus einer Teilung der erwachsenen Bläschenkerne hervorgegangen sind, weist neben der Dreizahl noch ihr näherer Bau hin.

Die in Taf. 2 Fig. 10 wiedergegebene Gruppe besteht aus vierzehn „scheibenförmigen Körperchen“ und einem erwachsenen, rechts liegenden Bläschenkerne. Alle „scheibenförmigen Körperchen“ sind riesig herangewachsen. Die verschiedenen „scheibenförmigen Körperchen“ befinden sich auf verschiedener Größenstufe. Bei allen „scheibenförmigen Körperchen“ ist der bisher erkannte, nähere Bau mit voller Deutlichkeit zu sehen. Mehrere der „scheibenförmigen Körperchen“ sind von einer sehr deutlichen Membran umgeben.

Während die in Taf. 2 Fig. 10 wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“ mehr oder minder in „Profilansicht“ gegeben sind, ist die aus acht „scheibenförmigen Körperchen“ bestehende, in Taf. 2 Fig. 11 wiedergegebene Gruppe fast ausschließlich in Ansicht „von oben“ („Aufsicht“) zu beobachten. Der Größe nach unterscheiden sich die „scheibenförmigen Körperchen“ unwesentlich voneinander. Ihrem Bau nach sind all diese „scheibenförmigen Körperchen“ typische Bläschenkerne und zeigen denselben, bereits näher beschriebenen Bau der früheren Stadien.

Denselben Eindruck der typischen Bläschenkerne machen auch die in Taf. 2 Fig. 12 wiedergegebenen, neun „scheibenförmigen Körperchen“. Zwischen ihnen ist ein erwachsener Bläschenkern zu sehen, mit typischen Bläschenbau. Die zwölf einer und derselben Opaline gehörenden, in Taf. 2 Fig. 13 wiedergegebenen „scheibenförmigen Körperchen“ weisen wohl nur darauf hin, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ immer weiter heranwachsen und auch in dieser Gruppe sich in die typischen Bläschenkerne entwickeln. Daß die „scheibenförmigen Körperchen“ immer ihren regelmäßig wiederkehrenden Bau aufweisen, daß sie demzufolge kaum als irgendwelche durch die Eisenhämatoxylinfärbung entstandenen Artefakte zu deuten

sind, ist bei den in Taf. 2 Fig. 13 wiedergegebenen Stadien wohl klar zu sehen.

Ich mache noch auf die in Taf. 2 Fig. 14—16 wiedergegebenen Stadien aufmerksam. Wie ersichtlich, haben wir es hier mit den fast allerkleinsten „scheibenförmigen Körperchen“ zu tun. Doch sieht man auch in ihrem Bau alle Grundzüge der typischen, erwachsenen Bläschenkerne. Im Stadium Taf. 2 Fig. 14 ist der bläschenförmige Bau des „scheibenförmigen Körperchens“ auf den ersten Blick zu erkennen. Der Bau ist mit jenem der vorhergehenden, entsprechenden Stadien völlig identisch. Im Stadium Taf. 2 Fig. 15 ist auch bei den so winzigen „scheibenförmigen Körperchen“ die Vermehrung des Plastincaryosoms in zwei Teilstücke zu sehen. Im Stadium Taf. 2 Fig. 16 sehen wir drei „scheibenförmige Körperchen“. Das erste, links liegende „scheibenförmige Körperchen“ läßt neben dem deutlichen Plastincaryosom noch die zahlreichen Chromatinkörnchen so deutlich wie nur möglich erkennen, wenn auch es fast auf der Grenze des Sichtbaren steht. Das zweite „scheibenförmige Körperchen“ stellt sich ebenso wie ein typischer Bläschenkern dar. Es ist aber bei dem Stadium infolge der Entfärbung keine weitere, chromatische Körnchensubstanz neben dem Plastincaryosom zu erkennen. Das dritte „scheibenförmige Körperchen“ dieser Gruppe ist im Teilungsprozesse begriffen. Alle drei „scheibenförmigen Körperchen“ zeichnen sich noch durch recht deutliche Membranen aus.

Wie zwischen den „scheibenförmigen Körperchen“ und den erwachsenen Bläschenkernen von *Cepedea dimidiata*, mit Rücksicht auf die Größe, alle Übergangsstadien bestehen, resp. wie die „scheibenförmigen Körperchen“ sich durch das Heranzuwachsen in die Bläschenkerne entwickeln, ist auch aus den in Taf. 2 Fig. 32—36 wiedergegebenen Stadien deutlich zu ersehen.

In Taf. 2 Fig. 32 sind drei „scheibenförmige Körperchen“ wiedergegeben. Alle drei Stadien stellen sich wie typische, winzige Bläschenkerne dar, die nur heranzuwachsen haben, um zu den typischen erwachsenen Bläschenkernen werden zu können. Bei all diesen „scheibenförmigen Körperchen“ ist es gelungen, alle drei wesentlichen Kernsubstanzen färberisch zur Darstellung zu bringen: 1. Die Lininkugel; 2. das Plastincaryosom und 3. das feinkörnige, über die Lininkugel zerstreute Chromatin. Auch der Zerfall des Plastincaryosoms in die Teilstücke ist bei den zwei „scheibenförmigen Körperchen“ deutlich zu sehen.

In der Kerngruppe Taf. 2 Fig. 33 sind vier erwachsene Bläschenkerne und ein weniger als halb so großes „scheibenförmiges Körper-

chen“ zu sehen. Wenn auch das „scheibenförmige Körperchen“ so winzig ist, sind in seinem näheren Bau doch alle Bestandteile der erwachsenen Bläschenkerne ganz gut zu erkennen. Da das „scheibenförmige Körperchen“ neben den Bläschenkernen in Einzahl zu sehen war, ist nicht anzunehmen, daß das so winzige Kerngebilde aus der Zweiteilung eines erwachsenen Bläschenkernes hervorgegangen wäre.

Ebenso ist ein „scheibenförmiges Körperchen“ zwischen den sechs erwachsenen Bläschenkernen in Taf. 2 Fig. 34 wiedergegeben. Auch hier ist die Einzahl des „scheibenförmigen Körperchens“ als Beweis dafür zu betrachten, daß es nicht etwa aus einer Zweiteilung eines erwachsenen Bläschenkernes hervorgehen konnte.

Zwischen zwei riesengroßen Bläschenkernen ist auch in Einzahl ein „scheibenförmiges Körperchen“ in Taf. 2 Fig. 35 zu sehen. Durch seinen typischen Bläschenbau stellt sich das „scheibenförmige Körperchen“ als ein typischer Bläschenkern dar. Durch das Heranwachsen wird das „scheibenförmige Körperchen“ zu einem typischen Bläschenkerne werden.

Neben diesen in Einzahl gefundenen „scheibenförmigen Körperchen“ waren aber auch solche Fälle in Mehrzahl zu treffen (Taf. 2 Fig. 37 u. 38). In Taf. 2 Fig. 37 sind neben einem riesengroßen Bläschenkerne zwei im starken Heranwachsen begriffenen „scheibenförmige Körperchen“ zu sehen. Die beiden „scheibenförmigen Körperchen“ sind wohl schon als echte Bläschenkerne zu bezeichnen. Daß sie aus einem Teilungsprozesse des ursprünglichen erwachsenen Bläschenkernes nicht haben hervorgehen können, ist aus ihrem verschiedenen Bau sowie aus ihrer Lage mit Sicherheit zu ersehen.

