

Travail du laboratoire de zoologie de l'université de Grenoble.

Untersuchungen über Coccidien.

I. Adelea zonula nov. sp.

Von

Dr. Theodor Moroff.

(Hierzu Tafel II und 24 Textfiguren.)

Bis jetzt sind mehrere Arten der Gattung *Adelea* bekannt, die, obwohl im großen und ganzen in ihrer Entwicklung und hinsichtlich ihrer Cytologie übereinstimmend, doch im einzelnen bemerkenswerte Unterschiede aufweisen, so daß es entschieden falsch wäre, die Resultate vom Studium nur einer Art als maßgebend für die ganze Gattung anzusehen. Nach der ausgezeichneten Bearbeitung der Coccidien in den letzten zehn Jahren war ich mir bewußt, wie ich diese Untersuchung vornahm, daß man zu keinen überraschenden Resultaten mehr kommen könne. Im Laufe der Untersuchung haben sich jedoch so viele interessante Details herausgestellt, sei es im Kern während der Entwicklung des Parasiten, sei es im Plasma selbst, daß es mir der Mühe wert erscheint, diese Resultate zu veröffentlichen. Der ursprüngliche Zweck dieser Untersuchungen war in erster Linie der, persönliche Erfahrungen in dieser Protozoengruppe zu sammeln.

Bevor ich jedoch zur Darstellung der Untersuchungen selbst schreite, sei es mir auch an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. LOUIS LÉGER für den mir in seinem Laboratorium in liberalster Weise zur Verfügung gestellten Platz sowie für seinen wertvollen Rat, mit dem er mir während der ganzen Untersuchung behilflich

war bestens zu danken. Herrn EDMOND HESSE, Präparator im Laboratorim, für seine liebenswürdige Unterstützung während der Untersuchung und meinem Freunde Herrn CARL VAN DOUWE für die freundliche Durchsicht des Manuskripts sowie für das Lesen der Korrekturbogen schulde ich ebenfalls meinen besten Dank.

Material und Untersuchungsmethoden.

Die in nachstehendem beschriebene neue Art lebt in den Larven von *Blaps mortisaga*, und zwar anschließend in ihren Fettkörpern. Zu meinen Untersuchungen dienten mir auf natürlichem Wege infizierte Larven; außerdem unternahm ich mehrmals eine künstliche Infektion, die aus mir nicht recht begreiflichen Gründen leider nur teilweise gelang.

In dem hiesigen Zoologischen Institut befanden sich zwei große Bechergläser, worin sich die Larven und die erwachsenen Tiere dieses Insektes, von zwei verschiedenen Lokalitäten stammend, vorfanden. In dem einen Glas waren alle Larven infiziert; gewöhnlich wies jede derselben alle Parasiten ziemlich in demselben Entwicklungsstadium auf, was wohl auf eine einmalige Infektion hindeutet. Hingegen gab es aber auch solche, die ziemlich alle Entwicklungsstadien des Parasiten enthielten. Dieses Material habe ich auch für meine Untersuchungen benutzt.

Im zweiten Glase waren alle Tiere vollkommen parasitenfrei, und in den Dutzenden von Larven, die ich öffnete, habe ich niemals meinen Parasiten wahrnehmen können, hingegen wiesen sie in ihrem Darm regelmäßig *Stylorhynchus* auf, den ich in den Larven vom ersten Glas nicht beobachten konnte. Diese Larven habe ich zu künstlichen Infektionen verwendet.

Die künstliche Infektion wurde ausgeführt, um das Auswandern, die Form, die Struktur und die Bewegung der Sporoziten zu studieren; außerdem um festzustellen, welchen Weg sie einschlagen, um in die Leibeshöhle zu gelangen. Man weiß überhaupt noch nicht, welchen Weg eine Coccidienform benützt, um in die Leibeshöhle zu kommen; es ist jedoch leicht zu vermuten, daß der Parasit für diesen Zweck die Darmwand durchbohrt. Nur LÉGER (8), SCHAUDINN und SIEDLECKI (23) haben die Sporoziten der Gattung *Adelea* beobachten können.

Zuerst wird den Larven mehrere Tage (4—5) die Nahrung entzogen, um sie dadurch auszuhungern. Die reifen Cysten samt dem

sie umgebenden Fettkörper werden mit Kleie gut vermischt und fein zerrieben; sie werden mit Wasser auch etwas angefeuchtet. So zubereitet wird diese halbtrockene Substanz den Larven zu fressen gegeben.

Ich habe so ungefähr 50 Larven während 24 Stunden mit der so präparierten Kleie gefüttert und diese dann entfernt, hierauf wurden zuerst jeden Tag 1—2 und später alle 3—4 Tage je eine Larve konserviert. Eine zweite Serie von 25 Larven wurde alle 3—4 Tage von neuem infiziert und nach jeder Infektion 1—2 Larven fixiert.

Sporozoitcn.

Einen Tag nach der Infektion findet man in dem geöffneten Darm sowohl ausgeschlüpfte freischwimmende Sporozoitcn, als auch ganze Cysten. Durch Abspringen einer Partie an der Oocyste bildet sich eine große, unregelmäßige Öffnung, durch die die Sporozoitcn herauskriechen; hingegen, wie es bereits LÉGER bei *Adelea dimidiata* beobachtet hat, bildet sich an der Cyste gewöhnlich eine lange Spalte, wodurch sie fast in zwei Teile geteilt wird; so gesprengt bietet die Cyste dem Sporozoitcn keine Schwierigkeiten bei seinem Heranskriechen.

Die freien Sporozoitcn weisen eine schlanke, stark abgeplattete Gestalt auf, gewöhnlich schwankt ihre Größe zwischen 16—20 μ ; ihre Breite (2,5—3,5) ist ebenfalls kleinen Variationen unterworfen; das Vorderende ist meistens breiter als das hintere (Fig. 1 a). Mit schwacher Vergrößerung scheint das etwas trüb aussehende hyaline Plasma von sehr kleinen lichtbrechenden Körnchen erfüllt zu sein. Einige größere, viel glänzendere runde Körnchen sind darin zerstreut (Fig. 1 a—b), die ich als Reservenernährungsstoff betrachte. Hingegen löst sich bei einer starken Vergrößerung die Granulierung des Plasmas wie bei *Eimeria schubergi* (SCHAUDINN) in das Bild eines feinen Netzwerkes auf, nur mit dem Unterschiede, daß die Maschen hier viel enger und regelmäßiger sind. Die Unterscheidung von einem Ekto- und Eutoplasma ist auch hier nicht möglich. Die äußersten Alveolen bilden direkt den Abschluß des Sporozoitcn;



1 a
1 b
Fig. 1 a—b. Soeben aus der Cyste ausgeschlüpfte Sporozoitcn von *Adelea zonula* in verschiedenen Stadien der Gestaltsveränderung.
1500 : 1.

überhaupt habe ich von dem feineren Bau des letzteren denselben Eindruck erhalten wie SCHAUDINN von *Eimeria Schubergi*. Äußerst schwierig gelingt es, und dies nur bei günstiger Beleuchtung, den Kern als einen etwas stärker lichtbrechenden Körper am Hinterende des lebenden Sporozoiten wahrzunehmen (Fig. 1b).

An gefärbten Präparaten weist das Netzwerk eine sehr feinschichtige Struktur auf, das Plasma ist sehr schwach gefärbt. Viele, an Zahl variierende, chromatoide Körnchen, entweder in der Mitte der Sporozoiten lokalisiert oder gleichmäßig im ganzen Plasma verteilt, sind deutlich zu sehen. Sehr oft sieht man Sporozoiten, die ganz frei von diesen Körnchen sind (Fig. 2d). Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, daß ihr Vorhandensein oder ihr Fehlen in den Sporozoiten als ein Geschlechtsunterschied angesehen werden kann, da die Menge derselben sehr schwankend ist. Der Kern befindet sich zuerst, kurz nachdem die Sporozoiten ausgekrochen sind, dicht am Hinterende. Seine Form ist sehr eigentümlich; entsprechend der abgeplatteten Form des Sporozoiten ist auch er sehr stark komprimiert; seine Chromatinkörnchen sind in einer Schicht angeordnet; er behält eine oberflächliche Lage und ist infolgedessen auch schwach gewölbt (Fig. 2a—b). Eine Abgrenzung von dem übrigen Plasma ist kaum wahrzunehmen. Die einzelnen Körnchen sind mit sehr feinen farblosen Liniinfädchen miteinander verbunden.

Der freie Sporozoit schwimmt sehr geschickt im Darmsaft herum, und führt dabei die verschiedensten Bewegungen aus; sehr oft biegt er sich wellenförmig oder er dreht sich nach der Art einer Spirale (Fig. 2b—c). Insbesondere zeichnet sich sein Vorderende durch eine besondere Plastizität aus.



Fig. 2a—d. Sporozoiten von *Ad. zonula* im Darm von *Blaps*.
Nach Schnittpräparaten. Fixierung Sublimatalkohol. 1500:1.

Viel interessanter sind die kriechenden Bewegungen, bei denen er eine Reihe von Gestaltsveränderungen ausführt. Hier streckt

sich das Vorderende sehr stark aus, bekommt hierdurch eine sehr stark verjüngte Gestalt, worauf nach der Bewegungsart eines Regenwurms das hintere Ende nach vorn fließt; oder aber es findet ein Hinfließen des ganzen Tieres nach der Art einer Amoeba limax statt ohne eine Andeutung von Plasmapseudopodien. Wenn bei dieser Bewegungsart dem Sporozoiten Hindernisse begegnen, sucht er sie dadurch zu umgehen, daß sein Plasma nach dieser oder jener Seite hinfließt. In einem solchen Falle verbreitert sich erst die Spitze sehr stark lappenförmig, um dann unmerklich sich nach der einen oder anderen Seite zu verlängern; das im Vorderende angesammelte Plasma fließt nach, auf diese Weise das Hindernis umgehend. SCHAUDINN hat bei *Eimeria Schnbergi* eine ringförmige Einschnürung beobachtet, die gewöhnlich dicht hinter der hyalinen Vorderspitze beginnt und dann langsam als stetig fortschreitende Welle nach hinten über den ganzen Körper verläuft; eine ähnliche Gestaltsveränderung habe ich bei meiner Form nicht beobachten können.

Im Laufe der Zeit nimmt aber der Sporozoit immer mehr eine definitive, fest bestimmte Form an; der Körper erlangt eine drehrunde Gestalt; diese Veränderung findet jedoch nicht überall gleichmäßig statt, sondern es rundet sich zuerst das Hinterende ab, und dieses verliert die Fähigkeit, seine Form zu wechseln, dann schreitet dieser Zustand langsam nach vorn. Es ist interessant, ein so halbverändertes Tier in seinen Bewegungen zu beobachten. Hier wechselt das Vorderende noch sehr stark die Form, streckt sich, wie bereits erwähnt, nach der Art eines Wurmes nach vorn, dabei wird diese Ausstreckung nach hinten immer unmerklicher, so daß hinter der Mitte keine Bewegung mehr zu sehen ist. Dadurch nimmt es eine sehr fein ausgezogene Gestalt an, die nach hinten allmählich stärker wird. Sobald sich die Metamorphose ganz vollzogen hat, bekommt der sich an beiden Enden zuspitzende Merozoit eine etwas schwach gekrümmte Gestalt. Das Vorderende zeigt außerdem ein starkglänzendes hyalines Rostrum. Ein so veränderter Sporozoit weist hinfort nur dieselben Bewegungen auf, die bereits von *Eimeria* und verschiedenen Gregarinen ausführlich beschrieben sind. Es macht mir auch den Eindruck, als ob das Protoplasma dabei das trübe Aussehen verliert und dafür durchsichtiger wird und eine zartere Konstitution bekommt.

