

*Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

Aus dem protistologischen Laboratorium des Staatl. Instituts für experimentelle
Agronomie. Vorstand: Prof. Dr. V. DOGIEL.

Zur Biologie einiger Raubinfusorien.

Von

H. Rammelmeyer.

(Hierzu 2 Textfiguren und Tafel 15—17.)

I. Teil.

Auf den Rat Professor DOGIEL'S begann ich im Jahre 1927 die Biologie der Raubinfusorien zu studieren und stellte mir zum Endziel die Erforschung der Encystierungsprozesse bei denselben. Diese von mir in Angriff genommene Arbeit wurde im Verlauf von ungefähr einem Jahr durchgeführt, konnte jedoch, aus verschiedenen Gründen, nicht zu Ende gebracht werden. So vermag ich denn nur die von mir erhaltenen Resultate zu summieren, indem ich die Hoffnung, diese Arbeit je wieder aufnehmen und zu Ende bringen zu können, aufgeben muß.

Infusoriencysten in großen Mengen zu erhalten, ist nur dann möglich, wenn die Infusorien in besonderen Kulturen gehalten werden. Infolgedessen läuft die Frage über die Möglichkeit des morphologischen Studiums der Cysten auf die Frage über die Möglichkeit der Infusorienkultivierung hinaus. In dieser Beziehung unterwerfen sich bei weitem nicht alle Infusorien in gleichem Maße der Züchtung in künstlichen Kulturen; ich habe an vielen Infusorien Kultivierungsversuche angestellt und einige derselben wie z. B. *Coleps hirtus* ist mir nicht gelungen unter künstlichen Bedingungen aufzuziehen. Die Methodik der Kulturanlage war die folgende: in kleine

Gefäße, wie Salzfässer oder Uhrgläser wurde Wasser aus denjenigen Aquarien eingegossen, wo die betreffenden Infusorien aufgefunden worden waren und Nahrungspartikel zugesetzt; da ich es vornehmlich mit Räubern zu tun hatte, so bestand die Nahrung in Flagellaten oder kleinen Infusorien. Ungeachtet der Einfachheit genannter äußerer Bedingungen, vermehrten sich bei weitem nicht alle Infusorien in solchen Gefäßen.

Unter den leicht kultivierbaren Infusorien wählte ich in erster Linie *Didinium nasutum* aus. Wie CALKINS und BEERS gezeigt, bilden Paramäcien die Nahrung dieses Infusors. In gut angelegten Kulturen vermehren sich die Didinien außerordentlich leicht und solche Kulturen lassen sich jahrelang unterhalten.

Die Ernährungsweise von *Didinium nasutum* ist von BALBIANI (1873), THON (1905) und CALKINS (1915), welch letzterer auch eine Abbildung der Paramäcienaufnahme durch unseren Räuber gibt, erforscht worden. Ich selbst habe einige Beobachtungen vorgenommen bezüglich der Zeitdauer der Verdauungsperiode und habe die erhaltenen Resultate in Verbindung zu bringen versucht einmal mit dem für *Didinium* erforderlichen Nahrungsquantum und andererseits mit den Bedingungen bei Unterernährung derselben.

Es wurden folgende Versuche angestellt:

Zwecks Färbung der Nahrungsvakuolen wurden die Didinien mit Paramäcien gefüttert, welche vorerst im Verlauf von 20—30 Minuten in einem Gemisch von Wasser und Karminpulver resp. Tusche gehalten worden waren. Vor der Fütterung mußten die Didinien mehrere Stunden lang hungern. Darauf wurden einem oder zwei Exemplaren durch Karminpulver gefärbte Paramäcien zugeschoben. Der Beutefang und das Verschlucken derselben ging sehr rasch vor sich. Nach dem Verschlucken derselben ändert sich die äußere Form der Didinien sichtbar, die beträchtliche Beute dehnt den Körper in die mannigfachsten Figuren aus: dann sind sie quer, dann wieder der Länge nach ausgedehnt. Die Infusorienbewegungen ändern sich sofort: die für die Didinien so charakteristischen raschen und jähen nach vorn gerichteten Bewegungen verlangsamten sich und gehen in innerhalb eines sehr kleinen Kreises sich abspielende rotierende über: die Infusorien drehen sich um ihre Längsachse, wobei der Vorderteil des Körpers mit dem Rüssel gewöhnlich nach unten hin geneigt ist. In einer solchen Stellung verharret das Infusorium während der ganzen Zeit der Verdauung, wobei zum Schlusse dieses Prozesses ihre Bewegungen wieder etwas freier werden. Die Verdauung wird durch das Auftreten großer Blasen im *Didinium-*