Wie mehrere „scheibenförmige Körperchen“ auf verschiedenen Größenstufen gleichzeitig nebeneinander im Protoplasmakörper von *Cepedea dimidiata* zu finden sind, zeigt die aus sieben „scheibenförmigen Körperchen“ und einem erwachsenen Bläschenkerne bestehende Gruppe Taf. 2 Fig. 38. Nach dem bisher Gesagten ist die Bahn des Heranwachsens der Gebilde mit Leichtigkeit anzugeben. Beginnend mit dem äußerst links liegenden „scheibenförmigen Körperchen“ mit ansehnlichem Plastincaryosom und gut entwickeltem Linin-äußenkerne, in dem das körnige Chromatin infolge allzu starker Differenzierung nicht zu erkennen ist, kommen wir über die zwei mit großen Caryosomen versehenen Bläschenkerne, in deren Außenkernen das körnige Chromatin vorhanden ist, zu den Stadien, in welchen die Caryosome meistens so wie bei den erwachsenen Bläschenkernen in mehrere Teilstücke zerfallen sind. Der verschiedene Bau dieser „scheibenförmigen Körperchen“ sowie ihre Lage und Größe

sind auch als Beweis dafür zu bezeichnen, daß die Kerngebilde nicht etwa durch die Zweiteilung der erwachsenen Bläschenkerne entstehen konnten.

Nicht nur durch den Besitz einer deutlichen Membran sowie durch den typischen Kernbau, sondern auch durch ihre Fähigkeit, durch die Zweiteilung sich vermehren zu können, lassen die „scheibenförmigen Körperchen“ ihre wahre Kernnatur deutlich erkennen.

Die an eine Promitose erinnernden Teilungsstadien von „scheibenförmigen Körperchen“ bei *Cepedea dimidiata* sind in Taf. 2 Fig. 17 (das linke Gebilde), Taf. 2 Fig. 18 (und Taf. 2 Fig. 28 zu sehen. In Taf. 2 Fig. 18 sind mehrere solcher, an die Promitose erinnernder Stadien zu sehen.

Indem das Platinmaterial des Caryosoms mehr oder minder rasch aufgelöst wird und spurlos verschwindet, wandeln sich bei den „scheibenförmigen Körperchen“ die ursprünglichen Promitosen in typische, echte Mitosen um (Taf. 2 Fig. 19—27, 29—31). Bei der winzigen Größe der „scheibenförmigen Körperchen“ ist es nicht zu verwundern, daß alle Einzelheiten des Teilungsprozesses nicht so deutlich wie bei den erwachsenen Bläschenkernen zu erkennen sind. Die Grundzüge der Teilungsfigur bei den „scheibenförmigen Körperchen“ sind aber wohl dieselben und identisch mit jenem der Teilungsfigur bei den erwachsenen Bläschenkernen. Ebenso wie bei den erwachsenen Bläschenkernen sind auch bei den „scheibenförmigen Körperchen“ die Lininteilungsspindeln häufig sehr feinspitzig ausgezogen. So wie bei den erwachsenen Bläschenkernen, kommt auch bei den „scheibenförmigen Körperchen“ die echte Mitose dadurch zustande, daß das Platin Caryosom im Laufe des Teilungsprozesses nach und nach aufgelöst wird und spurlos verschwindet. So wie bei den erwachsenen Bläschenkernen kann andererseits das Platinmaterial des Caryosoms den ganzen Teilungsprozeß hindurch mehr oder minder erhalten bleiben. In diesen Fällen sind neben dem färbbaren chromatischen Körnchenmaterial noch die Platinbrocken des Caryosoms in der Teilungsfigur zu erkennen (Taf. 2 Fig. 30).

KONSULOFF gibt an, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ sich durch Amitose vermehren. In dem amitotischen Teilungsmodus möchte der Forscher die Anklänge an die Großkernnatur der „scheibenförmigen Körperchen“ erblicken, indem sich auch die typischen Großkerne, wie bekannt, durch Amitose vermehren. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß die amitotischen Teilungsfiguren auf die nicht erfolgte Differenzierung der Präparate zurückzuführen sind. KONSULOFF gibt ausdrücklich zu, daß er seine Präparate nicht differenziert hatte,

wenn er die Teilungsstadien von „scheibenförmigen Körperchen“ erhalten wollte.

So wie es bei den Teilungsfiguren der Bläschenkerne der Fall ist, unterscheiden sich mit Rücksicht auf ihre Größe auch die Teilungsfiguren der „scheibenförmigen Körperchen“ nicht selten erheblich voneinander. Die Größenunterschiede der Teilungsfiguren der „scheibenförmigen Körperchen“ sind kaum anders als durch die Annahme zu erklären, daß die verschiedengroßen „scheibenförmigen Körperchen“, d. h. die auf verschiedener Wachstumsstufe stehenden „scheibenförmigen Körperchen“ sich durch die Teilung vermehren können und auch in der Tat sich vermehren.

5. Das Schicksal der „scheibenförmigen Körperchen“ während der Ruheperiode.

KONSULOFF (1922) gibt an, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ während der Ruheperiode und der Gametenbildung im Protoplastmakörper aufgelöst und resorbiert werden. So enthalten nach den Angaben KONSULOFF'S weder die Ruhestadien noch die aus den Ruhestadien ausschöpfenden Gameten die „scheibenförmigen Körperchen“. Da KONSULOFF die „scheibenförmigen Körperchen“ als die Großkerne bei Opalinen betrachtet, erblickt er in der vermeintlichen Auflösung und Resorption der „scheibenförmigen Körperchen“ während der Ruheperiode und der Gametenbildung einen Analogieprozeß, der dem Auflösungs- und Resorptionsprozesse der typischen Großkerne bei typischen Infusorien während der Conjugation entspricht.

Die Angaben KONSULOFF'S über das Schicksal der „scheibenförmigen Körperchen“ während der Ruheperiode und während der mit der Ruheperiode verbundenen Gametenbildung kann ich nicht bestätigen. Nach meinen zahlreichen Beobachtungen enthalten die vor der Gametenbildung gebildeten Ruhestadien immer eine größere oder kleinere Zahl der „scheibenförmigen Körperchen“. Neben einem oder mehreren erwachsenen Bläschenkernen sind in den Gamogonieruhestadien immer auch mehrere, nicht selten zahlreiche „scheibenförmige Körperchen“ zu sehen. Die Stadien der Gametenbildung und das Freiwerden der Gameten habe ich nicht beobachtet. Da aber die Stadien aus den Gamogonieruhestadien gebildet werden, kann man annehmen, daß auch die Gameten die „scheibenförmigen Körperchen“ enthalten werden. Ich kann hier völlig den Angaben von MAYER zustimmen, wenn dieser Forscher ausdrücklich betont, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ den ganzen Lebenskreis

hindurch (also auch während der geschlechtlichen Periode, während der Gametenbildung und ihrer Befruchtung) erhalten werden.

Ich glaube, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ infolge eines Beobachtungsfehlers von KONSULOFF übersehen worden sind. Bei Differenzierung entfärben sich nämlich die „scheibenförmigen Körperchen“ in den Ruhestadien sehr leicht, so daß es den Anschein hat, als ob sie unter der Auflösung und Resorption verschwunden wären. Wenn man aber die Ruhestadien, welche infolge der Entfärbung nicht mehr die „scheibenförmigen Körperchen“ zu enthalten scheinen, aufs neue färbt und darauf besonders die Aufmerksamkeit lenkt, daß sie sich nicht mehr entfärben, treten die scheinbar aufgelösten und resorbierten „scheibenförmigen Körperchen“ aufs neue auf.