An gefärbten Präparaten kann man auch die verschiedenen Veränderungen, die der Kern während der Metamorphose durchmacht, leicht verfolgen. Zuerst besteht er aus einer einzigen Schicht

an Größe etwas schwankender Chromatinkörnchen und ist etwas gewölbt, sowie aber das Hinterende des Sporozoit eine runde Gestalt angenommen hat, bekommt er auch eine bläschenförmige, zuerst ovale und später runde Gestalt. Seine Chromatinkörnchen bilden jetzt an der Oberfläche eine mehr oder minder dichte Schicht von Chromatin, deren optischer Schnitt einen aus kleinen Chromatinkörnchen zusammengesetzten Ring darstellt (Fig. 3). Außerdem sieht man in seinem Innern mehrere staubförmige, meistens in einer Reihe angeordnete Chromatinkörnchen, von denen sich eins oder zwei durch ihre Größe besonders auszeichnen. Die einzelnen Körnchen sind durch feine farblose Lininfäden miteinander verbunden; insbesondere ist manchmal sehr deutlich zu beobachten, wie diese feinen Fäden von den mittleren Körnchen zur Peripherie radiär verlaufen. Gleichzeitig fängt der Kern an, nach vorn zu rücken: zuerst dicht am Hinterende gelegen, hat er sich etwas später von dort um etwas entfernt; diese Wanderung dauert solange an, bis er ungefähr die Mitte des Tieres erreicht hat, wo er stehen bleibt (Fig. 3).

Der Sporozoit verbleibt in dem Darne mehrere (12—15) Stunden, während welcher Zeit er auch die Metamorphose durchmacht. Nicht ganz selten gibt es aber auch Sporozoit, die, ohne diesen Prozeß vollkommen durchgemacht zu haben, bereits in die Epithelzelle eindringen, so daß man manchmal in der Darmwand Sporozoit begegnet, deren Kern noch hinterhalb der Mitte zu sehen ist und deren Gestalt ziemlich breit aussieht. Solche Fälle dürften aber eher als Ausnahmefälle zu betrachten sein.

Das Eindringen des Sporozoit in die Epithelzellen habe ich direkt nicht beobachten können, kann daher auch nicht angeben, welche Bewegungen er bei seiner Anstrengung, in die Darmwand einzudringen, ausführt. An gefärbten Präparaten sind jedoch mit Leichtigkeit überall alle Stadien in reichlicher Menge zu finden. Anscheinend werden dem Parasiten keine großen Schwierigkeiten bei seinem Durchpassieren durch den Darm entgegengesetzt, da er stets seine natürliche, ausgestreckte Form beibehält. Stark gekrümmte Parasiten oder solche, die an ihrer Oberfläche Anschwellungen oder sonstige auf Anstrengungen hindeutende Unregelmäßigkeiten aufweisen, habe ich nicht beobachten können. Meistens bohren sie sich an der Grenze zwischen zwei Zellen durch, nicht selten sieht man aber auch solche, die sich den Weg quer durch die Zellen bahnen.

Die Sporoblasten- und Sporocystenwand wird unter der Einwirkung des Darmsaftes im mittleren Darm und zwar in seinem am stärksten ausgebreiteten vorderen Teil gesprengt. Dort ver-

bleiben auch die Parasiten während der ganzen Metamorphose und dringen in die Darmwand ein, ohne sich in dem übrigen Darm auszubreiten. In dem Stomodeum und Proctodeum sowie in der hinteren Partie des Mitteldarms selbst habe ich die Parasiten niemals, weder in dem Lumen selbst noch in der Darmwand, beobachten können.

Gregarineninfektion.

Zwischen den reifen Sporocysten von *Adelea zonula* befanden sich in genügender Menge auch solche von *Stylorhynchus longicollis* F. St., so daß ich neben der Infektion von *Adelea* auch die von *Stylorhynchus* auf instruktive Weise beobachten konnte. A. SCHNEIDER (24) war der erste, der die Entwicklung der Gregarinen studiert hat; er hat jedoch keine künstliche Infektion unternommen, sondern einfach die in langer Gefangenschaft gehaltenen Bläpse untersucht in der Meinung, daß sie sich ständig von neuem infizieren, indem sie ihre Exkremente auffressen. Nach seinen Untersuchungen dringen die neuausgeschlüpften Sporozoiten in die Darmwand ein, wo sie ein intracelluläres Stadium durchmachen; erst später wandern sie wieder aus der Darmzelle herans und machen den Rest ihrer Entwicklung im Darm selbst durch. Diese Ansicht wurde später fast ausnahmslos von allen Gregarinenforschern geteilt und überall als eine feststehende Tatsache hingenommen. Erst LÉGER und DUBOSCQ (12) wurden durch ihre umfangreichen experimentellen Infektionen zu einer anderen Ansicht geführt.

Zuerst haben sie festgestellt, daß die sog. intracellulären Gregarinenstadien SCHNEIDER's und der folgenden Forscher nichts Gemeinsames mit den Gregarinen zu tun haben, sondern einfache Umwandlungsprodukte von in Degeneration begriffenen Epithelzellen sind: Einmal sind sie Umwandlungsprodukte des Chromatins, ein anderes Mal, und dies viel häufiger, umgewandelte Schleims substanz. Hingegen dringen die Gregarinen in keinem Stadium ihrer Entwicklung in die Epithelzellen ein. Schon von Anfang an bleiben sie mit ihrem größten Teil, worin sich stets auch der Kern befindet, außerhalb der Wirtszelle, und dringen an die Darmwand anhaftend, nur mit ihrem Vorderende ein, so daß L. u. D. den Satz aufstellten: Die Gregarinen sind im Gegensatz zu den Coccidien extracelluläre Parasiten und während keines Stadiums ihrer Entwicklung dringen sie in den Darm ihres Wirtes ein. Auf Grund weiterer Untersuchungen und Angaben anderer Autoren haben LÉGER und DUBOSCQ (13) selbst diese Behauptung später modifizieren müssen.

Im Laufe der Gregarinenforschung hat man in der Tat Formen festgestellt, die zuerst ganz in die Wirtszelle eindringen und erst später herauswandern, z. B. *Gregarina acridiorum* (BERNDT, 1), *Stenophora* (LÉGER und DUBOSCQ, 13) usw.

Was die Entwicklung von *Stylorhynchus longicollis* anbelangt, kann ich die Untersuchungen von LÉGER und DUBOSCQ vollauf bestätigen. Während keiner Periode seiner Entwicklung macht dieser Parasit ein intracelluläres Stadium durch. Die von SCHNEIDER und den folgenden Autoren als intracelluläre Stadien des *Stylorhynchus* betrachteten Gebilde sind nichts anderes als degenerierte Epithelzellen.

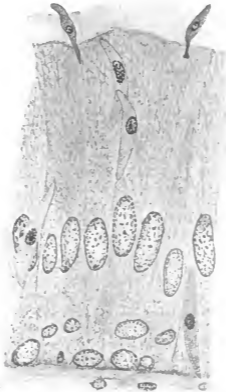


Fig. 3. Schnitt vom Darm des *Blaps* mit mehreren darin eingedrungenen Sporozoiten, die die Metamorphose bereits durchgemacht haben. Außerdem zwei auf den Epithelzellen angehaftete *Stylorhynchus*.

Eine Verwechslung zwischen den Sporozoiten dieser Gregarinenart und denjenigen von *Adelea zonula* ist fast unmöglich, da ihre Struktur ganz verschieden ist; insbesondere solange die Sporozoiten von *Adelea zonula* noch nicht ihre Metamorphose durchgemacht haben. Nachdem sich aber diese Umwandlung vollzogen hat, unterscheiden sie sich noch immer durch ihre Größe und insbesondere durch die Struktur ihres Kerns. In *Stylorhynchus* ist das Chromatin des Kerns in Form von zwei Halbmonden an dessen Peripherie gelagert, und außerdem ist in der Mitte des Kerns außer dem Centrosom oder Karyosom kein anderes Chromatingebilde zu sehen. Selbst das Karyosom ist weit größer und stärker lichtbrechend als bei *Adelea*. Ferner bleiben die Sporozoiten von *Stylorhynchus* an der Darmwand hängen, hingegen die von *Adelea* darin eindringen. In Fig. 3 sind zwei Sporozoiten von *Stylorhynchus* neben denjenigen von *Adelea* gezeichnet, woraus man sogleich den Unterschied zwischen den beiden Formen ohne weiteres ersieht.

Schizogonie.

Da mir die künstliche Infektion nicht vollkommen gelang, konnte ich das Heranwachsen der Sporozoiten zu Schizonten nicht verfolgen. Wie aber bereits ausführlich geschildert, machen die Sporozoiten zuerst im Darm eine Metamorphose durch, so daß sie in der Darmwand bereits eine sehr merozoitenähnliche Gestalt aufweisen; es ist infolgedessen sehr wahrscheinlich, daß die Schizogonie bei ihnen auf dieselbe oder auf eine sehr ähnliche Weise wie bei den Merozoiten vor sich geht. Zu einer solchen Annahme sind wir um so mehr berechtigt, als *SCHAUDINN* bereits bei *Eimeria schubergi* und *Cyclospora caryolytica* festgestellt hat, daß die Schizogonie bei den Sporozoiten und Merozoiten sich auf eine ganz ähnliche Weise vollzieht. Durch dieses Fehlschlagen der Infektion war mir auch die Möglichkeit genommen, annähernd die Zeit zu bestimmen, die ein Sporozoit eventuell Merozoit braucht bis zum Heranwachsen zum vollkommenen Schizont.

Die soeben von dem fertigen Schizonten losgelösten Merozoiten haben eine schlanke Gestalt; ihr Vorderende ist viel mehr verjüngt als das etwas rasch zugespitzte Hinterende; um diese Zeit ist noch kein Rostrum zu sehen (Fig. 4), außerdem ist das ausgestreckte Vorderende etwas eckig zusammengedrückt; erst etwas später nehmen die Merozoiten eine drehrunde spindelförmige Gestalt an (Fig. 4b) und bilden ihr Rostrum aus, indem das Vorderende sich

schärfer zuspitzt und eine stärker lichtbrechende Konsistenz annimmt. Sie sind $15-20 \mu$ lang und $2-4 \mu$ breit und sehen im frischen Zustand hyalin aus. Von den Sporozoiten unterscheiden sie sich durch ihr steiferes Aussehen, haben auch nicht die Fähigkeit, ihre Form zu wechseln, hingegen sind ihre Bewegungen viel energischer als bei den Sporozoiten. Der Parasit krümmt sich so stark, daß er einen Ring bildet, indem sich seine beiden Enden bedeutend über-



Fig. 4. Zwei Merozoiten von *Adelea zonula*. 1500: 1.

einander krenzen; durch eine sehr energische Bewegung nimmt er seine ursprüngliche Form wieder an. Nachdem er sich so mehrere Male gekrümmt und ausgestreckt hat, gleitet er nach einer Richtung hin. Da alle Bewegungen ähnlich wie bei anderen Coccidien sind, will ich nicht länger dabei verweilen.

An gefärbten Präparaten ist das Proto- plasma der Merozoiten sehr klar und fein alveolär, die Maschen weisen ungefähr dieselbe Weite wie bei den Sporozoiten auf; also auch hier sind sie viel enger als bei *Adelea ovata*, ja sogar etwas enger als bei *Eimeria schubergi* und selbst *Cyclospora caryolytica*. Der Kern findet sich annähernd in der Mitte und hat meistens eine längliche Form. Er setzt sich aus vielen kleinen Chromatinkörnchen zusammen, die entweder an seiner Oberfläche in einer Schicht angeordnet sind und in seiner Mitte nur als eine Reihe ganz kleiner staubförmiger Chromatinkörnchen zu sehen sind; oder aber sie sind gleichmäßig in dem ganzen Kern verteilt, dann sieht man eine kleine hellere chromatinfreie Stelle, in deren Mitte sich gewöhnlich ein kleines Chromatinkörnchen befindet.