Körper begleitet; solche Blasen treten nach je 15—20 Minuten auf und lagern sich gewöhnlich im Umkreis der verschluckten Beute.

Allmählich ordnet sich die Beute, die zu Anfang quer im Körper gelegen, mehr minder gleichmäßig im ganzen Körper an, so daß das Infusor seine normale Körperform wiedergewinnt, wobei die Größe jedoch ein wenig zugenommen und das Plasma dunklere Färbung angenommen hat. Um ein deutlicheres Bild der Verdauungsprozesse zu erhalten, habe ich die Nahrungsvakuole von *Didinium* auch mit Kongorot zu färben versucht. Im Anfang versuchte ich eine 1proz. Lösung zu benutzen und mit Hilfe einer Pipette dieselbe tropfenweise unter das Deckglas mit gefütterten Didinien zu bringen, jedoch erwiesen sich solche Konzentrationen für die Didinien als tödlich; unter dem Mikroskop ließ sich wahrnehmen, daß bei Näherung des Randes der 1proz. Kongorotlösung die Didinien, charakteristisch rotierend, in das reine Wasser zurücktraten, bei Vermischung beider Flüssigkeiten hingegen bald zugrunde gingen, indem sie aus ihrem Rüssel ein Bündel Trichocysten herauswarfen. Als beste Lösung erwies sich eine Lösung von der Konzentration 0,025 Proz.: im Gemisch dieser Lösung mit der Kulturflüssigkeit, in welcher sich gefütterte Didinien befanden, lebten die letzteren lange weiter fort und es bot sich die Möglichkeit, dieselben zu studieren. Nach Ablauf eines gewissen Zeitabschnittes trat in der Mitte des Infusorienkörpers eine blaue Färbung auf, welche auf dem schwachorangefarbenen Untergrunde der Kongorotfärbung deutlich zum Vorschein kam. Die Zustände des Erscheinens dieser blauen Färbung waren die folgenden:

| | | |
|---------------|---|------------------|
| I. Versuch: | <i>Didinium</i> ergreift seine Beute um | 11 ²⁰ |
| | Beginn des Blauwerdens um | 11 ⁴⁰ |
| II. Versuch: | ergreift seine Beute um | 11 ¹⁵ |
| | Beginn des Blauwerdens um | 11 ³⁰ |
| III. Versuch: | ergreift seine Beute um | 11 ²⁰ |
| | Beginn des Blauwerdens um | 11 ⁴⁵ |

Nach 2—2 $\frac{1}{2}$ Stunden entwich die blaue Färbung. Die Bläschen, welche im Körper der Didinien die Beute umringen, könnten mit den Körnern des Plasmas verwechselt werden, zumal sie bei *Didinium* recht groß sind (THON, 1905), jedoch fällt ihre Reaktion auf Kongorot ganz anders aus: nach dem Zerquetschen des Didinienkörpers färben sich die aus dem Körper heraustretenden Körner in schwachorangene Farbe, nicht aber blau.

Nach Verdauung der einzelnen Nahrungsabschnitte greift die Defäkation ein. Die erste Defäkation tritt in folgenden Zeiträumen auf:

I. Versuch: *Didinium* ergreift die Beute um 12¹⁰.

Defäkationen: um 1; 1²⁰; 1³⁵; 1⁴⁰; 2; 2¹⁵.