Demnach sind niemals Ruhestadien ohne „scheibenförmige Körperchen“ zu treffen. Es scheint aber das Umgekehrte möglich zu sein, nämlich: daß Ruhestadien gebildet werden, die keine erwachsenen Bläschenkerne enthalten. Ein solches, sehr junges Ruhestadium ist in der Textfig. 1 wiedergegeben worden. Wie ersichtlich, hat das zur Ruhe sich anschickende Tier noch nicht die Ruhecyste völlig ausgebildet. Die homogen erscheinende, glashelle Ectocyste ist schon ausgeschieden. Die völlige Abrundung des Ruhetieres

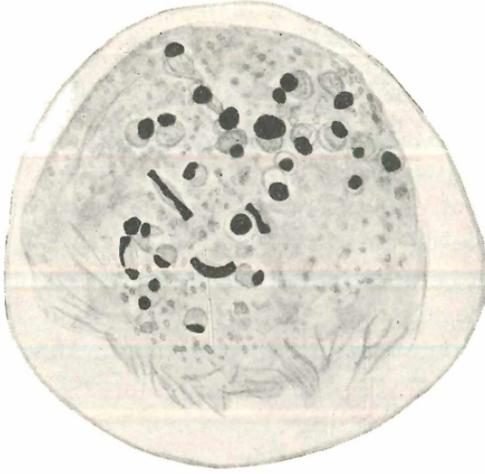


Fig. 1. SCHAUDINN's Sublimatalkohol, HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin. Vergrößerung: ZEISS Oc. 4, Obj. Hom.-Imm. 1,5 mm. Auf $\frac{1}{5}$ verkleinert.

und die Bildung der inneren Entocyste sind aber noch nicht vollendet. Das Ruhetier enthält aber nur die „scheibenförmigen Körperchen“. Keine Spur von irgendeinem erwachsenen Bläschenkerne ist zu sehen. Solche keine erwachsene Bläschenkerne enthaltenden Ruhestadien sind vereinzelt hier und da zu treffen. Es ist aber noch ausdrücklich hervorzuheben, daß auch bei der Beobachtung solcher Stadien ein Beobachtungsfehler leicht zu begehen ist, da bei den Ruhestadien sich manchmal die erwachsenen Bläschenkerne leicht entfärben und nicht mehr zu sehen sind, als ob sie in den Ruhestadien nicht vorhanden wären. Bei aufmerksamer Beobachtung sind aber solche Stadien, die nur scheinbar ohne die erwachsenen

Bläschenkerne zu sein scheinen, von jenen sicher zu unterscheiden, die in der Tat keine Bläschenkerne, sondern nur „scheibenförmige Körperchen“ enthalten.

Künftigen Untersuchungen wird es vorbehalten sein, die Angaben über die bläschenkernlosen Ruhestadien durch umfangreichere Beobachtungen nachzuprüfen. Wenn wir die Tatsache in Betracht ziehen, daß die erwachsenen Bläschenkerne das ganze vegetative Leben hindurch durch das Heranwachsen der „scheibenförmigen Körperchen“ neugebildet werden, wird auch ohne weiteres klar, wieso die bläschenkernlosen Ruhestadien doch einmal die erwachsenen Bläschenkerne werden enthalten können.

MAYER gibt ausdrücklich zu, daß er die Entstehungsweise der „scheibenförmigen Körperchen“ nicht verfolgen und aufklären konnte. Wenn man ins Auge faßt, wie die „scheibenförmigen Körperchen“ in überaus großer Zahl bei Opalinen zu treffen sind, ist es wohl als sonderbar zu bezeichnen, daß ihre Entstehungsweise, wenn die Gebilde in der Tat während des vegetativen Lebens neu entstehen, gar nicht zu beobachten und festzustellen ist. Die nicht überwindliche Schwierigkeit, die sich erhebt, sobald man auf dem Standpunkte von MAYER steht, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ im Laufe des Stoffwechsels neugebildet werden, wird ohne weiteres durch die Annahme aufgehoben, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ die Opalinenkerne darstellen. So wie bei allen Kernen ist auch bei den „scheibenförmigen Körperchen“ die Entstehungsweise nur durch Teilung möglich, was auch tatsächlich vorkommt.

6. Vergleich der in dieser Arbeit beschriebenen Befunde mit jenen früherer Forscher.

MAYER hat die Opalinenliteratur so ausführlich besprochen, daß ich mich damit begnügen kann, jene Befunde der früheren Forscher hier zu erwähnen, aus denen mehr oder minder deutlich zu ersehen ist, daß ähnliche Kernverhältnisse auch von den früheren Forschern mehr oder minder sicher beobachtet, wenn auch nicht erkannt und richtig gedeutet wurden.

Es sind vor allem die Resultate der Untersuchungen von TÖNNIGES (1898, 1899) hier zu erwähnen, welcher Forscher durch eine Reihe mikrochemischer Reaktionen zuerst den Nachweis erbracht hatte, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ keine Reserve- oder Sekretstoffe darstellen. TÖNNIGES hat auch als erster die Vermehrung der „scheibenförmigen Körperchen“ durch Teilung angegeben.

Nur gibt TÖNNIGES fälschlich an, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ sich durch Amitose anstatt durch Mitose vermehren.

Die Angaben von TÖNNIGES über die Vermehrung der „scheibenförmigen Körperchen“ durch Teilung sind von KUNSTLER et GINESTE (zitiert nach KONSULOFF, 1922) bestätigt worden. Nur ist es im Hinblick auf die Untersuchungen der erwähnten Forscher merkwürdig, daß sie die „scheibenförmigen Körperchen“, obwohl sie deren Teilung festgestellt haben, doch als irgendwelche mit Sekretbildung in Zusammenhang stehende Gebilde auffassen möchten.

Auch HICKSON (1903) hat feststellen können, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ sowie alle Kerne Chromatin enthalten. Er faßt die „scheibenförmigen Körperchen“ als die Kleinkerne, die erwachsenen Bläschenkerne als die Großkerne auf. Daß die erwachsenen Bläschenkerne nicht mit den Großkernen bei typischen Infusorien zu vergleichen sind, ist aus der Tatsache zu ersehen, daß die erwachsenen Bläschenkerne bei Gameten als Befruchtungskerne funktionieren, was bei den Großkernen niemals vorzukommen pflegt.

METCALF (1909) hat die durch die mikrochemischen Reaktionen gewonnenen Angaben von TÖNNIGES vollauf bestätigen können. Er stellte fest, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ sich färberisch so wie Chromatin verhalten. Daraus zieht METCALF den Schluß, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ Chromatin enthalten. Da er aber keine Teilung der „scheibenförmigen Körperchen“ auffinden konnte, möchte er die Chromatizität der Gebilde auf eine ganz andere Weise erklären. Er glaubt nämlich annehmen zu dürfen, daß das Chromatin aus den erwachsenen Bläschenkernen im aufgelösten Zustande durch die Kernmembran in das Protoplasma übertritt, wo es sich zu den „scheibenförmigen Körperchen“ zusammenballt. Zu jener Zeit, als die Chromidiallehre ihre Blütezeit hatte, konnte man, wie es METCALF tut, in dieser Weise spekulieren. Heute ist aber die Möglichkeit ohne weiteres zu verwerfen.

Wie KONSULOFF in seiner ersten Opalinenarbeit hervorhebt, hat er absichtlich seine Präparate überhaupt nicht differenziert, um die Teilungsstadien der „scheibenförmigen Körperchen“ besser unterscheiden zu können. Darauf ist wohl der Unterschied zwischen diesem Forscher und mir zurückzuführen, daß er eine Amitose, ich dagegen eine Mitose bei der Teilung der „scheibenförmigen Körperchen“ gefunden habe. Die außergewöhnlich dicke Membran der „scheibenförmigen Körperchen“ hebt KONSULOFF (1922, 1930, 1931) in mehreren Arbeiten mit Nachdruck hervor. Mit KONSULOFF möchte ich auch der allzu dicken Membran der „scheibenförmigen

Körperchen“ teilweise einen Einfluß auf den negativen Ausfall der FEULGEN'schen Nuclearreaktion zuschreiben. Es scheint mir dabei von noch viel größerer Bedeutung die Tatsache zu sein, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ infolge ihrer Winzigkeit nicht selten nur Spuren von Chromatin enthalten, infolgedessen die positive Nuclearreaktion mit äußerst großen Schwierigkeiten verbunden sein mag. Mit Entschiedenheit muß ich aber die Annahme KONSULOFF's, nach der die „scheibenförmigen Körperchen“ den Großkernen bei typischen Infusorien entsprechen sollen, in Abrede stellen, da die beiden von KONSULOFF dafür angeführten Beweise nicht feststehen, nämlich: 1. die „scheibenförmigen Körperchen“ teilen sich nicht durch Amitose, sondern durch Mitose; 2. die „scheibenförmigen Körperchen“ werden den ganzen Lebenskreis hindurch nicht aufgelöst und resorbiert, sie verschwinden also aus dem Protoplasma-körper der Opalinen niemals. Wie die KONSULOFF's Annahme sich nicht halten kann, zeigt auch die folgende, sehr große Lücke in der Beweisführung von KONSULOFF. KONSULOFF gibt an, daß die „scheibenförmigen Körperchen“ mit dem Eintreten der Ruheperiode und der Gametenbildung aufgelöst und resorbiert werden. Er macht aber überhaupt keine Angaben darüber, wie die „scheibenförmigen Körperchen“ neugebildet werden. Die entsprechenden Angaben von TÖNNIGES kann ich nicht als beweiskräftig betrachten, da TÖNNIGES offenbar die Caryosomplastinbrocken mit den „scheibenförmigen Körperchen“ verwechselt hat.