Die Fettzellen setzen dem Merozoiten bei seinem Eindringen, wie es scheint, keinen großen Widerstand entgegen, was auch daraus zu schließen ist, daß das Rostrum nicht so gut ausgebildet ist wie bei den anderen Coccidien. Nachdem der Parasit in die Fettzelle eingedrungen ist, behält er meistens seine schlanke Gestalt bei und ein Wachstum in die Länge findet in sehr begrenztem Maße statt, da der erwachsene, bereits sich zur Schizogonie anschickende Merozoit ungefähr dieselbe Länge aufweist wie im Anfang. Während der Wachstumsperiode nimmt der Schizont sehr an Dicke zu, so daß er zuletzt die Form einer schlanken Rotationsellipse annimmt; dann ist er durchschnittlich $20-27 \mu$ lang und $12-15 \mu$ breit. Das Plasma bleibt während des ganzen Wachstums fein alveolär, jedoch bleiben die Maschen in der Mitte merklich enger als an der Peripherie,

sie überschreiten kaum $0,5-0,75 \mu$; im Vergleich mit *Adelea ovata* sind sie weit enger und feiner. Das Plasma bleibt sehr klar. An der Oberfläche kann man kaum eine besonders differenzierte Plasmaschicht unterscheiden.

Viel wichtiger sind die sich während des Wachstums des Schizonten am Kern abspielenden Prozesse, die auch deswegen unser Interesse stärker in Anspruch nehmen, da sie im Gegensatz zu den anderen uns bekannten Coccidien manche auffallende Eigentümlichkeiten aufweisen. Bereits während des Ablösens des Merozoiten vom Schizont, oder kurz darauf, ist ein ganz kleines, etwas helleres Höfchen im Kern zu sehen, worin ein ganz kleines Chromatinkörnchen deutlich wahrzunehmen ist. Bald nimmt jedoch der Kern eine runde Gestalt an und eine größere Chromatinmasse, die ich als Karyosom bezeichne und über deren Entstehung ich weiter unten berichten werde, kommt in die Mitte zu liegen. Um ihn herum ist ein mehr oder minder breiter heller Hof; dann beginnt eine weit breitere Partie des Kerns, worin die Chromatinsubstanz in Form von kleinen Körnchen verteilt ist. An der Grenze dieser beiden Zonen ist das zweite aus dem Schizonten her bekannte Chromatinkörnchen zu

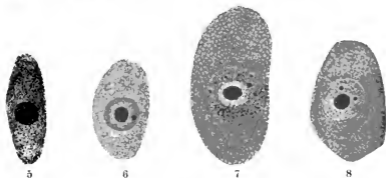


Fig. 5-8. Das Heranwachsen der Merozoiten zu Schizonten; in Fig. 8 hat sich das Nukleolo-Centrosom bereits geteilt. 1500:1.

sehen, das sich von seiner Umgebung durch seine stärkere Färbbarkeit auszeichnet; es ist von den es umgebenden Chromatinkörnchen das größere, jedoch mehreremals kleiner als das Karyosom selbst (Fig. 6). Infolge seines Verhaltens bei der Kernteilung will ich es als Nukleolo-Centrosom¹⁾ bezeichnen. Das Kerngerüst hat ein eng-

¹⁾ Wegen seines Verhaltens bei der Teilung der Englenen wurde für den Nukleolus ihres Kerns von KEUTER die Bezeichnung Nukleolocentrosom eingeführt.

maschiges Aussehen. Es scheint, als ob die Alveolen vom Plasma sich in den Kern fortsetzen, nur mit dem Unterschiede, daß sie hier etwas enger sind. Eine Kernmembran ist auch hier nicht zu sehen. Die Kerngrenze wird durch eine stärkere Verdichtung der Alveolen und der Chromatinkörnchen an der Peripherie hervorgerufen. Die Chromatinkörnchen sind in den Wänden dieser Alveolen verteilt, so daß man auf diese Weise den Eindruck bekommt, als ob dieselben durch feine farblose Fäden miteinander verbunden sind. Selbst der sich um das Karyosom befindliche helle Hof zeigt manchmal sehr klar die alveoläre Struktur. Die Chromatinkörnchen sind meistens ziemlich groß, nicht ganz selten sind sie jedoch auch so klein, daß man sie kaum mehr unterscheiden kann.

Sobald der Schizont seine definitive Größe erreicht hat, verlängert sich sein Nukleolo-Centrosom ein wenig und nimmt bald nachher eine hantelförmige Gestalt an. Bald darauf schnürt es sich in zwei annähernd gleiche Teile ab. Auf diese Weise entstehen zwei neue Nukleolo-Centrosomen (Fig. 8), die auseinanderrücken und auf die beiden Seiten des Kerns zu liegen kommen. Immer liegen sie in der Äquatorialebene des Schizonten; in dessen Längsachse wurden sie nicht beobachtet. Hier angekommen, bleiben sie nicht stehen, sondern rücken noch weiter auseinander. In dem Maße, wie dieser Prozeß vor sich geht, verlängert sich auch der Kern. Eine Kerngrenze ist hierbei nicht mehr zu sehen. Die Chromatinkörnchen verteilen sich jetzt in den Maschen der oberflächlichsten Alveolen in einer Schichte (Fig. 9a), und zwar etwa in Form eines Bändchens, das äquatorial um den Schizonten herum verläuft. Etwas später tritt eine schwache Einschnürung in der Mitte dieses Chromatinbändchens ein; an dieser Einschnürungsstelle befindet sich meistens das Karyosom. Die beiden Enden des Kerns haben eine bedeutende Ausbreitung erfahren, außerdem haben sich ihre Chromatinkörnchen in mehr oder minder deutlichen, von den beiden Nukleolocentrosomen radiär ansstrahlenden Reihen angeordnet. In diesem Stadium umgreift der Kern den Schizont manchmal soweit, daß seine beiden Enden nur mehr durch eine sehr schmale Zone voneinander getrennt bleiben (Fig. 9b). In dem Maße, wie die Chromatinkörnchen sich um die beiden Nukleolo-Centrosomen herum anordnen, gehen sie in der Mitte des Kerns auseinander, so daß schließlich dadurch die Teilung des letzteren

Der Funktion nach entspricht diesem Gebilde bei den Coccidien das Karyosom. Obwohl das Chromatinkörnchen bei *A. zonnula* bedeutend abweichend ist, gebrauche ich für dasselbe, um die Einführung eines neuen Terminus zu vermeiden, denselben Ausdruck.

herbeigeführt wird. Das Karyosom bleibt in der Mitte stehen, ohne sich diesem oder jenem Tochterkern anzuschließen. Manchmal wird er, noch im Anfang der Kernteilung, aus demselben ausgestoßen.



Fig. 9 a—c. a Teilung des Kerns. b Querschnitt durch einen Schizont, die periphere Anordnung des Chromatins darstellend. 1500:1. c Eine Partie des sich teilenden Kerns sehr stark vergrößert, 3000:1. b—c etwas schematisiert.

Sehr selten wird er dem einen der Tochterkerne zugegeben und erst bei der wiederholten Teilung aus demselben ausgestoßen.

Nachdem also die beiden Tochterkerne auf diese Weise zustande gekommen sind, teilt sich das Nukleolo-Centrosom in jedem derselben auf die gleiche Weise, wie zuerst, in zwei und rücken sogleich auseinander; die Chromatinkörnchen folgen ihnen nach, so daß der Kern von neuem eine längliche Form annimmt. Die beiden annähernd gleichen, um die Nukleolo-Centrosomen angeordneten Chromatinhaufen rücken bald auseinander; zuerst bleiben sie durch eine oder zwei Reihen Chromatinkörnchen in Verbindung (Fig. 15), bald brechen diese jedoch in der Mitte durch und jeder Teil zieht sich zu den Kernen zurück. Die beiden Tochterkerne teilen sich meistens gleichzeitig, selten geht der eine dem anderen etwas voran. Der hier beschriebene Teilungsvorgang wiederholt sich mehrmals. Mit dem sukzessiven Kleinerwerden des Nukleolocentrosoms verliert es, wie es scheint, an Attraktionskraft, so daß sich die Kerne gegen das Ende ihrer Vermehrung auf eine direkte Weise zu teilen beginnen, indem sie auch einen Zwischenkörper bilden (Fig. 11). Am Ende der Kernvermehrung resultieren 16—40 Kerne. Bei den weiteren Teilungen ist das Nukleolo-Centrosom wegen seiner Kleinheit meistens sehr schwer zu sehen. Immerhin ist es aber, solange sich die Chromatinkörnchen noch nicht zu einem kompakteren Kern zusammengezogen haben, in deren Mitte als ein stärker gefärbtes Körnchen zu konstatieren (Fig. 10 u. 12). Die Kerne ordnen sich entweder

in der Mitte des Schizonten in einer Reihe an, oder sie bilden deren zwei den beiden Polen des Schizonten mehr oder minder genäherte Reihen; es ist also hier ganz dieselbe Erscheinung zu beobachten wie bei den übrigen Coccidien.



Fig. 10—15.

Kernteilung des Schizonten; in Fig. 13—14 ist das Chromatin sehr deutlich um die Nukleolo-Centrosomen strahlig angeordnet.

Auf die Entstehung des Karyosoms hatte ich meine Aufmerksamkeit besonders gerichtet. In dem ganz jungen Merozoit sieht man, wie bereits erwähnt, meistens einen kleinen hellen Hof, worin ein kleines Chromatinkörnchen deutlich zu unterscheiden ist. Nach meinen Beobachtungen läßt sich mit ziemlicher Sicherheit behaupten, daß dieses Chromatinkörnchen nichts anderes als das Nukleolo-Centrosom ist, was auch nach der Art und Weise, wie die Kernteilung vor sich geht, zu erwarten ist. Das Nukleolo-Centrosom ist also ein ständiges Gebilde in dem Kern, das sich kontinuierlich während der ganzen Entwicklung des Parasiten fortsetzt. Hingegen wird das Karyosom bei jeder Schizogonie aus dem Kern expulsiert und in dem jungen Merozoiten von neuem gebildet. In dem letzteren sieht man nicht weit vom Kern im Plasma selbst ein rundliches, verhältnismäßig großes Gebilde, das sich von seiner Umgebung dadurch unterscheidet, daß es etwas dichter zusammengefügt ist und sich mit Hämatoxylin etwas deutlicher als seine Umgebung färbt,

jedoch viel schwächer als die Chromatinkörnchen selbst. In mit Eosin nachgefärbten Präparaten nimmt es eine helle, rötlich-violette Farbe an. Später sieht man es ganz dicht an den Kern angestoßen; nicht selten bemerkt man auch Merozoiten, bei denen es eine bedeutende Größe erreicht hat und vom Kern in Form einer Kappe halb umgriffen wird. Vom Kern allmählich immer mehr umhüllt, kommt es schließlich ganz darin zu liegen, zuerst exzentrisch, später jedoch nimmt es ziemlich die Mitte des Kerns ein. In dem Maße, wie das Karyosom sich dem Kern nähert, gewinnt es an Färbungsvermögen, jedoch behält es eine Zeitlang noch immer mehr oder minder seine Neigung zum Eosin bei, infolgedessen es sich etwas rötlicher färbt, als das es umgebende Chromatin. Erst während des späteren Wachstums des Schizonten nimmt es, sehr viel Chromatin in sich auf, was sich durch seine stärkere Färbbarkeit kundgibt; ebenso treten in ihm auch einige Vakuolen auf.