II. Versuch: *Didinium* ergreift die Beute um 11 Uhr.

Defäkationen: um 12¹⁵; 12³⁰; 12³⁵; 12⁴⁰; von 1 Uhr an und bis 1¹⁵ beinahe ununterbrochen, dann 1³⁰; 1⁴⁰; 1⁴⁵; 2⁵; ferner um 2³⁰ begann das Plasma sich zu lichten, die Karminkörner fehlen im Plasma beinahe gänzlich. Somit ist nach 2—3 Stunden die gesamte Nahrung schon gänzlich verdaut, die Reste derselben ausgestoßen, das Individuum beginnt normale Form anzunehmen und die Bewegungen werden aus „langsam rotierenden“ wieder zu „suchenden“. Unter dem Einfluß der experimentellen Arbeiten Prof. Dr. V. DOGIEL's über den Einfluß von Salzen auf die Ernährungsprozesse der Infusorien, habe auch ich mit Mg-Salzen auf Didinien einzuwirken versucht.

Es wurden folgende Salze angewandt:

MgSO₄ bei Konzentration m/50,

MgCl₂ „ „ „ m/10,

beides Lösungen, welche von den Didinien gut ertragen wurden. Es ist mir jedoch nicht gelungen, eine deutliche Beschleunigung der Ernährungsprozesse zu beobachten, wie sie DOGIEL erhalten. Die Zeiträume der ersten Defäkationen waren dieselben: so z. B. für MgSO₄ bei m/50:

I. Versuch: Ergreifen der Nahrung um 11¹⁵; 1. Defäk. — 12¹⁵; 12²⁵.

II. Versuch: „ „ „ „ 11²⁵; „ — 12³⁵.

III. Versuch; „ „ „ „ 12⁵⁰; „ — 2²⁰.

(bei Konzentration = m/25) 11¹⁵; „ — 12¹⁰; 12³⁵;

um 12²⁰ begannen die Bewegungen normal zu werden.

Für MgCl₂, m/10, wurden 3 Versuche angestellt.

1. Ergreifen der Nahrung um 3; Defäkation — 3¹⁰; 3²⁰; 3⁴⁰; 3⁵⁰.

2. „ „ „ „ 3⁵; „ — 3²⁵; 3³⁵.

3. „ „ „ „ 3¹⁰; „ — 3³²; 3⁴⁰.

Eine gewisse Beschleunigung im Auftreten der ersten Defäkation ließ sich nur im Versuch mit MgCl₂ m/10 nachweisen, wo die Defäkation nach 10 Minuten eintrat, während in den Kontrollversuchen dieselbe erst nach 20 Minuten sich einstellte, und das war der allerhöchste Zeitpunkt des Beginns der Defäkation. Somit geht

die Ernährung der Didinien folgendermaßen vor sich: 15—20 Minuten nach dem Erhaschen der Beute werden saure Verdauungssäfte in Form von Bläschen ausgeschieden, welche die Nahrung umringen. Die Nahrung wird verdaut, ihre Reste werden allmählich entfernt. Nach 2—2½ Stunden ist der ganze Prozeß beendet und das Infusor begibt sich von neuem auf die Suche nach Beute.

Das zweite Infusorium, dessen Kultivierung mir recht gut gelang, war *Dileptus anser*. Die Methodik der Kulturanlage war auch hier eine recht einfache: einige Exemplare des genannten Infusors wurden in ein Salzfaß mit Aquariumwasser übergeführt und Nahrung hinzugesetzt. *Dileptus* ist ein Raubinfusor, welchem sowohl Flagellaten (besonders gern fressen sie *Chilomonas paramaecium*), als auch Infusorien z. B. *Colpoda*, *Paramaecium*, *Stentor* (VISEHER, 1923), zur Nahrung dienen. Die Dilepten sind sehr gefräßig, die Vermehrung geht auch sehr intensiv vor sich und schon nach einigen Tagen ist gewöhnlich der ganze Boden des Salzfaßes von diesen großen Infusorien bedeckt. Im Ruhezustande liegen die Dilepten am Boden, indem sie bloß mit ihrem Rüssel energische Bewegungen ausüben. Die Dilepten ernähren sich sowohl von lebenden, wie auch toten Protozoen. Zu wiederholten Malen habe ich Gelegenheit gehabt, zu beobachten, wie die Dilepten tote Paramäcien fressen; von besonderem Interesse sind diejenigen Fälle gewesen, da zwei Dilepten von zwei verschiedenen Seiten sich an eine Paramäcienleiche machten und bei ihrem Zusammenstoß mit Hilfe energischer Bewegungen das *Paramaecium* einander zu entreißen versuchten, so daß schließlich dasselbe in Stücke zerrissen wurde. Ein lebendes *Paramaecium* abzutöten vermag aber ein *Dileptus* ebenfalls, und zwar durch rasches und unerwartetes Berühren der Beute mit dem Rüssel, aus welchem Trichocysten herausgeschleudert werden. Ein solches *Paramaecium* stellt seine normalen Bewegungen ein, bleibt stehen und wird zur Beute des Räubers.