MAYER möchte die „scheibenförmigen Körperchen“ nicht als Kerne, sondern als irgendwelche Sekretprodukte auffassen. Beim aufmerksamen Lesen seiner Angaben überzeugt man doch bald darüber, daß er viele für die Kernnatur der „scheibenförmigen Körperchen“ sprechenden Einzelheiten mehr oder minder deutlich gesehen und beschrieben, wenn auch nicht erkannt und richtig gedeutet hat. So spricht MAYER ausdrücklich über eine Vakuole, durch welche die „scheibenförmigen Körperchen“ umgeben sind. Es handelt sich hier offenbar um die Membran der „scheibenförmigen Körperchen“, die von MAYER nur nicht ganz gut erkannt ist. MAYER hat auch die verschiedenen Übergangsstadien zwischen den „scheibenförmigen Körperchen“ und den erwachsenen Bläschenkernen gesehen. Dafür sprechen auch die fast allen von ihm beigegebenen Abbildungen. Ebenso hat MAYER das Plastin- und Chromatinmaterial bei den „scheibenförmigen Körperchen“ beobachtet. Es sind dies wohl die von ihm als „Granula“ bezeichneten Gebilde in den „scheibenförmigen Körperchen“.

Es sind aber besonders die Angaben von NERESHEIMER (1907) hier zu erwähnen, welcher Forscher nicht nur als erster die Gametenbildung und ihre Befruchtung bei Opalinen, sondern auch das Heranwachsen der „scheibenförmigen Körperchen“ in die erwachsenen Bläschenkerne beobachtet und eingehend beschrieben hat. Nur möchte ich nicht der Annahme von NERESHEIMER beipflichten, daß das Heranwachsen nur während der Gametenbildung vorkommt und daß dadurch die „Kleinkerne“ bei Opalinen gebildet werden.

7. Zur Deutung der Kernverhältnisse und der Kernteilung bei Opalinen, nebst Bemerkungen über die systematische Stelle der Familie *Opalinidae* im allgemeinen.

Wenn wir die Bemühungen der bisherigen Forscher, die Kernverhältnisse und die Kernteilung bei Opalinen zu erklären, überblicken, fällt es auf, daß all die Bemühungen darauf gerichtet worden sind, auch die Kernverhältnisse bei Opalinen mit dem allgemeinen Schema der Kernverhältnisse bei Infusorien in Einklang bringen zu können. Seit den klassischen Untersuchungen von MAUPAS (1889), R. HERTWIG (1889) und anderen Begründern der modernen Infusorienforschung nimmt man allgemein an, daß die ciliaten Infusorien zwei physiologisch verschiedene Kernsorten, die sog. somatischen Großkerne und die sog. generativen Kleinkerne, besitzen. Die Bemühungen der bisherigen Opalinenforscher wurden demgemäß darauf gerichtet, die Doppelkernigkeitstheorie bei sog. typischen Infusorien auch auf die Opalinen in dieser oder jener Form ausdehnen zu können.

Es wurden im ganzen zweierlei Versuche gemacht, die Doppelkernigkeitstheorie auch bei Opalinen zur Geltung bringen zu können. Der erste Versuch wurde von TÖNNIGES (1898, 1899) unternommen, als dieser Forscher die „scheibenförmigen Körperchen“ als möglichen Ersatz für die typischen Großkerne bezeichnete. TÖNNIGES (1919) hat den Standpunkt später aufgegeben. Daß die „scheibenförmigen Körperchen“ den Großkernen bei typischen Infusorien entsprechen, vertritt KONSULOFF (1922, 1930, 1931) mit Entschiedenheit. METCALF, dem sich TÖNNIGES (1919), REICHENOW (1929) u. a. angeschlossen haben, hat den zweiten Versuch gemacht, die Doppelkernigkeitstheorie bei typischen Infusorien auch auf die Opalinen verallgemeinern zu können. METCALF glaubte in den erwachsenen Bläschenkernen von Opalinen, morphologisch die beiden Kernsorten der anderen Infusorien unterscheiden zu können. Während der Teilung der

Bläschenkerne kommt nach METCALF die Doppelkernigkeit dadurch zum Ausdruck, daß bei den Kernen in einer und derselben Teilungsfigur die zwei Sorten der Chromosomen, die sog. somatischen „Macrochromosomen“ und die sog. generativen „Microchromosomen“ gebildet werden.

Daß die beiden Versuche nicht mit dem Tatsachenmaterial übereinstimmen, geht aus meinen Untersuchungen hervor. Die „scheibenförmigen Körperchen“, durch deren Heranwachsen die typischen Bläschenkerne gebildet werden, kann man nicht als irgendwelche Großkerne betrachten, da bei Infusorien die während der geschlechtlichen Periode als Befruchtungskerne funktionierenden Kleinkerne nirgends aus den Großkernen entstehen. Da das die sog. „Macrochromosomen“ bildende, färbbare Material der Bläschenkerne bei Opalinen überhaupt nicht das Chromatin ist, sondern die Platinbrocken des Caryosoms darstellt, ist auch der Versuch von METCALF als mißlungen zu bezeichnen.

In einer in letzter Zeit erschienenen Arbeit (IVANIĆ, 1932) habe ich versucht nachzuweisen, daß die sog. Doppelkernigkeitstheorie bei Infusorien mit ihrer Annahme über die zwei physiologisch verschiedenen Kernsorten, die sog. somatischen Großkerne und die sog. generativen Kleinkerne, deswegen den Tatsachen nicht entspricht, weil die Großkerne eigentlich keine somatischen, sondern mehr oder minder degenerativen Kerngebilde darstellen. Ich habe dabei auch auf einige Fälle aufmerksam gemacht, in welchen die Großkerne überhaupt nicht gegeben sind. Nun kommen die *Opalinidae* hinzu, um die Zahl der großkernlosen Infusorien erheblich zu vermehren. Es scheint mir nun von besonderem Interesse der von SWARCZEWSKY (1928) bei *Spirochona elegans* beschriebene Fall zu sein. Vergleichen wir die Kernverhältnisse bei Opalinen mit jenen bei *Spirochona elegans*, so überzeugen wir uns leicht, daß in den beiden Fällen die typischen Bläschenkerne als die Befruchtungskerne während der geschlechtlichen Periode funktionieren. Nur ein nicht prinzipieller Unterschied ist darin gegeben, daß die Opalinen während des vegetativen Lebens entweder in Zweizahl oder in Vielzahl die Bläschenkerne besitzen, *Spirochona elegans* aber besitzt nur einen einzigen Bläschenkern. Während der geschlechtlichen Periode und Befruchtung verschwindet aber auch der Unterschied, weil auch bei Opalinen während der Befruchtung die nur einen Bläschenkern enthaltenden Gameten zu finden sind.

Die Kernverhältnisse sowie der Zeugungskreis bei Opalinen sind der Anlaß gewesen, die Opalinen als eine phylogenetisch primitive Gruppe aufzufassen und den typischen Infusorien gegenüberzustellen (METCALF, 1909). Die Opalinen wurden unter dem Namen *Protociliata* den typischen Infusorien, die Unterklasse *Euciliata*, gegenübergestellt.