Positive Beobachtungen über die Entstehung des Karyosoms hat uns SCHAUDINN in seinen bekannten Arbeiten über *Eimeria schubergi* und *Cyclospora caryolytica* (20, 21) gegeben. Nach ihm rücken beim Wachstum des Kerns die meisten größeren Chromatinbrocken nach dem Centrum dichter zusammen, gleichzeitig tritt zwischen denselben eine diffuse Substanz auf, die sich durch ihre geringere Färbbarkeit auszeichnet. Dieselbe verbindet die einzelnen Chromatinbrocken und klebt sie immer mehr zusammen. Auf diese Weise bildet sich diese Substanz mit den sie einlagernden Chromatinkörnchen zu einem soliden kugeligen Körper aus. Daraus geht hervor, daß sich das Karyosom bei *Eimeria schubergi* usw. auf eine abweichende Weise als bei *Adelea zonula* bildet. Bei der letzteren Form entsteht diese schwache lichtbrechende Substanz im Plasma des Parasiten, und erst später wandert sie in den Kern ein; auch findet bei derselben eine sozusagen mechanische Verkittung von Chromatinbrocken kaum statt. Vielmehr macht es mir den Eindruck, daß die während des Wachstums des Schizonten zutage tretende allmähliche Verreicherung der chromatischen Substanz im Karyosom durch eine Aufnahme derselben in gelöstem Zustande vor sich geht. Gegen das Ende der Wachstumsperiode wird im Karyosom soviel Chromatin angesammelt, daß es sich durch seine Färbbarkeit von dem übrigen Kern besonders auszeichnet. Da das Karyosom während des Wachstums des Schizonten sowohl an Größe (bis zu 3 μ) als auch an Dichte zunimmt, ist es wohl sehr nahe liegend, daß wir es hier mit einem Gebilde zu tun haben, worin Stoffwechselprodukte aufgespeichert werden, die für die spätere

Existenz der Zelle keine Verwendung mehr haben. Denn eine Abgabe von chromatischer Substanz am Kern vor oder während dessen Teilung, die sich etwa in Verminderung des Färbungsvermögens des Karyosoms bemerkbar machen würde, war nicht zu konstatieren. Ob dieses Stoffwechselprodukt echtes Chromatin darstellt oder mit ihm nur das gemeinsam hat, sich gegen die verschiedenen Chromatinfarbstoffe gleich positiv zu verhalten, darüber kann ich keine genauen Angaben machen. Mit HEIDENHAIN'S Eisenhämatoxylin färbt es sich sehr stark und in fast entfärbten Präparaten ist es noch immer als ein tiefschwarzes rundes Körperchen zu sehen. Mit Hämatoxylin DELAFIELD und MAYER'S Hämalaun färbt es sich ziemlich wie die übrigen Chromatinkörnchen, oft jedoch ein wenig schwächer. Mit Safranin, Gentian, Orange (dreifache Färbung nach HEIDENHAIN) färbt es sich ebenfalls sehr stark dunkel violettrot.

Es fragt sich jetzt nun, inwiefern sind wir berechtigt, dieses Gebilde als ein Karyosom anzusehen. Als Karyosom wird eine dichtere Zusammenfügung von Chromatin im Kern, hingegen als Nukleolen die sich mit gewissen Farbstoffen (z. B. mit Eosin, Orange oder Fuchsinäure), ähnlich wie das übrige Plasma, färbenden Gebilde im Kern betrachtet. Nach den Darstellungen SCHAUDINN'S sind wir berechtigt, bei *Eimeria schubergi* das Karyosom so zu nennen. Hingegen entspricht bei *Adelea zonula* das Karyosom in keiner Weise der Definition. Außer SCHAUDINN'S Beobachtung über die Entstehung des Karyosoms bei Coccidien existiert keine andere. Daher ist es nicht möglich zu entscheiden, in welcher Weise das Karyosom bei den verschiedenen Coccidien mit demjenigen von *Eimeria schubergi* übereinstimmt. Ich bezeichne dieses Gebilde in Übereinstimmung mit den übrigen Coccidien als Karyosom, obwohl ich den Eindruck habe, daß es diesem Begriffe nicht Genüge leisten kann. Mit einer Namenwechselung will ich nicht vorgreifen, da hierfür umfangreichere Untersuchungen notwendig wären. Außerdem behalte ich denselben Namen auch infolge seines Verhaltens bei dem Makrogametocyten, worüber ich später zu berichten habe.

Jetzt wollen wir uns dem Nukleolo-Centrosom zuwenden, das gewissermaßen die Rolle eines Centrosoms spielt. Bis jetzt ist bei den Coccidien kein Gebilde beobachtet, das eine centrosomähnliche Funktion ausführen würde. SCHAUDINN hat bei *Eimeria schubergi* und *E. lacazei* angegeben, daß die Geißeln der Mikrogameten von einem stärker lichtbrechenden Körnchen aus ihre Entstehung nehmen. Dieses Körnchen wird bei den übrigen Protozoengruppen (Trypano-

soma, Gameten von Gregarinen, Euglena usw.) als Blepharoplast bezeichnet und von LAVERAN und MESNIL als homolog dem Centrosom bei den Metazoen angesehen. Über die Bedeutung dieses Basalkörnchens bei den Coccidien sagt SCHAUDINN folgendes: „Da in dem ganzen Entwicklungszyklus der Coccidien überhaupt kein Centrosom auftritt, würde ich es für sehr gewagt halten, die glänzenden Körnchen an der Geißelbasis der Mikrogameten von *Cyclospora caryolitica* für ein Homologon des Centrosoms zu erklären. Wahrscheinlich ist die Annahme, daß dem Protoplasma überhaupt die Fähigkeit innewohnt, wo es not tut, Verdichtungen zu bilden, und daß auf diese Weise auch zur Stütze der Geißeln eine dichtere Stelle im Plasma angelegt wird.“ Inwiefern sich aber dieser Geißelansatz mit dem von mir beobachteten Nukleolo-Centrosom homologisieren läßt, ist nicht zu entscheiden. Eine Bildung von Geißeln bei *Adelea zonula* konnte ich nicht beobachten, um mich darüber positiv aussprechen zu können, in welcher Beziehung sie zu ihm stehen würden.

Von einer strahligen Anordnung des Plasmas bei der Kernteilung ist absolut nichts zu merken; es dient als ein Attraktionscentrum für die Chromatinkörnchen, die sich meistens sehr unregelmäßig um dasselbe herumgruppieren. Sehr oft kann man aber auch Schizonten sehen, worin sich die Chromatinkörnchen in Form von ganz kurzen Stäbchen strahlenförmig um das Nukleolo-Centrosom anordnen; aber auch dort fällt die strahlenförmige Anordnung des Plasmas aus (Fig. 13—14). Es ist sehr wahrscheinlich, daß das Nukleolo-Centrosom hier einen direkten Einfluß auf die Chromatinkörnchen ausübt, der mit dem Kleinwerden dieses Organs immer mehr verschwindet, so daß wir die letzten Kernteilungen im Schizonten sehr oft auf eine direkte Weise verlaufen sehen (Fig. 11). Dieses Organ können wir als eine Chromatinmasse betrachten, die die allerniedrigsten Anfänge der einem echten Centrosom innewohnenden Eigenschaften angenommen hat.

LABBÉ (6) hat allerdings die schönsten Figuren von mitotischer Kernteilung bei Coccidien (*Eucoccidium*) gesehen und abgebildet. SIEDLECKI, der sich später eingehend mit denselben Parasiten der *Sepia* befaßt hat, stellt auf das entschiedenste das Vorhandensein von einem Centrosom bei diesen Parasiten in Abrede. Seitdem ich diese Arbeit abgeschlossen und das Manuskript zum Druck geschickt habe, befaße ich mich mit Studien über die Parasiten der Cephalopoden. Nach meinen Untersuchungen stellte es sich heraus, daß wir es hier nicht mit Coccidien, sondern mit echten Gregarinen zu tun haben, und alle Forscher haben sich über die Natur dieser Parasiten

getäuscht. Es existiert überall ein sehr deutliches Centrosom, das bis jetzt übersehen wurde (MOROFF, 29).¹⁾ Obwohl LABBÉ Mitose mit deutlichen Centrosomen gezeichnet hat, ist es kaum wahrscheinlich, daß er wirklich das Centrosom bei diesen Parasiten gesehen hat, denn in Wirklichkeit hat es mit seinen Bildern nichts Gemeinsames. Die allerneuesten Untersuchungen von LÉGER und DUBOSCQ haben zu dem Resultate geführt, daß die Gregarinen der Cephalopoden das Geschlechtsstadium der bei den Crustaceen als *Aggregata* längst bekannten Gregarinen darstellen; auch mir gelang es für *Aggregata* (*Eucoccidium*) *jacquemeti* festzustellen, daß er seine Schizogonie in der Krabbe (*Portunus corrugatus*) durchmacht.

Dadurch läßt sich auch die große Zahl von Arten, die in einem und demselben Tier vorkommen, leicht erklären, z. B. aus dem *Octopus* allein sind mir bis jetzt 4—5 verschiedene Arten bekannt. In einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift werde ich ausführlich über diese interessanten Parasiten berichten.

In Präparaten, in denen eine reine Schizogonie zu beobachten ist, kann man kaum einen Unterschied zwischen den verschiedenen Schizonten machen, der auf eine geschlechtliche Differenzierung hindeuten könnte. Es sind zwar gewisse wahrnehmbare Unterschiede in bezug der Kernteilung zu konstatieren, die ich aber als individuelle Variationen betrachte, die dabei je nach den einzelnen aus verschiedenen Larven herstammenden Präparaten mehr oder minder ausgeprägt zu sein pflegen. Es scheint, daß ziemlich überall im Protozoenreich, insbesondere bei der Kernteilung, durch viele Zwischenstadien ineinander übergehende Variationen vorkommen können, die von dem Alter der Kultur, von dem umgebenden Nahrungsmittel, vielleicht auch von der Temperatur usw. beeinflußt sein werden, so daß man diese Erscheinung bei den verschiedenen Spekulationen immer in Betracht ziehen muß. Hingegen in Präparaten, in denen bereits die Makro- und Mikrogametocyten zu sehen sind, kann man mit Leichtigkeit zweierlei Arten von Meroziten aneinanderhalten. Die eine Art viel schlanker als diejenigen bei der Anfangsschizogonie, die andere viel kürzer und verhältnismäßig dicker. Die schlankeren

¹⁾ Die Resultate dieser Mitteilung stützen sich auf an fixiertem Material angeführten Beobachtungen; seitdem habe ich die Gelegenheit gehabt, frisches Material zu untersuchen. An lebenden Mikrogameteten sind an ihrem vorderen Ende mit Leichtigkeit zwei verhältnismäßig kurze Geißeln zu sehen. Außerdem besitzt der Mikrogamet keinen Flossensaum, wie ich dies in meiner Mitteilung behauptete. Ebenfalls fand ich zwei andere neue Arten, bei denen es mir nicht gelang, ein Centrosom anzufinden.