Die in großen Mengen in den Kulturschalen gezüchteten Amöben blieben jedoch von den Dilepten verschont (Textfig. 1).

Bei Durchsicht der Salzfüßer mit den in denselben gezüchteten Dilepten konnte ich folgende interessante Erscheinung wahrnehmen: einige der Dilepten waren am hinteren Körperende gespalten, ein doppeltes Hinterende gewissermaßen vortäuschend. Öfters war nur der Schwanzfortsatz allein gespalten, in anderen Fällen schnitt die Spaltung tiefer ein, den gesamten Hinterteil des Infusors zerspaltend; eine solche zweite Körperhälfte schlang sich um die erstere Hälfte des Hintertendes, wodurch das Infusor ein äußerst eigenartiges Aus-

sehen erhielt. Anfangs glaubte ich natürlich, daß eine solche Spaltung das Resultat künstlich verursachter Verwundungen sein müsse, jedoch erwies es sich hernach, daß solche unförmliche Verstümmelungen in solchen Gefäßen angetroffen wurden, in welchen die Infusorien keinerlei Perturbationen ausgesetzt wurden (Textfig. 2).

Da mich das weitere Schicksal dieser sozusagen Mißgeburten interessierte, so habe ich dieselben in Einzelgefäße übergeführt und nach Zusatz von Nahrung das Schicksal ihrer Nachkommen verfolgt. Da ein spezielles Erforschen dieser Frage nicht in dem Rahmen der von mir gestellten Aufgabe lag, so vermochte ich nur wenige Versuche anzustellen. Hier seien die Resultate dieser Versuche angeführt.

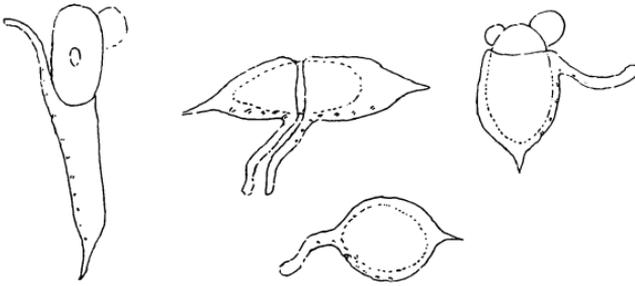


Fig. 1.

1. Ein doppeltgeschwänztes Individuum wurde in ein besonderes Salzfaß gebracht, am folgenden Tage resultierten drei Individuen, zwei normale und ein doppeltgeschwänztes. Nach 2 Tagen fanden sich in demselben Salzfaß 17 Individuen vor, unter welchen drei doppeltgeschwänzte waren.



Fig. 2.

2. Ein isoliertes doppeltgeschwänztes Exemplar ergab am folgenden Tage zwei Individuen: ein normales und eine Mißgeburt.

3. Ein isoliertes doppeltgeschwänztes Individuum ergab am folgenden Tage drei Individuen: zwei Normalindividuen, eine Mißgeburt.