Ich möchte sowohl den Zeugungskreis als auch die Kernverhältnisse bei Opalinen nicht als genügende Gründe für diese stammesgeschichtliche Einteilung der Klasse Infusorien betrachten. Wenn man in der Gametenbildung und Befruchtung die Belege der phylogenetischen Primitivität der Opalinen erblicken will, bleibt noch zu erklären, warum manche sog. typischen Infusorien, die Groß- und Kleinkerne besitzen, während der geschlechtlichen Periode nicht die Conjugation, sondern Gametenbildung und deren Befruchtung haben (z. B. *Ichthyophytirius multifiliis*). Die Kernverhältnisse bei Opalinen möchte ich deshalb nicht als ein Ausdruck ihrer phylogenetischen Primitivität betrachten, da die Bildung der Großkerne bei den sog. typischen Infusorien keine Folge der phylogenetischen Entwicklung, sondern nur als eine pathologisch-degenerative Erscheinung zu bezeichnen ist.

Doch muß ich hervorheben, daß die erwähnten morphologischen Unterschiede als wohl genügend zu betrachten sind, um die Opalinen in eine geschlossene Gruppe zusammenfassen zu können und den Großkern besitzenden Infusorien gegenüberzustellen. Zu dieser Gruppe sind aber auch alle anderen, echte Großkerne nicht besitzenden Infusorien zuzuzählen (*Stephanopogon mesnili* nach LWOFF, 1923, *Spirochona elegans* nach SWARCZEWSKY, 1928). Als Übergangsformen zwischen dieser großkernlosen Gruppe und jener mit den typischen Großkernen wären jene Infusorien zu betrachten, die bläschenförmige Großkerne besitzen (*Conchophytirius Steenstrupi* nach ROSSOLIMO und JAKIMOWITSCH, 1929, *Loxodes*-, *Chilodon*-Arten usw.). Bei diesen Infusorien ist die Großkernbildung eingetreten und daneben sind noch ein Kleinkern oder mehrere Kleinkerne zu sehen. Die Großkerne aber haben noch den Bläschenbau beibehalten. Es ist aber bei einer solchen, auf die Kernunterschiede sich begründenden Einteilung immer ins Auge zu fassen, daß es sich hier um keine stammesgeschichtliche Einteilung handelt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Wie alle *Opalinidae* besitzt auch die *Cepedea dimidiata* zahlreiche, sog. „scheibenförmige Körperchen“, deren Bedeutung bisher fraglich war, und ebenso zahlreiche, typische Bläschenkerne.

2. Die „scheibenförmigen Körperchen“ erwiesen sich nach Untersuchungen des Verf. als winzige, aber ihrem feineren Bau nach typische Kerngebilde. Wie alle Kerne, sind auch die „scheibenförmigen Körperchen“ dem übrigen Protoplasma gegenüber von einer nicht selten ungemein dicken und sehr deutlichen Membran umgeben. Wie alle sog. Caryosom-, resp. Bläschenkerne bei Protozoen, bestehen auch die „scheibenförmigen Körperchen“ aus einer mehr oder minder festgefügt Lininkugel und aus den beiden färbbaren Substanzen, der Plastinsubstanz des Caryosoms und dem feinkörnigen Chromatinmateriale.

3. Zwischen den winzigsten „scheibenförmigen Körperchen“ und den erwachsenen typischen Bläschenkernen sind alle Übergangsstadien zu finden, was in dem Sinne zu deuten ist, daß durch das Heranwachsen der winzigen „scheibenförmigen Körperchen“ nach und nach die typischen, erwachsenen Bläschenkerne entstehen.

4. Die Kernnatur der „scheibenförmigen Körperchen“ ist auch aus ihrer Fähigkeit, sich durch regelmäßige Mitose zu vermehren, zu ersehen. Die Mitose der „scheibenförmigen Körperchen“ ist mit jener der erwachsenen Bläschenkerne identisch.

5. Die „scheibenförmigen Körperchen“ bleiben bei Opalinen das ganze Leben hindurch erhalten. Sie werden also nicht während der geschlechtlichen Periode aufgelöst und resorbiert.

6. Die Bläschenkerne von *Cepedea dimidiata* stellen sich in einer typischen und in einer atypischen Form dar. In typischer Form besitzen die Bläschenkerne ein einheitliches Plastincaryosom; in atypischer Form teilt sich das Plastincaryosom auf dem Wege eines einfachen Durchschnürungsprozesses in mehrere Teilstücke. Es ist eine Eigenartigkeit der Teilstücke des Plastincaryosoms, daß sie eine Zeitlang ihre Durchschnürungsfähigkeit beibehalten. Die sog. „Macrochromosomen“ bei Opalinen sind keine echten Chromosomen, sondern die Teilstücke des Plastincaryosoms.

7. Die sog. „Microchromosomen“ sind als echte Chromosomen zu bezeichnen, da sie auf Kosten des körnigen Chromatinmaterials gebildet werden.

8. Die Teilung der Bläschenkerne von *Cepedea dimidiata* ist eine Mitose. Die diploide Chromosomenzahl beträgt 6 oder 8.

9. Weder im Bau ihrer Bläschenkerne noch in ihren Kernverhältnissen weist *Cepedea dimidiata* zwei physiologisch verschiedene Kernsorten auf. Demnach ist die Doppelkernigkeitstheorie bei sog. typischen Infusorien keineswegs auf die Vertreter der Familie *Opalinidae* auszudehnen.

10. Da die Großkernbildung bei typischen Infusorien keine Folge der stammesgeschichtlichen Entwicklung, sondern eine pathologisch-degenerative Erscheinung ist, ist deren Bildung kein Wert vom phylogenetischen Standpunkt aus zuzuschreiben. Das Ausbleiben der Großkernbildung bei Opalinen ist demnach kein Zeichen ihrer phylogenetischen Primitivität im System der Infusorien. Ebenso wenig ist die Gametenbildung und deren Befruchtung bei Opalinen als Zeichen ihrer phylogenetischen Primitivität zu betrachten, da auch manche typische Infusorien (z. B. *Ichthyophytirius multifiliis*) solche geschlechtlichen Verhältnisse anstatt der Conjugation aufweisen.

Nachtrag.

Prof. HARTMANN macht mich darauf aufmerksam, daß es vom Interesse gewesen wäre, auch die Möglichkeit näher nachzuprüfen, ob auch die umgekehrte Entwicklungsreihe in Betracht zu ziehen berechtigt wäre, nämlich: daß die „scheibenförmigen Körperchen“ nicht durch das Heranwachsen nach und nach zu den erwachsenen Bläschenkernen werden, sondern daß die erwachsenen Bläschenkerne sich infolge eines Degenerationsprozesses nach und nach in die immer kleineren „scheibenförmigen Körperchen“ rückbilden, um endlich unter dem Degenerations- und Auflösungsprozesse spurlos zu verschwinden.

Dem Herrn Prof. HARTMANN für seine liebenswürdige Suggestion bestens dankend, glaube ich im Hinblick auf die Möglichkeit das Folgende sagen zu können. Die Möglichkeit wurde auch von mir in Erwägung gezogen, ich habe aber aus folgenden Gründen bald davon Abstand nehmen müssen: 1. Die „scheibenförmigen Körperchen“ besitzen auf allen Wachstumsstadien denselben regelmäßig wiederkehrenden Bau, was niemals bei den degenerativen Prozessen der Fall ist; 2. die „scheibenförmigen Körperchen“ vermehren sich durch eine regelmäßige, mit jener der erwachsenen Bläschenkerne identischen Mitose; 3. wenn wir bei den viele erwachsene Bläschenkerne besitzenden Opalinen einigermaßen uns noch die Entstehung von Hunderten und Aberhunderten so verschiedengroßen „scheibenförmigen Körperchen“ vorzustellen noch imstande gewesen wären, ist kaum zu erklären, wie die Hunderte und Aberhunderte von verschiedenstgroßen „scheibenförmigen Körperchen“ bei den nur zwei erwachsene Bläschenkerne enthaltenden Opalinen auf Kosten von nur zwei vorkommenden erwachsenen Bläschenkernen gebildet werden könnten, so daß dabei immer zwei erwachsene Bläschenkerne unverändert erhalten bleiben.

Literaturverzeichnis.