Formen, die eine Länge von 22–24 μ und eine Breite von 1,5–2,5 μ aufweisen, entwickeln sich zu Makrogametocyten. Die kürzeren Merozoiten sind im Gegensatz dazu 12–15 μ lang und 1,5–2 μ breit. In Hinsicht ihrer Kern- und Plasmastruktur ist sonst nichts auffallendes zu konstatieren. Auch in der Schizogonie selbst ist noch immer kein Unterschied durchführbar; nur bei den Schizonten, die zur Bildung von männlichen Merozoiten bestimmt sind, geht der Kern viel mehr Teilungen ein. Es werden 30–40 Tochterkerne gebildet, die sich an der Peripherie des Schizonten gewöhnlich in zwei Reihen anordnen. Die Kerne der noch nicht auseinandergegangenen Merozoiten sind meistens sehr kompakt. Erst diese Merozoiten (Fig. 16) wachsen zu 10–13 μ langen und 9–11 μ breiten Schizonten heran; ihr Kern teilt sich in 8–12 Tochterkerne,

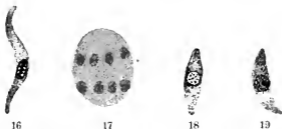


Fig. 16. Männlicher Merozoit. Fig. 17. Schizont, der die Mikrogametocyten bildet. Fig. 18–19. Zwei freie Mikrogametocyten.

es werden auch ebensoviel Merozoiten (Fig. 17) gebildet, die zu den Mikrogametocyten herauswachsen. In den zur Bildung von weiblichen Merozoiten bestimmten Schizonten geht der Kern weniger Teilungen ein, so daß hier nur 16–24 Kerne resultieren, die sich meistens in einer Reihe in der Mitte des Schizonten anordnen; außerdem haben die Merozoiten einen tordierten Verlauf.

Bei *Adelea ovata* hat SIEDECKI zum erstenmal einen Geschlechtsdimorphismus konstatiert, der sich während der ganzen Schizogonie zurückverfolgen läßt; die männlichen Elemente von dieser Art unterscheiden sich von den weiblichen dadurch, daß ihr Plasma feiner graunliert ist, außerdem enthalten sie eine Anzahl chromatoider Körnchen. Obwohl ich bei *Adelea zonula* chromatoiden-körnchenhaltende und chromatoidenkörnchenfreie Sporozoiten beobachten konnte, ist es aus Gründen, die ich bereits früher angegeben habe, kaum wahrscheinlich, daß dies etwa auf eine Geschlechtsdifferenz hindeuten würde. Bei *Adelea mesnili* tritt der Ge-

schlechtsunterschied erst am Ende der Schizogonie ein. Derselbe gibt sich in der Ausbildung von Merozoiten verschiedener Größe kund. Bei der *Adelea dimidiata coccidioides* (DUBOSCQ et LÉGER, 15) gehen die bereits differenzierten männlichen Merozoiten noch eine Schizogonie ein und liefern dadurch die definitiven Mikrogametocyten, also wie bei meiner Form. Bei einer dritten Art, *Adelea transita*, hat LÉGER (10) eine ebenfalls auf geschlechtlichen Dimorphismus hindeutende Differenz zwischen den Merozoiten konstatiert, ohne jedoch genauer anzugeben, wo dieser Unterschied zuerst zutage tritt. Allenfalls scheint es, daß der Dimorphismus in der Gattung *Adelea* nur bei *A. ovata* frühzeitig auftritt und daß er bei allen übrigen untersuchten Arten erst gegen das Ende der Schizogonie zum Vorschein kommt.

Entwicklung der Mikrogameten.

Die sich normal entwickelnden Mikrogametocyten bleiben gewöhnlich nicht frei; sie treten, kurz nachdem sie sich vom Schizonten losgelöst haben, in Verbindung mit dem Makrogametocyten und machen so ihre ganze Entwicklung durch. Der Mikrogametocyt wächst gewöhnlich nicht oder nur sehr unbedeutend, so daß er in seinem erwachsenen Zustande kaum die Größe des freien männlichen Merozoit überschreitet. Ebenso erleidet sein Plasma keine nennenswerten Umwandlungen, es bleibt fein alveolär bis granuliert, hier und da treten chromatoide Körnchen auf. Es ist der Kern, der die meisten Umwandlungen erfährt; bereits während der Wanderung des männlichen Schizonten zum Makrogametocyten tritt im ersteren das Karyosom auf, und zwar nach meinen Beobachtungen auf dieselbe Weise wie bei der Schizogonie. Nach der Verbindung des Mikrogametocyten mit dem weiblichen Schizont zeigt der Kern zuerst dieselbe Struktur wie während der Schizogonie, während der weiteren Entwicklung zeichnet er sich jedoch durch seinen Reichtum an Chromatin aus. Auch hier teilt sich das Nukleolo-Centrosom in zwei Stücke, die als Attraktionszentren für die Chromatinkörnchen bei der Teilung des Kerns dienen. Das Karyosom wird entweder vor oder während der Teilung aus dem Kern ausgestoßen. Bei der wiederholten Teilung der Tochterkerne kann man sehr oft das Nukleolo-Centrosom noch immer sehen. Nachdem sich so der Kern in vier geteilt hat, verdichtet sich das Chromatin jedes Tochterkerns sehr stark und nimmt, sich zum Mikrogameten ausbildend, eine sehr schlanke Gestalt an.

Eine andere, zuerst von PÉREZ (19) signalisierte Erscheinung ist auch bei den Mikrogametocyten von *Adelea zonula* sehr verbreitet; das ist die Vereinigung von zwei Mikrogametocyten miteinander. Wie es scheint, sind sie jedoch bei *A. mesnili* eine gewöhnliche (normale) Erscheinung. Bei meiner Form zeigen sie hingegen entschieden pathologische Charaktere. Erstens haben wir sie in sehr großer Menge in Larven beobachtet, die sehr stark infiziert waren. Es macht mir den Eindruck, daß diese enorme Infektion durch eine übermäßig starke Schizogonie (Vermehrung) der Parasiten hervorgerufen wird. Die Folge davon ist eine ausgesprochene Degeneration einer großen Menge von Parasiten. Sie verlieren außerdem die Fähigkeit, das Verhältnis zwischen Kern und Plasma zu regulieren, so daß wir schließlich winzig kleine Mikrogametocyten bekommen, deren Kerne hingegen sehr groß sind. Dieselben bleiben entweder frei und sterben ab, nachdem sich ihr Kern einmal geteilt hat (sofern er dies überhaupt tut), oder aber sie verbinden sich miteinander, dann machen sie immer eine Kernteilung durch (Fig. 20a—d). Ich habe jedoch weder eine wiederholte Teilung des Kerns noch eine Ausbildung von Mikrogameten



Fig. 20a—d. Freie und miteinander verbundene Mikrogametocyten, verschiedene Stadien der Kernteilung aufweisend. 1500:1.

beobachtet. Einmal habe ich auch eine direkte Zweiteilung bei so degenerierenden Mikrogametocyten gesehen; auch LAMÉ hat über eine direkte Zweiteilung bei Coccidien berichtet; vielleicht handelte es sich auch dort um degenerierende Parasiten. Diese winzigen Mikrogametocyten haben meistens eine Größe von 2—4 μ , von denen in extremen Fällen fast die Hälfte chromatische Substanz ist. Von den bis jetzt genauer studierten Formen tritt diese merkwürdige Erscheinung nur noch bei *A. mesnili* ein, wo sie zum erstenmal beobachtet wurde, nur daß sie hier insofern ihren pathologischen Charakter weniger zur Schau bringt, als sich die miteinander vereinigten Mikrogametocyten völlig normal zu entwickeln und Mikrogameten zu bilden imstande sind. Für *Adelea ovata*

sagt SIEDLECKI nichts darüber, hingegen erwähnt LÉGER ausdrücklich für *Adelea transita*, daß er die von PEREZ beobachtete Vereinigung zweier männlicher Merozoiten nicht konstatieren kann.

Diese durch enorme Vermehrung verursachte Degeneration erstreckt sich nicht allein auf die männlichen Elemente, sondern es werden auch die Makrogametocyten von ihr betroffen; hier tritt sie aber in einer anderen Form auf. Solche anormale weibliche Merozoiten erreichen eine riesige Größe, sie sind bis zu 30 μ lang und 2–2,5 μ breit, so daß sie wie ein Faden aussehen. Auch der Kern sieht nicht normal aus, sein Chromatin tritt in mehr oder minder langen, durcheinander gewundenen Fäden auf. Eine deutliche Abgrenzung des Kerns von dem übrigen Plasma ist nicht zu sehen. Bei dem weiteren Wachstum erreichen solche Makrogametocyten eine auffallende Größe, bis zu 40 μ . Der Kern bleibt jedoch im Gegensatz dazu ziemlich klein. Hier erscheint er in der Form einer hellen Blase, worin meistens außer dem großen Karyosom und Nukleolo-Centrosom entweder sehr wenig oder gar keine Chromatinkörnchen zu sehen sind. Je nach dem Grade ihrer Degeneration machen sie eine mehr oder weniger vollkommene Entwicklung durch, worauf sie absterben.

Die vollkommen ausgebildeten Mikrogameten nehmen eine sehr schlanke Form an, sie sind 8–11 μ lang; ihr Vorderende ist kurz zugespitzt, das hintere verzüngt sich hingegen sehr allmählich. Von allen bis jetzt bekannten Adeleaarten sind sie die längsten.

Die Entwicklung der Makrogametocyten.

Zuerst unterscheiden sich die Makrogameten von den Mikrogametocyten nur durch ihre Größe und von den Schizonten kaum (Fig. 21). Erst im Laufe ihrer Entwicklung treten die ihnen eigentümlichen Charaktere auf, die eine sichere Unterscheidung von den letzteren ermöglichen. In die Wirtszelle eingedrungen, behalten sie ihre längliche Form; es findet ein starkes Wachstum in der Breite statt, so daß sie bald die Form eines kurzen dicken Rotationsellipsoids annehmen. In den früheren Stadien zeigen die Mikrogameten eine gekrümmte oder bohnenförmige Gestalt, später rundet sich aber ihre Oberfläche überall ab. Wie bei den anderen Coccidien so auch hier, beginnt, kurz nachdem der weibliche Schizont in eine Wirtszelle eingewandert ist, die Bildung von jenen eigentümlichen, stark glänzenden kugeligen Gebilden, die von den früheren Coccidienforschern als Reservestoffe erkannt wurden. Über ihre chemische

Zusammensetzung ist nichts Näheres bekannt; ob sie bei allen Repräsentanten der Coccidien gleich ist, ist ebenfalls nicht zu entscheiden. Bei *A. zonula* zeichnen sie sich dadurch aus, daß sie durch Osmiumsäure schwarz gefärbt werden, was auf einen fettartigen Charakter hindeuten würde; sie sind bis 2μ groß.

Die Struktur des Plasmas im Gegensatz zu den Schizonten und Mikrogametocyten, wo es sehr fein alveolär bleibt, wird im Laufe des Wachstums immer mehr grob alveolär, so daß die ausgebildeten Makrogameten bereits einen Alveolendurchmesser von $1-2 \mu$ aufweisen. Auch hier nehmen die Alveolen vom Centrum zur Peripherie an Weite zu. Das Plasma nimmt gleichfalls immer mehr an Färbbarkeit zu; bei den ausgewachsenen Makrogameten ist sie am stärksten; dieselbe wird, wie es scheint, durch die Bildung einer besonderen schleimigen Substanz hervorgerufen, die eine beträchtliche Neigung zu den verschiedenen Farbstoffen, insbesondere zum Hämatoxylin, aufweist. Diese schleimige Substanz ist meistens gleichmäßig durch das ganze Plasma verteilt, nicht selten jedoch - es macht mir den Eindruck, als ob dies bei den krankhaft aussehenden Makrogameten der Fall ist - ist sie an einzelnen Stellen lokalisiert, entweder in der Mitte, nicht weit vom Kern, in Form eines unregelmäßigen, stärker gefärbten Fleckes, oder in mehrere unregelmäßige Stücke zerfallen, meistens an der Peripherie des Parasiten zerstreut. Die Menge dieser Bildungen ist bei den einzelnen Individuen starken Schwankungen unterworfen. Oft trifft man Makrogameten, deren Plasma sehr zart und gleichmäßig gefärbt ist, daneben aber auch solche, die sehr tief gefärbt sind. Etwas Sicheres über die Natur dieser Bildung läßt sich nicht aussagen; eine Annahme jedoch, daß wir es hier mit Stoffwechselprodukten zu tun haben, hat sehr viel Wahrscheinliches für sich. Zu erwähnen ist nur noch, daß sie eine Tendenz zeigt, sich in der Nähe des Kerns in stärkerem Grade anzusammeln. Nach der Bildung der Sporocysten geht je eine Partie von ihr in dieselben über.

Sehr beträchtlich sind die sich am Kerne während des Wachstums und der Reifung des Makrogameten abspielenden Prozesse. Der längliche, aus vielen Chromatinkörnchen bestehende Schizontenkern rundet sich bald nach dem Eindringen des Schizonten in eine neue Wirtszelle etwas mehr ab. Das Karyosom bildet sich auch hier auf dieselbe Weise wie bei der Schizogonie (Fig. 22a); das Nukleolo-Centrosom tritt ebenfalls sehr deutlich hervor und behält die Stellung, die es während der Schizogonie hatte, bei. Es zeichnet sich aber hier dadurch aus, daß es an Umfang beträchtlich zunimmt,

meistens eine halbmondförmige Gestalt aufweisend, mit der konkaven Seite dem Karyosom zugewendet (Fig. 22 b–23). Das letztere wächst sehr stark, so daß es manchmal die Hälfte vom Kern ausfüllt; dementsprechend wächst auch das Nukleolo-Centrosom, so daß wir schließlich einen Kern bekommen, der wie mit zwei Karyosomen versehen aussieht, was auch LÉGER und DUBOSCQ (15), die die Entwicklung

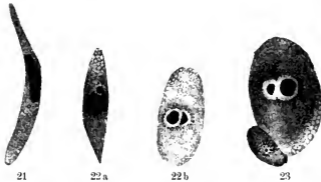


Fig. 21. Weiblicher Merozoit von *Ad. zonula*. Fig. 22 a–b u. 23. Junge Makrogametocyten. Fig. 22 a. Das Karyosom noch außerhalb des Kerns.

von *Adelea dimidiata coccidioides* nur kurz studiert haben, veranlaßt hatte, diese zwei Gebilde als Haupt- und Nebenkaryosom zu bezeichnen; sehr oft machen diese zwei Karyosomen fast ganz den Kern aus, da sich die Chromatinkörnchen dann als eine dünne Schicht um dieselben präsentieren. Auch hier rücken, wie bei *Adelea dimidiata coccidioides*, diese beiden Gebilde manchmal sehr weit auseinander und täuschen so zwei Kerne vor (Fig. 23). In einigen alten Präparaten, die mir Herr Prof. LÉGER auf die liebenswürdigste Weise zur Verfügung stellte, weist auch der Kern von *A. dimidiata* ganz dieselben Kernverhältnisse bei den Makrogameten auf. Die Schizogonie war in diesen Präparaten ganz abgelaufen, so daß ich die Kernverhältnisse während dieser Entwicklungsperiode leider nicht verfolgen konnte. Wie es scheint, kommen in *Scolopendra singulata* NEWP. zwei verschiedene Arten von der Gattung *Adelea* vor, da die Makrogameten von zwei Präparaten dieselben Kernverhältnisse wie bei meiner Form aufwiesen; die übrigen zwei Präparate enthielten hingegen Makrogameten, deren Kernverhältnisse sich an denjenigen von *Adelea mesnili* näherten.

Gleichzeitig mit dem Wachstum des Karyosoms beginnt eine Verkleinerung der Chromatinkörnchen im Kern, während der Reifung geht jedoch diese Erscheinung so weit, daß man schließlich keine Chromatinkörnchen mehr zu sehen bekommt. Wenn der Makrogamet sich seiner definitiven Größe naht, beginnt sein bis jetzt eine centrale Stellung einnehmender Kern zum einen Pol zu wandern, und so langt er nahe der Oberfläche an (Taf. II Fig. 1). Jetzt fangen die Reifungserscheinungen an. Bei diesem Prozesse lösen sich alle Chromatinkörnchen des Kerns vollkommen auf, gleichzeitig verliert der letztere seine runde Gestalt, indem er nach allen Richtungen Fortsätze aussendet, so daß er wie bei *A. mesnili* und *transita* eine sternförmige Gestalt annimmt (Fig. 2). Gleichzeitig damit findet eine starke Reduktion des Karyosoms und des Nukleolo-centrosoms statt. Das erstere verliert zuerst sehr viel an Umfang; da ich aber niemals eine Teilung bei ihm, oder auf Sprossung hindeutende Unregelmäßigkeit auf seiner Oberfläche beobachtet habe, ist es sehr wahrscheinlich, daß dessen Verringerung durch Abgabe chromatischer Substanz in gelöstem Zustande vor sich geht. Nach der Reduktion ist das Karyosom 2–4mal kleiner als zuerst, was man beim Vergleich von Fig. 23 und Taf. II Fig. 1 sofort ersieht. An Färbbarkeit büßt es jedoch um diese Zeit nicht im geringsten ein.

Das Nukleolo-centrosom verringert sich ebenfalls durch Rückgabe von Chromatin in gelöstem Zustande an den Kern, so daß es am Ende dieses Prozesses 2–3mal kleiner als zuerst geworden ist (Taf. II Fig. 1). Von diesem Stadium ab differieren diese beiden Gebilde hinsichtlich ihres weiteren Schicksals. Das Nukleolo-centrosom teilt sich um diese Zeit, oder etwas später, in zwei meistens gleiche, jedoch nicht selten an Größe ein wenig voneinander abweichende Stücke. Hingegen setzt sich die Auswanderung des Chromatins aus dem Karyosom noch weiter fort. Zuerst treten einige Vakuolen in ihm auf (Taf. II Fig. 2), dann bildet sich in dessen Mitte eine hellere Stelle aus, die an Größe immer mehr zunimmt und sich schließlich soweit ausdehnt, daß das Chromatin in Form einer ganz dünnen Schicht auf der Oberfläche des Karyosoms verteilt zu sehen ist. Sein optischer Schnitt stellt einen dünnen Ring dar (Taf. II Fig. 3). Nachdem alles Chromatin ausgewandert ist, wird der ganz blasse Überrest des Karyosoms aus dem Kern in das Plasma ausgestoßen. Dadurch ist die Reifung des Makrogameten abgeschlossen. Das Merkwürdige hierbei ist, daß, obwohl die ganze chromatische Substanz vom Karyosom und ein Teil vom Nukleolo-centrosom in den Kern überwandert, er an Färbbarkeit doch nicht zunimmt, im Gegenteil sich

eine Zeitlang so schwach färbt, daß man ihn nur mit Mühe finden kann.

Es ist wohl naheliegend, daß hier eine große Partie der chromatischen Substanz ins Plasma übertritt, da das letztere besonders an Färbbarkeit zunimmt. Wenn man nun in Betracht zieht, welcher großer Unterschied existiert zwischen dem Kopulationskern und der chromatischen Masse, die die Kerne der in einer Oocyste enthaltenen Sporoziten ausmachen (vgl. Fig. 6 u. 8), liegt die Vermutung nahe, daß der Kopulationskern während seiner ganzen Teilung ständig an Größe zunimmt. Wie es scheint, macht er vor jeder neuen Teilung eine kurze Ruhepause durch, während der er zu seiner Anfangsgröße heranwächst. Das ins Plasma bei der Reifung des Makrogameten aus dem Kern übergetretene Chromatin könnte also hier wieder eine Verwendung finden: durch sein Vorhandensein im vorgebildeten Zustande könnte er ja sogar das Heranwachsen der Tochterkerne beschleunigen.

Nach LÉGER und DUBOSCQ (15) verschwindet das zweite halbmondförmige Karyosom (nach mir das Nukleolo-Centrosom) bei *A. delea dimidiata coccidioides* vollkommen, indessen erscheinen hinter dem inzwischen polär gerückten Kerne einige sich stärker färbende Flecke, die diese Antoren als aus dem Kern herausgestoßene Chromatinmasse ansehen. Nach meinen Beobachtungen trifft das bei *A. zonula* nicht zu: hier erscheint der Fleck unabhängig und vor der Reifung des Kerns; und dann verschwindet nicht das Nukleolo-Centrosom, sondern das Karyosom (nach meiner Terminologie).

In mit der dreifachen Färbung nach HEIDENHAIN (Safranin, Gentian, Orange) angefertigten Präparaten sind in dem Makrogameten kleine bis $0.5-1 \mu$ lange stäbchenförmige Gebilde zu sehen, die sich durch ihre tief violette Färbung auszeichnen. Sie sind überall in dem Plasma verteilt, und zwar sind sie in den Alveolenwänden suspendiert. In den ganz jungen Makrogameten sind sie nicht zu sehen. Sie treten erst in den halberwachsenen Makrogameten auf, zuerst als ganz dünne kurze, verhältnismäßig schwach färbbare Stäbchen, die mit dem Heranwachsen des Parasiten sowohl an Größe als auch an Zahl beträchtlich zunehmen. Manchmal besteht das Stäbchen aus 2-3 stärker gefärbten Punkten, die miteinander durch eine etwas schwächer gefärbte Substanz verbunden sind (Taf. II Fig. 4). Oft sind sie in der Nähe des Kerns etwas stärker angesammelt als an der Peripherie. Merkwürdig ist, daß sie sich mit einem anderen Farbstoff nicht färben lassen, nicht einmal mit Eisenhämalaun. Nach der Befruchtung des Makrogameten

und der Ausbildung der Sporocysten sind sie noch immer gleichmäßig in dem Plasma verteilt. Über ihre Natur kann ich leider nichts Positives angeben. Sie sehen so bakterienähnlich aus, daß man unwillkürlich an diese denken muß. Wenn wir es jedoch in diesem Falle mit Bakterien zu tun hätten, dann drängt sich von selbst die Frage auf, warum befallen sie nur die Makrogameten, und dies nicht gleich von ihrer Jugend an, sondern erst in ihren fortgeschrittenen Stadien? Gegen ihre Bakteriennatur spricht der Umstand, daß sie an Dicke um das 3—4fache differieren, insbesondere wenn der Makrogamet etwas krankhaft aussieht, dann sind sie sehr dick und etwas länger, dafür aber weit weniger an Zahl. Außerdem macht es bei flüchtiger Betrachtung noch den Eindruck, als ob ihre Menge und Stärke im Zusammenhang mit der Färbbarkeit des Karyosoms stünde; im Plasma sind sie nämlich in größter Menge dann zu sehen, wenn das Karyosom ziemlich verblaßt ist.

Durch diese Färbungsmethode nimmt das Karyosom in mittel-erwachsenen Makrogameten eine tief rötlich-violette Farbe an; das Nukleolo-Centrosom färbt sich hingegen viel hellrötlicher und schwächer, manchmal ist es ganz blaß. Die Chromatinkörnchen nehmen eine violette Farbe an, bei stärkerer Differenzierung werden sie jedoch leicht entfärbt.

Zuerst nimmt also das Karyosom eine tiefe rötlich-violette kompakte Farbe an (Taf. II Fig. 4). Während des weiteren Wachstums des Makrogameten sieht man jedoch, daß es allmählich lichter wird; und zwar sieht man, wie dieser Prozeß, an der Peripherie beginnend, langsam zum Centrum fortschreitet. Es entsteht an der Peripherie zuerst ein heller, rot-violetter, die innere dunkle Partie einschließender Ring, der immer breiter wird; gleichzeitig zeigen sich in der mittleren Partie selbst einige hellere Stellen. Allmählich ist immer deutlicher wahrzunehmen, daß diese sich zuerst tief rötlich-violett färbende kompakte Masse aus lauter kleinen, tief rötlich-violetten Körnchen besteht, die während des weiteren Wachstums des Makrogameten an Zahl immer weniger werden (Taf. 2 Fig. 5). Schließlich sieht man Parasiten, deren Karyosom nur einige solche Körnchen aufweist, die jedoch bis auf eines bald verschwinden. Das übrig-gebliebene, sich durch seine Größe auszeichnende Körnchen bleibt noch längere Zeit bestehen, eine centrale oder schwach exzentrische Lage einnehmend. Schließlich verschwindet auch dieses, und das Karyosom ist jetzt überall durch eine hellrote Farbe mit violetter Nuance koloriert. Das Auswandern dieser Körnchen selbst habe ich nicht beobachten können, daher kann ich mich darüber nicht aus-

sprechen, ob sie in gelöstem Zustande oder als ganzes Gebilde das Karyosom verlassen.