- HERTWIG, RICHARD (1889): Über die Conjugation der Infusorien. Abh. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. II. Kl. Bd. 17.
- HICKSON, S. J. (1903): The Infusoria or Corticata heterokaryota. Lankester, A Treatise on Zoology Part. 1.
- IVANIĆ, MOMČILO (1924): Zur Kenntnis der Fortpflanzungserscheinungen einiger Süßwasseramöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 50.
- (1928): Bau und Teilung des Kernapparates bei *Colpidium colpoda* STEIN. Zool. Anz. Bd. 75.
- (1932): Neue Beiträge zur Kenntnis der mit den Reorganisationsprozessen des Kernapparates verbundenen Vermehrungsstadien von *Chilodon uncinatus* EHRBG., nebst einem neuen Beitrage zur Kenntnis der promitotischen Teilung des Großkernes bei Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 79.
- KONSULOFF, STEFAN (1922): Untersuchungen über *Opalina*. Ibid. Bd. 44.
- (1930): Haben die *Opaliniden* zwei Kernarten wie die anderen Infusorien? Ibid. Bd. 71.
- 1930): Über die Färbbarkeit der Kerne der Infusorien aus der Familie der *Opaliniden* im Zusammenhang mit der Bedeutung der FEULGEN's mikrochemischen Reaktion. Ibid. Bd. 73.
- LWOFF, ANDRÉ (1923): Sur un infusoire cilié homocaryote à vie libre. C. R. Acad. Sc. T. 177. Paris.
- MAUPAS, ET. (1889): Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Arch. zool. expér. et gén. II. ser. T. 7.
- MAYER, G. A. W. VAN OVERBEEK de . . . (1929): Beiträge zu Wachstums- und Plasmadifferenzierungserscheinungen an *Opalina ranarum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 66.
- NERESHELMER, E. (1907): Die Fortpflanzung der *Opalinen*. Arch. f. Protistenk. Suppl. 1.
- REICHENOW, EDUARD (1928): Ergebnisse mit der Nuclearfärbung bei Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 61.
- (1929): Lehrbuch der Protozoenkunde. 5. Aufl. Jena.
- ROSSOLIMO, L. L. u. JAKIMOWITSCH, K. (1929): Die Kernteilung von *Conchophytirius Steenstrupi* ST. Zool. Anz. Bd. 84.
- SWARCZEWSKY, BORIS (1928): Beobachtungen über *Spirochona elegans* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 61.
- TÖNNIGES, CARL (1898): Die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum*. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg.
- (1899): Nachtrag zu den Untersuchungen über die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum*. Ibid.
- (1919): Weitere Mitteilungen über die feineren Bauverhältnisse und über die Fortpflanzung von *Opalina ranarum*. Ibid.

Tafelerklärung.

Tafel 1 u. 2.

Sämtliche Figuren der Tafeln beziehen sich auf *Cepedea dimidiata* und sind nach den mit SCHAUDINN'schem Sublimatalkohol fixierten und mit HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten mit Hilfe des ABBÉ'schen Zeichenapparates in der Höhe des Arbeitstisches entworfen. Vergrößerung bei den sämtlichen Figuren: ZEISS Oc. 4 Obj. Hom. Imm. 1,5 mm.

Tafel 1.

Fig. 1. Typischer Bläschenkern, in welchem alle drei wesentlichen Kernsubstanzen zu unterscheiden sind: 1. die Lininkugel, 2. das kreisrunde, ansehnliche Plastincaryosom und 3. das feinkörnige Chromatin.

Fig. 2. Dasselbe Stadium, nur ist der Bläschenkern mehr in „Profilsicht“ zu sehen.

Fig. 3—10. Durchschnürungsstadien des Caryosoms oder Caryosomteilstücke. Die Stadien Fig. 3, 4, 6—8 enthalten noch das deutliche kornartige Gebilde.

Fig. 11—13. Riesengroße Bläschenkerne in „Profilsicht“. Das Caryosom einheitlich. Deutliche kornartige Gebilde.

Fig. 14. Bläschenkern mit zwei Teilstücken des Plastincaryosoms.

Fig. 15—18. Vorbereitungsstadien zur Teilung. Die Lininkugel tritt immer deutlicher hervor, die chromatischen Körnchen ordnen sich in die immer deutlicheren Körnchenreihen, die künftigen Chromosomen, an.

Fig. 19—21. Die polare Differenzierung der Lininkugel. Die Stadien Fig. 20 u. 21 enthalten noch die stabförmigen Gebilde, denen die differenzierende Rolle zuzuschreiben ist.

Fig. 22—24. Die Lininteilungsspindel fertig herausgebildet. Die Chromosomen haben noch nicht die Äquatorialplatte gebildet.

Fig. 25—27. Die Bildung der Äquatorialplattenstadien.

Fig. 28—42. Die fertig gebildeten Metaphasenstadien.

Fig. 43—50. Telophasenstadien.

Fig. 51—56. Die Stadien der Anaphase.

Fig. 57—61. Tochterkerne gleich nach erfolgter Durchschnürung des Mutterbläschenkernes.

Fig. 62—63. Anklänge der promitotischen Teilung.

Tafel 2.

Fig. 1. Eine Gruppe von sechs winzigen „scheibenförmigen Körperchen“ mit ausgesprochenem Bau der sog. Caryosom-, resp. Bläschenkerne.

Fig. 2. Eine Gruppe von sechszehn „scheibenförmigen Körperchen“ mit typischem Bläschenkernbau und deutlicher Membran.

Fig. 3. Die heranwachsenden „scheibenförmigen Körperchen“ sind in Achtzahl zu sehen. Typischer Bläschenkernbau.

Fig. 4. Eine Gruppe von drei „scheibenförmigen Körperchen“ mit regelmäßigem, wiederkehrendem Bläschenkernbau.

Fig. 5—7. Das Heranwachsen der „scheibenförmigen Körperchen“ zu den immer größeren, echten Kernen ist bei den Stadien in allen Übergangsstufen zu sehen.

Fig. 8. Die Durchschnürung des Plastincaryosoms in Teilstücke bei den „scheibenförmigen Körperchen“ sowie die Membranen sind bei den allen Stadien recht deutlich zu sehen.

Fig. 9. Verschiedene Stufen des Heranwachsens der „scheibenförmigen Körperchen“ zu erwachsenen Bläschenkernen.

Fig. 10. Vierzehn „scheibenförmige Körperchen“ mit typischem Bläschenbau. Daneben (rechts) ein erwachsener Bläschenkern.

Fig. 11—13. Die heranwachsenden „scheibenförmigen Körperchen“ mit außerordentlich deutlichem Bläschenbau.

Fig. 14—16. Die winzigen „scheibenförmigen Körperchen“ mit typischem Bläschenbau. Das links liegende Stadium Fig. 16 weist außerordentlich deutlich das körnige Chromatin auf.

Fig. 17 u. 18. Die an eine Promitose erinnernden Teilungsstadien der „scheibenförmigen Körperchen“.

Fig. 19—31. Mitotische Teilungsstadien der „scheibenförmigen Körperchen“ mit sehr feinspitzig ausgezogenen Spindeln. Nur das Stadium Fig. 28 erinnert an eine Promitose.

Fig. 32. Drei heranwachsende „scheibenförmige Körperchen“, wo das körnige Chromatin mit außerordentlicher Deutlichkeit zu sehen ist.

Fig. 33. Vier erwachsene Bläschenkerne, daneben ein „scheibenförmiges Körperchen“ mit Bläschenbau.