Es ist jedoch kaum anzunehmen, daß die um diese Zeit im Plasma zerstreuten stäbchenförmige Gebilde die angewanderten Körnchen des Karyosoms darstellen, viel wahrscheinlicher ist es, daß ihr Auftreten im Plasma und das Verblässen des Karyosoms zwei unabhängig nebeneinander verlaufende Erscheinungen sind.

Mit den bereits von SCHAUDINN bei *Eimeria schubergi* signalisierten eigentümlichen Körnchen, die sich durch ihre Färbbarkeit mit Hämatoxylin und besonders mit Eisenhämalaun (HEIDENHAIN) auszeichnen, werden sie wohl nicht viel gemeinsames haben, da sie sich durch keine von diesen Färbungsmethoden aufdecken lassen.

Es wäre wohl möglich, daß diese Körnchen bei der Verarbeitung der Reservestoffkörnchen eine vermittelnde Rolle spielen, dann würden wir es also mit einem enzymähnlichen Gebilde zu tun haben.

Befruchtung und Bildung der Sporocysten.

In den meisten Fällen, wenn der Makrogamet seine Reifungsprozesse abgeschlossen hat, sind auch die Mikrogameten ausgebildet und im Begriff, sich von dem Restkörper loszulösen. Wie es scheint, scheidet der Makrogamet auch hier, wie bei den anderen Coccidien, eine auf die Mikrogameten orientierend wirkende Substanz aus, denn man sieht, daß sich bald zwei, manchmal drei Mikrogameten direkt an die Stelle gesetzt haben, wo der weibliche Kern die Oberfläche berührt. Diese Berührung der Mikrogameten mit dem weiblichen Kern genügt, wie es scheint, um die Ausscheidung der Oocystenhülle herbeizuführen, denn dieselbe wird sogleich ausgeschieden, ohne die engere Verschmelzung der beiden Kerne abzuwarten: bald wird sie auch so dick, daß man nur mit größter Mühe das Plasma und die Kerne färben kann. Manchmal habe ich die Ausstrichpräparate vier Wochen in Hämatoxylin stehen lassen müssen, bis sie sich gut gefärbt hatten.

An der Stelle, wo der weibliche Kern an die Oberfläche anstößt, sieht man regelmäßig zuerst zwei Chromatinhäufen, die ich im Anfang als von einem Mikrogamet durch Zerfall entstanden ansah (Taf. 2 Fig. 3). Die genaue Beobachtung und das regelmäßige Auftreten dieser Erscheinung haben mich jedoch zur Überzeugung geführt, daß wir es hier mit zwei Mikrogameten zu tun haben. So sehr ich mir Mühe gab, habe ich das weitere Schicksal dieser zwei Mikrogameten nicht feststellen können. Findet eine direkte Ver-

einigung der beiden Mikrogameten mit dem weiblichen Kern statt, oder aber verschmilzt bei dem engeren Geschlechtsakt nur ein Mikrogamet mit dem weiblichen Kern? An Makrogameten, wo die Vereinigung der beiden Kerne sich bereits vollzogen hatte, hat man an der betreffenden Stelle der Oberfläche keinen Chromatinhauften sehen können, der als der eine von den zwei Mikrogameten angesehen werden könnte.

Ob wir diese Erscheinung als einen Zufall ansehen oder ihr eine größere Bedeutung beimessen müssen, darüber kann ich mich nicht aussprechen. Jedenfalls ist es der Erwähnung wert, daß genau dieselbe Erscheinung auch bei *Adelea dimidiata* zu beobachten ist, wo die Kernverhältnisse, wie ich bereits auseinandersetzte, übereinstimmend mit *A. zonula* sind. Nebenbei bemerkt, befanden sich die Mikrogameten bei den beiden Arten innerhalb der bereits ausgeschiedenen Oocystenhülle.

Es findet eine Vereinigung nur von einem Mikrogametocyten mit einem Makrogamet statt. Mehr als einen Mikrogametocyten habe ich nicht beobachtet, hingegen sieht man bei den Makrogameten von *A. dimidiata* regelmäßig deren zwei. Sehr oft vollzieht der Makrogamet weit früher seine Reifungsprozesse als der Mikrogametocyt, dann wird er durch Eindringlinge aus der Nachbarschaft befruchtet. Nicht selten sieht man einen Makrogamet, der von 7—8 vollkommen ausgebildeten Mikrogameten umlagert ist. Manchmal bemerkt man auch sehr früh abgestorbene Mikrogametocyten, durch die sich aber der Makrogamet in seiner Entwicklung in keiner Weise stören läßt: er macht alle Reifungserscheinungen durch. Dasselbe kommt auch umgekehrt vor, wo die weibliche Zelle frühzeitig abstirbt und die männliche sich normal entwickelt.

Die Verschmelzung des männlichen und weiblichen Kerns und die Bildung der ersten und der folgenden Spindeln geht, wie es scheint, sehr rasch vor sich, so daß es äußerst schwierig ist, die nötigen Stadien zu finden. Man könnte sogar meinen, daß überhaupt keine Teilung des Kerns stattfindet, sondern daß er sich vollkommen auflöst, sich nachher von neuem an vielen Stellen kondensiert, um so die Kerne der Sporozoiten zu bilden. Die ersten und folgenden Teilungen des Kerns habe ich, wenn auch sehr selten, doch sehr gut beobachten können.

Mit dem Eindringen des Mikrogameten streckt sich der weibliche Kern sehr weit in die Länge und reicht jetzt mit dem einen Ende bis zum anderen Pol. Allmählich lockert sich auch der männliche Kern; indem er sich gleichzeitig auch in die Länge streckt,

sieht er jetzt als eine direkte Fortsetzung des weiblichen Kerns aus, so daß nun alle zwei zusammen eine aus mehreren Chromatinstreifen bestehende Spindel bilden, die mit ihren zwei Enden bis zu den beiden Polen des Oocyten reicht (Taf. II Fig. 6). Aus den vollkommen reifen Makrogameten her kennen wir in dem weiblichen Kern zwei durch Teilung des Nukleolo-Centrosoms entstandene Chromatinkörnchen, die wir auch in der Spindel jetzt unverändert wieder antreffen. Das eine nimmt den einen Pol ein, das andere befindet sich ziemlich in der Mitte der Spindel. Ich glaube mit ziemlicher Sicherheit vermuten zu dürfen, daß das mittlere Körnchen die Grenze zwischen männlichem und weiblichem Kern bildet. Die zwischen den beiden Körnchen eingeschlossene Partie ist der weibliche Kern; der sich außerhalb vom mittleren Körnchen befindende Spindelteil hingegen stellt den männlichen Kern dar. Dieses in Fig. 6 Taf. II abgebildete Stadium ist nicht selten anzutreffen, woraus man wohl schließen darf, daß der Oocyt in diesem Zustande längere Zeit verbleibt. Hingegen ist es sehr schwer, die nächstfolgenden Stadien zu finden, daher habe ich das Schicksal der beiden Nukleolo-Centrosomen leider nicht mehr weiter verfolgen können.

Bei der Teilung des Kerns bewahrt jetzt das Chromatin eine ziemlich kompakte Form, das Verbindungsstück wird sehr lang ausgezogen. Bei *A. ovata* wird bei der Teilung ein Zwischenkörper gebildet; in Übereinstimmung mit *Eimeria schubergi* (SCHAUDINN) habe ich hier ein ähnliches Gebilde nicht beobachten können.

Die Tochterkerne rücken gewöhnlich an die Oberfläche des Oocyten und verteilen sich dort in ziemlich gleichen Abständen voneinander. Bei der letzten, die Sporozoitenkerne resultierenden Teilung kann man eine ganz schwache Differenz in bezug der Zeit, während der sich dieser Teilungsprozeß abspielt, konstatieren: wir sehen manche Kerne, die die Teilung bereits abgeschlossen haben, neben anderen, die eben noch im Begriff sind, sie zu vollziehen (Taf. II Fig. 7). Sowie sich einige Sporozoitenkerne gebildet haben, treten sie in Funktion, ohne Rücksicht auf die anderen zu nehmen. Ein Kern übt wohl einen gewissen Einfluß auf das Plasma aus, denn wir sehen unmittelbar nach der Teilung, wie sich eine Partie von dem letzteren durch eine schwache Wand um ihn herum absondert und so den runden Sporozoit bildet. Wir bekamen oft Oocysten zu sehen, worin an einer Stelle die Sporozoiten bereits ausgebildet sind, während an anderen die Kerne noch in Teilung begriffen sind (Taf. II Fig. 7). In Übereinstimmung mit den neueren Coccidien-

forschern ist dieser Prozeß als Teilung, nicht als Sprossung zu bezeichnen.

Bei *Eimeria schubergi*, *lacazei*, *subepithelialis* usw. schreitet das Plasma erst dann zur Sporulation, nachdem sich alle Sporozoitenkerne gebildet haben. Es stellt sich eine bei den erstgenannten zwei Arten 2—3 Stunden dauernde amöboide Bewegung ein, der nach langen Anstrengungen die Furchung des Plasmas durchzuführen gelingt.

Nachdem sich die Sporocysten gebildet haben, schreiten ihre Kerne zur Teilung. Sie bleiben jedoch nicht in deren Mitte, sondern rücken bis an die Oberfläche der Sporocysten, wo sie eine lang ausgezogene Spindel bilden; gleichzeitig krümmen sie sich parallel zur Sporocystenwand (Taf. II Fig. 8). Im Gegensatz zu den vorhergehenden Teilungen habe ich hier einen Zwischenkörper beobachten können.

Bevor der Sporocysten Kern eine Teilung eingeht, wird er wohl eine längere Ruhepause durchmachen, während welcher Zeit er an Größe zunimmt. Denn wenn wir Fig. 7 und 8 miteinander vergleichen, so springt es gleich in die Augen, welche große Differenz zwischen den einzelnen Kernen existiert. Obwohl der eine lockerer gefügt ist, enthält er mehr Chromatinsubstanz als der andere.

Die Bildung der Sporozoiten erfolgt auf eine eigentümliche Weise. Das Plasma zerfällt nämlich nicht in zwei Portionen mit einem Restkörper, sondern es macht den Eindruck, als ob um jeden Sporozoitenkern eine kleine Partie vom Plasma sich abgrenzt, die ringsherum von den Reservestoffkörnchen umlagert ist. Anfangs stellt es ein kurzes abgeflachtes, 6—8 μ langes Gebilde dar (Fig. 24), das allmählich zum ausgebildeten Sporozoiten heranwächst. Zugunsten dieser Ansicht spricht der Umstand, daß die im Anfang sehr zahlreichen Reservestoffkörnchen sowohl an Größe als auch an Zahl stark abnehmen; solange die Sporozoiten noch klein sind, liegen sie entweder parallel nebeneinander oder kreuzweise übereinander (Fig. 24); später, wenn sie vollkommen ausgebildet sind, sind sie miteinander verflochten. Die reifen Sporocysten werden an den

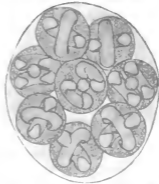


Fig. 24. Eine Oocyste mit jungen Sporozoiten. Nach dem Leben gezeichnet. 1000:1.

wenigen kleinen Reservestoffkörnchen, die sie einschließen, erkannt. In dieser Beziehung unterscheidet sich unsere Art von den anderen genau studierten Adeleiformen. Bei *Adelea ovata* und *A. mesnili* wird neben den zwei noch von Anfang an definitiv angelegten Sporozoiten auch ein großer Restkörper gebildet; ihr Kern befindet sich im Anfang am Ende der Sporozoiten, bald rückt er jedoch bei *A. ovata* in deren Mitte vor; wie er sich auch bei der zweiten Art verhält, berichtet uns PEREZ nicht. Aus den Zeichnungen, die SIEDLECKI und PEREZ für die beiden Arten angefertigt haben, ist nicht zu ersehen, ob die Sporozoiten rund oder flach zusammengedrückt sind, viel eher ist anzunehmen, daß sie rund sind. Aus den Zeichnungen von A. SCHNEIDER (25) ist bei *Adelea dimidiata* und *A. simplex* sehr klar ihre zusammengedrückte Gestalt gleich zu ersehen, insbesondere sind die Sporozoiten bei der letztgenannten Art sehr breit. Ebenfalls ist aus denselben Zeichnungen sehr deutlich zu entnehmen, daß die Sporozoiten ganz auf dieselbe Weise wie bei meiner Art angelegt werden: es wird kein einheitlicher großer Restkörper gebildet, sondern es sind die neugebildeten Sporozoiten von einer großen Menge Reservestoffkörnchen umgeben.

Aus der Entwicklung von *Adelea zonula* können wir mit Recht schließen, daß sie von allen bekannten Coccidien die primitivsten Charaktere bewahrt hat. Das lange Verbleiben der Sporozoiten in dem Darm, ihre zuerst halb amöboide Form und Bewegung und die Endstellung der Kerne sind sicher viel primitivere Charaktere, die vielleicht allen Coccidien zuerst eigen gewesen sind. Denn nach den bereits erwähnten Zeichnungen SCHNEIDER'S (25) existieren genau dieselben Verhältnisse auch bei *A. dimidiata* und *A. simplex*; bei *A. ovata* wird der Kern am Ende des Sporozoiten angelegt, rückt jedoch kurz darauf in dessen Mitte; hier steht der Parasit insofern höher, als die Metamorphose sehr schnell vor sich geht, und zwar solange die Sporozoiten noch in der Sporocyste sind. Bei *A. mesnili* berichtet uns PEREZ leider nicht, wie sich der Kern der Sporozoiten weiter verhält, ich bin jedoch der Ansicht, daß diese Art die primitiven Charaktere länger aufbewahrt als *A. ovata*. Erst nach der Metamorphose nehmen die Sporozoiten von *A. zonula* die aus von den anderen Coccidien her bekannte Form an.

Pathologie und natürliche Infektion.

Diese Adeleart befällt nur die Fettkörper von *Blaps mortisaga*, denn ich habe sie niemals in den angrenzenden Organen be-

obachtet. Wie es scheint, verursacht sie ihrem Wirt keinen unmittelbaren Schaden, da die Fettkörper als Reservenernährungsstoff in dem aktuellen Lebensprozesse der Larve außer Funktion stehen. Eine von einem Parasiten befallene Fettzelle sieht normal aus, d. h. es ist keine Entzündung daran zu konstatieren; manchmal habe ich 10—15 Parasiten in einer einzigen Zelle gesehen, dieselbe sah aber trotzdem normal aus. Nach dem Auswandern des Parasiten aus einer Fettzelle verhält sich letztere normal, d. h. sie wächst auch weiter, ohne daß man an ihr merken kann, daß sie einmal von Parasiten befallen war. Anders verhalten sich die Muskel- und Bindegewebszellen; wenn hierin einmal ein Schizont eingedrungen ist, geraten sie durch Entzündung alsbald in Wucherung, sie fangen an sich rasch zu vermehren, von allen Seiten wird der Parasit von jungen Muskelzellen umwachsen und so zum Absterben gebracht, er wird geradezu erstickt. Die toten Parasiten scheiden zuerst eine gelbe Hülle aus, später wird jedoch ihr ganzes Plasma gelb bis braun, woran man sogleich die abgestorbenen Parasiten erkennt.

Über die natürliche Infizierung dieser Parasiten kann ich nur soviel berichten, daß sie wohl in der Weise vor sich geht, daß die Larven die aus ihren toten Genossen herstammenden, mit der Nahrung vermischten Cysten verzehren.

Es ist leicht möglich, daß die aus verschiedenen Lokalitäten herstammenden Larven nicht in gleicher Weise dem Parasiten zugänglich sind. Es ist wohl denkbar, daß die aus dem eingangs erwähnten zweiten Glase stammenden Larven gegen *A. zonula* bis zum gewissen Grade immunität waren, wodurch sich auch das Mißlingen der versuchten Infektion erklären ließe. Leider habe ich nicht mit der nötigen Sicherheit ein Degenerieren der Sporozoiten in der Darmwand konstatieren können, das in einem solchen Falle wohl zu erwarten sein dürfte.

In Anbetracht der geringen Anzahl von erwachsenen Bläspen, die mir aus der infizierten Kultur zur Verfügung standen, habe ich nur einige Stücke geöffnet, die sich jedoch parasitenfrei erwiesen; daher kann ich mich nicht positiv aussprechen, ob dieselben überhaupt immun sind oder nicht. Es wurden auch zwei erwachsene Bläspen infiziert; die Cysten haben jedoch den Darm passiert, ohne sich dabei zu öffnen.

Literaturverzeichnis.

- 1) BERNDT, A.: Beitrag zur Kenntnis der im Darm der Larve von *Tenebrio molitor* lebenden Gregarinen. in: Arch. f. Protistenk. Bd. I 1902.
- 2) GOLDSCHMIDT, R.: Die Chromidien der Protozoen. in: Arch. f. Protistenk. Bd. V 1904.
- 3) —: Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. in: Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere Bd. XXI 1904.
- 4) HERTWIG, R.: Über physiologische Degeneration bei Protozoen. in: Sitz-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Phys. München 1900 Heft 1.
- 5) —: Die Protozoen und die Zelltheorie. in: Arch. f. Protistenk. T. 1.
- 6) LABBE: Recherches zoologiques, cytologiques et biologiques sur les Coccidies. in: Arch. Zool. expér. V. 4 1896.
- 7) —: Sporozoi. in: Das Tierreich, eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Berlin 1899 Lief. 5.
- 8) LÉGER, L.: Essai sur la classification des coccidies et description de quelques espèces nouvelles ou peu connues. in: Bulletin du Muséum de Marseille T. I 1898.
- 9) —: Sur la présence d'une Coccidie coelomiques chez *Olocrates abbreviatus* OL. in: Arch. Zool. expér. 1900 Notes et Revue Nr. 1—2.
- 10) —: Sporozoaires parasites de l'*Embia solieri* Rambur. in: Arch. f. Protistenk. Bd. III 1904.
- 11) —: La reproduction sexuée chez les Stylorhynchus. in: Ibid. Bd. III 1904.
- 12) LÉGER et DUBOSCQ, O.: Les Grégarines et l'épithélium intestinal chez les trachéates. in: Arch. de Parasitologie T. 6 1902.
- 13) —: Nouvelles recherches sur les Grégarines et l'épithélium intestinal des trachéates. in: Arch. f. Protistenk. Bd. IV 1904.
- 14) —: Notes sur les Myriapodes de corse et leurs parasites. in: Comp. rend. de l'association Française pour l'avancement des Sciences Congrès de Montauban 1902.
- 15) —: Recherches sur les Myriapodes de corse et leurs parasites. in: Arch. Zool. expér. et générale (4) Vol. 1 p. 307—358 1903.
- 16) LÉGER, M.: Die Coccidienliteratur der letzten vier Jahre. in: Zool. Centralbl. Jahrg. X 1903.
- 17) MOROFF, Th. & FIEBIGER, J.: Über *Eimeria subepithelialis* n. sp. in: Arch. f. Protistenk. Bd. VI 1905.
- 18) PEREZ, M.: Sur une Coccidie nouvelle, *Adelea mesnili* (n. sp.) parasite coelomique d'un Lépidoptère. in: C. R. Soc. Biol. Paris ser. 11 V. 1 1899.
- 19) —: Le cycle évolutif de l'*Adelea mesnili*. in: Arch. f. Protistenk. Bd. II 1903.
- 20) SCHAUDINN, F.: Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. in: Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog. der Tiere Bd. 13 1900.
- 21) —: Studien über krankheitserregende Protozoen. I. *Cyclospora caryolytica*, der Erreger der perniziösen Enteritis des Maulwurfs. in: Arb. a. d. kais. Gesundheitsamte zu Berlin Bd. 18 1902.
- 22) —: Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spyrochaeta*. (Vorläufige Mitteilung.) in: Ibid. Bd. 20 1904.
- 23) SCHAUDINN, F. & SIEDLECKI, M.: Beiträge zur Kenntnis der Coccidien. in: Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 1897 p. 192—203.

- 24) SCHNEIDER, A.: Etude sur le développement des Grégarines. in: Tablettes Zoologiques T. 1 1885—86.
 25) —: Coccidies nouvelles ou peu connues. in: Ibid. T. 1 1885.
 26) SIEDLECKI, M.: Étude cytologique et cycle évolutif de la coccidie de la seiche. in: Ann. de l'Inst. Pasteur 1898.
 27) —: Étude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata* Schneider. in: Ibid. 1899.
 28) WILSON, EDMUND: The cell in development and inheritance. New-York 1902.
 29) MOROFF, TH.: Sur l'évolution des prétendues Coccidies des Céphalopodes. in: Compt. Rend. de l'Acad. des Sci. 1906.

Tafelerklärung.

Tafel II.

Fig. 1—8 *Adelea zonula*.

Fig. 1. Erwachsener Makrogametocyt, nachdem dessen Karyosom und Nukleolo-Centrosom eine Reduktion erfahren haben. 1500:1.

Fig. 2. Makrogametocyt während der Reifung. 1500:1.

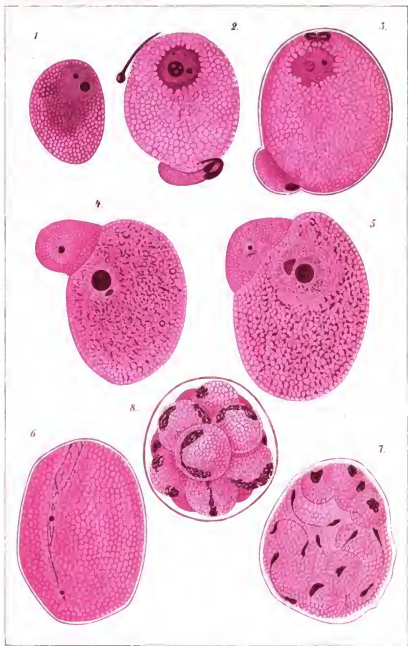
Fig. 3. Reifer Makrogametocyt mit bereits eingedrungenem Mikrogamet. 1500:1.

Fig. 4 n. 5. Zwei mit Safranin-Gentian-Orange gefärbte Makrogametocyten, bei denen man die bakterienähnlichen Gebilde sehen kann.

Fig. 6. Verschmelzung des männlichen und weiblichen Kerns und die Ausscheidung der Oocystenhülle.

Fig. 7. Teilung des Oocystenkerns und Bildung der Sporocysten.

Fig. 8. Teilung der Sporocystenkerne.



Taf. 2 p.

Antonie van Leeuwenhoek Instituut, Amsterdam

Antonie van Leeuwenhoek Instituut, Amsterdam

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [8 1907](#)

Autor(en)/Author(s): Moroff Theodor

Artikel/Article: [Untersuchungen über Coccidien. 17-51](#)