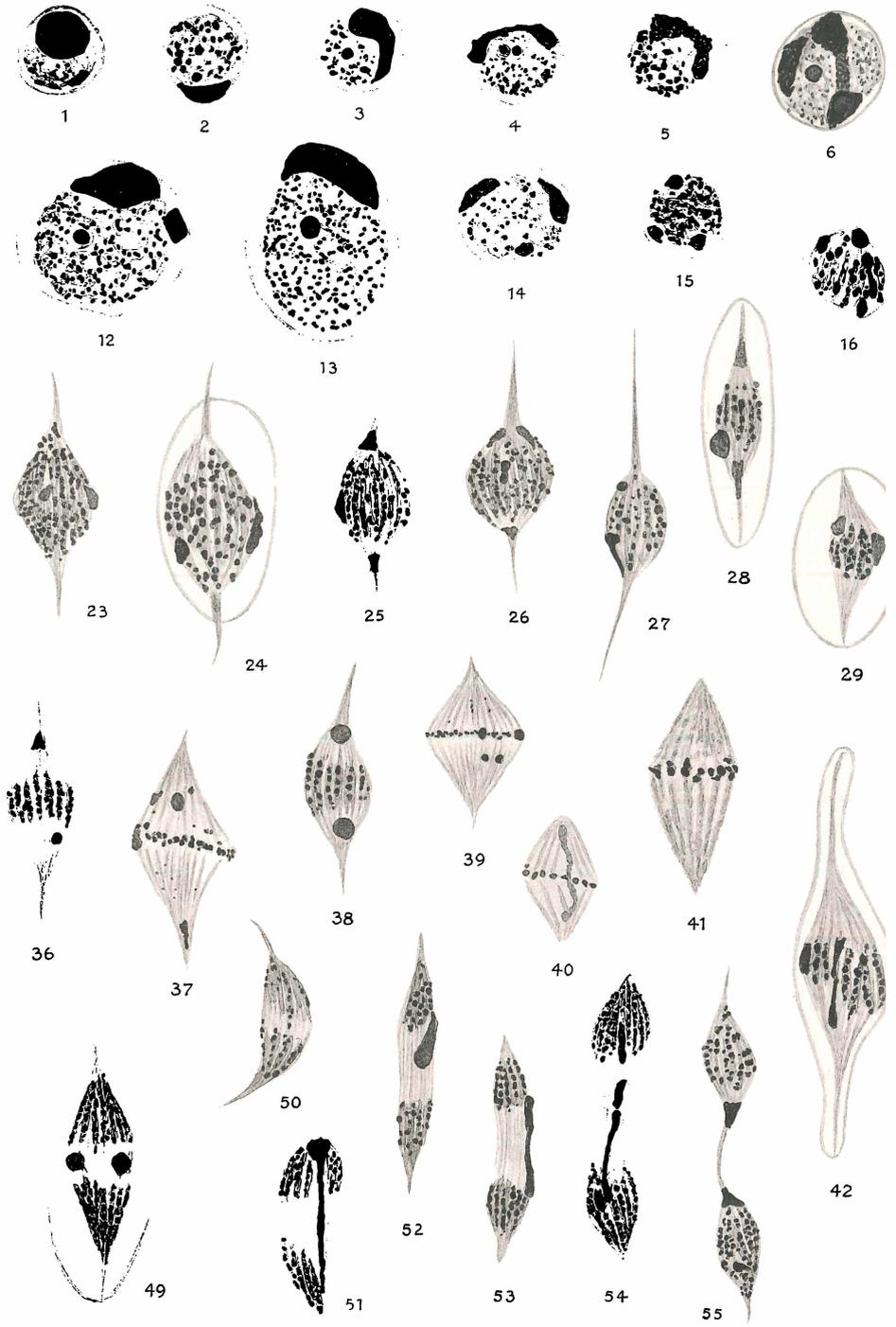
Fig. 34. Das Heranwachsen der „scheibenförmigen Körperchen“ zu typischen Bläschenkernen.

Fig. 35. Zwischen den zwei erwachsenen Bläschenkernen liegt ein „scheibenförmiges Körperchen“ mit Bläschenkernbau.

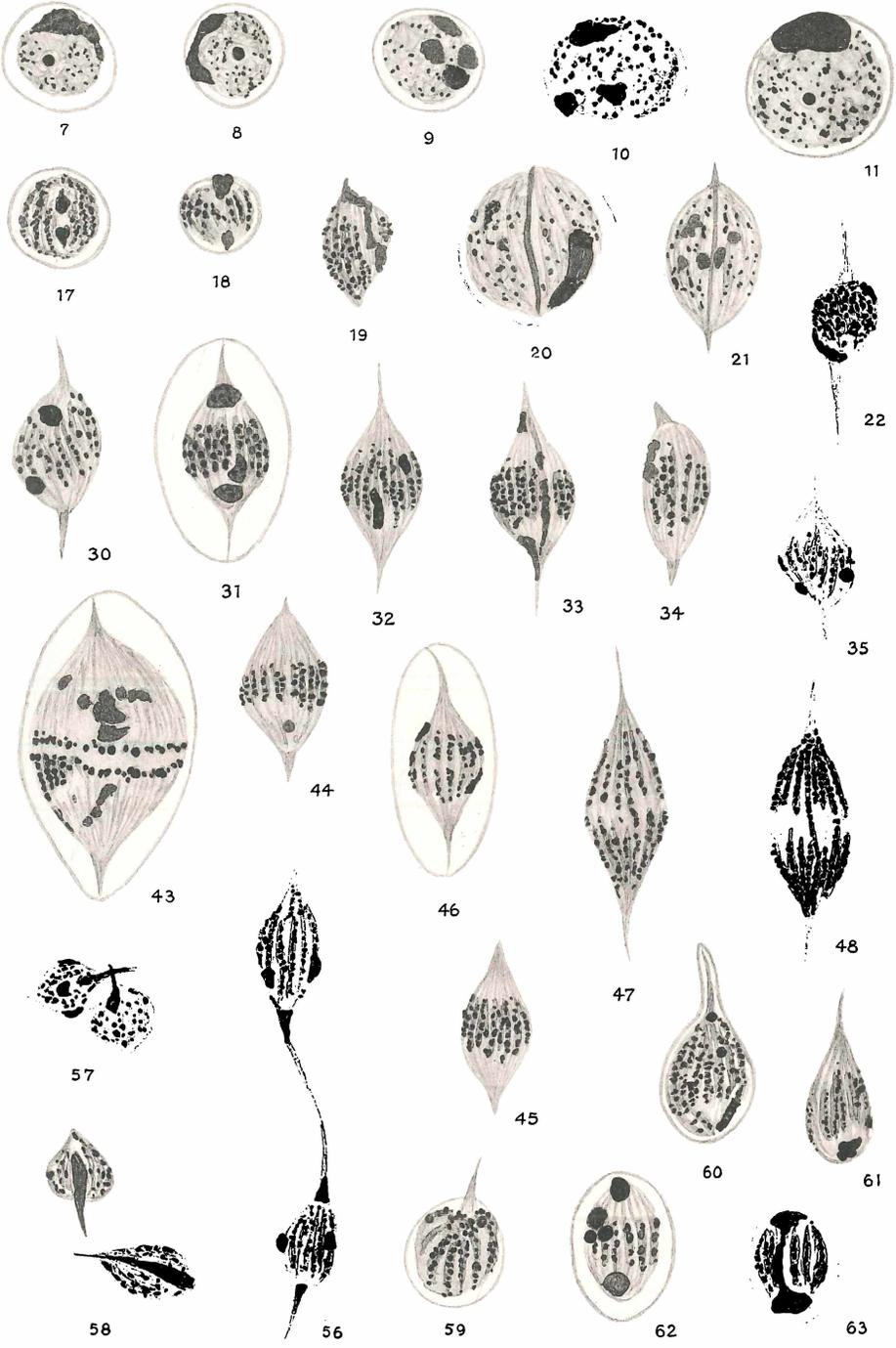
Fig. 36. Ein „scheibenförmiges Körperchen“ mit typischem Bläschenkernbau, daneben ein erwachsener Bläschenkern.

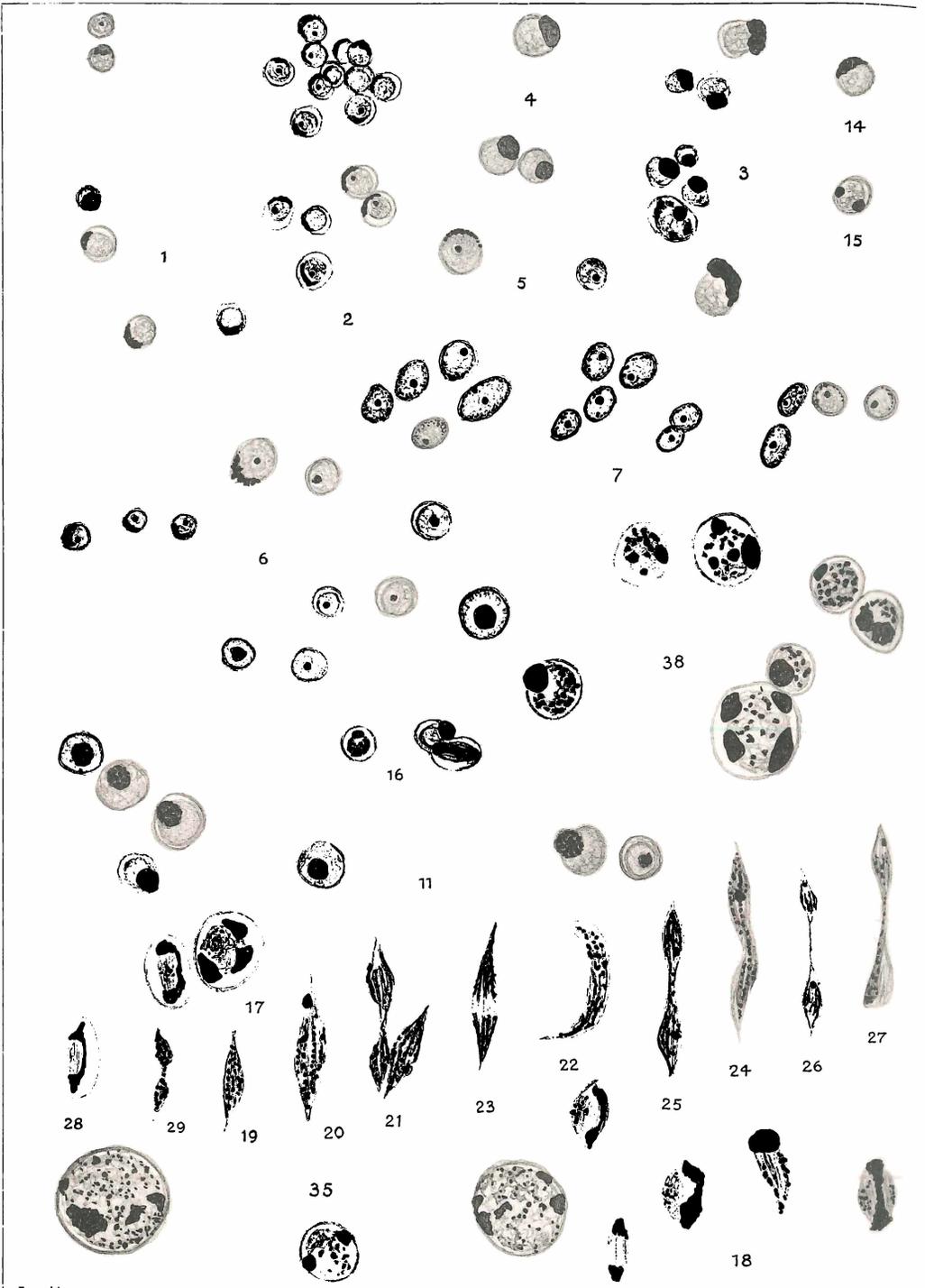
Fig. 37. Zwischen den zwei stark heranwachsenden „scheibenförmigen Körperchen“ mit ausgesprochenem Bläschenkernbau ein erwachsener Bläschenkern.

Fig. 38. Sieben „scheibenförmige Körperchen“ auf verschiedenen Stufen des Heranwachsens zu typischen Bläschenkernen. Daneben ein erwachsener Bläschenkern.

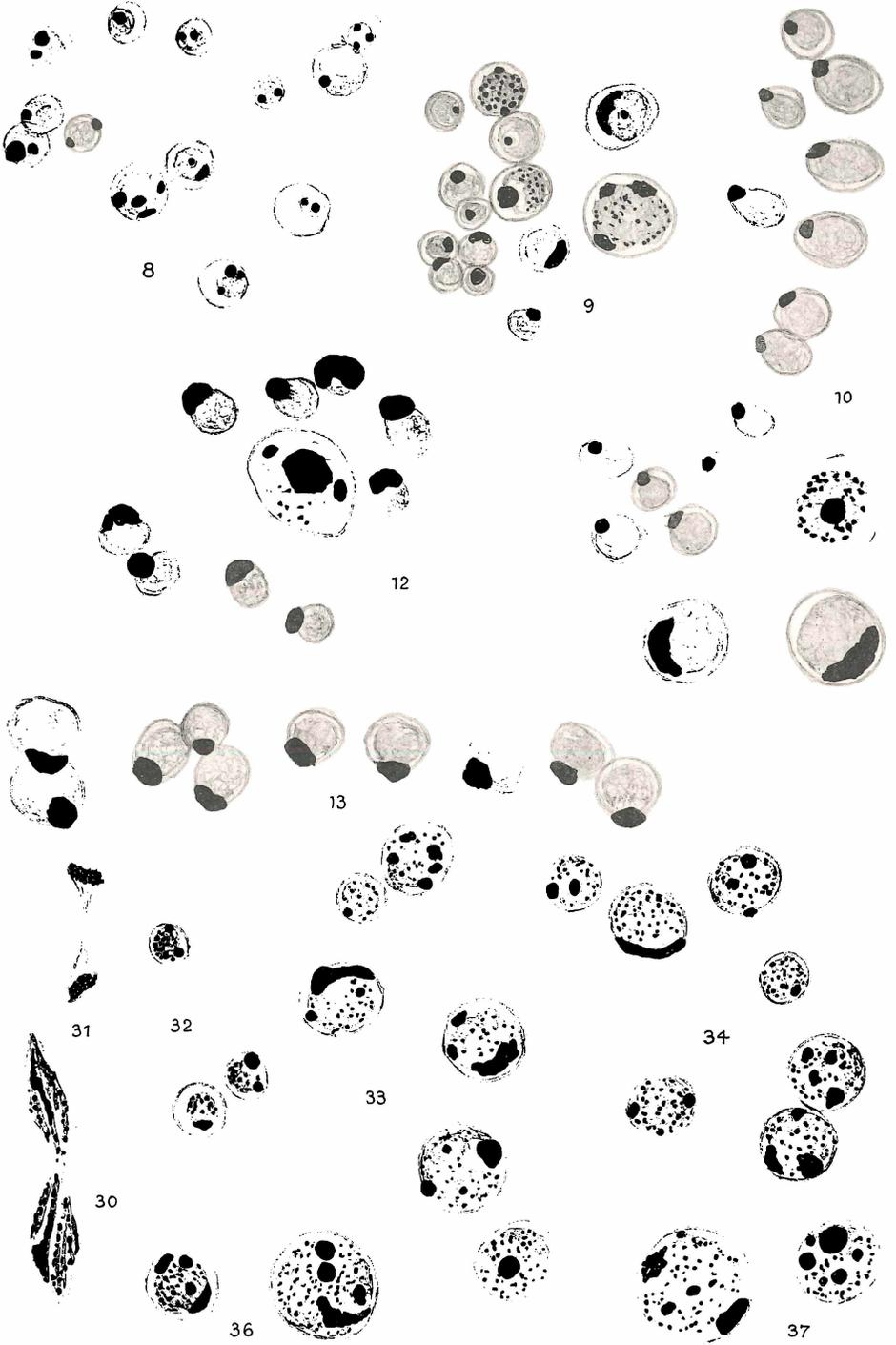


Ivanić gez.





Ivanic gez.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [80_1933](#)

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

Artikel/Article: [Zur Aufklärung der Kernverhältnisse und der Kernteilung bei der im Enddarme der gemeinen Erdkröte \(*Bufo vulgaris* Laur.\) lebenden Opaline, *Cepedea dimidiata* Stein . 1-35](#)