4. Nach 2 Tagen resultierten aus einem doppeltgeschwänzten Individuum — sechs, unter denen eine Mißgeburt.

Aus diesen wenigen Versuchen ist immerhin zu ersehen, daß auch nach der Teilung des Infusors diese merkwürdige Mißgeburtenerscheinung in einem gewissen Prozentsatz erhalten bleibt.

II. Teil.

Der Zweck der Anlage von Infusorienkulturen war das Erhalten von Cysten. Die Frage über die Encystierungserscheinungen der Infusorien hat ihre Geschichte. Den älteren Autoren erschienen die Ursachen der Infusorienencystierung als äußerst einfach und klar; sie meinten die Encystierung greife dann ein, wenn die Infusorien in ungünstige Lebensbedingungen geraten und hielten somit die Encystierung als eine Anpassungserscheinung zum Überleben in für die Individuen schädlicher Umgebung. Als besonders schädlich wurde Austrocknen und Hunger angesehen. Im weiteren erwies es sich, daß außer dieser wichtigsten Kategorie von Cysten, welche späterhin von den Autoren Dauercysten genannt wurden, auch noch andere Kategorien existieren: die Vermehrungscysten, z. B. bei dem Infusor *Colpoda* und Verdauungscysten z. B. bei *Vampyrella elegans* (KERNER, 1906, 1924). FERMOR (1913) und CALKINS (1915) stellen darauf die Theorie der Kernrekonstruktion während der Encystierung auf und die Frage nach den Encystierungsursachen wurde äußerst verwickelt. Die Encystierung wurde nun als zyklische Erscheinung, welche periodisch in irgendwelchem Zusammenhang mit der Konjugation auftreten sollte, angesprochen.

Die Ursachen der Encystierung wurden aus ursprünglich äußeren zu inneren, wurden in den Organismus selbst verlegt.

Die Encystierung wurde somit nicht als eine Antworterscheinung auf äußere Reizbedingungen betrachtet, sondern vielmehr als der Ausdruck eines gewissen inneren Zustandes des Organismus. Die Arbeiten MAST'S, YBARA'S und BEER'S (1917—1927) an *Didinium nasutum* handeln über das Kausalverhältnis zwischen Encystierung und äußeren ungünstigen Lebensbedingungen, sowie zwischen der ersteren und der Konjugation.

Als Resultat ergab sich folgendes:

1. Hungern ruft nicht immer Encystierung hervor, im Gegenteil die Infusorien encystieren sich öfters bei reicher Kost.
2. Austrocknen zieht oftmals keine Encystierung nach sich, und wenn, so tangiert es nur $\frac{1}{3}$ der Individuen, $\frac{2}{3}$ hingegen gehen dabei zugrunde.
3. Encystierung greift bei optimalen Temperaturbedingungen ein; dieser These widersprechen die Beobachtungen HERTWIG'S, welcher Cysten von *Dileptus* bei niederen, d. h. also nicht optimalen, Temperaturen erhielt.

4. Veränderungen von p_H führen nicht unbedingt zur Encystierung; im Gegenteil Encystierung tritt auf bei p_H -Bedingungen, welche für die Lebensprozesse günstig sind (von 6—7,8). Andere Resultate erhielt KOFFMAN (1924) für *Colpoda*, welche sich bei für das Leben ungünstigen p_H -Bedingungen encystieren.

5. Ein widerspruchloser Zusammenhang zwischen Encystierung und Konjugation läßt sich nicht nachweisen.

Alle diese Beobachtungen haben in der von MAST und YBARA (1923) gegebenen Formel ihren Ausdruck gefunden: „Encystierung schützt vor äußeren ungünstigen Lebensbedingungen, jedoch rufen letztere keine Encystierung hervor.“

Wie zu ersehen, hat sich die Frage nach der Encystierung als äußerst kompliziert erwiesen und harret ihrer Entscheidung.

Die Frage über die Rekonstruktion des Kernapparats stützte sich hauptsächlich auf die Untersuchungen von FERMOR an *Stylonichia* und CALKINS an *Didinium*. Jedoch haben FERMOR'S Beobachtungen keine Bekräftigung seitens der späteren Autoren erfahren, und CALKINS hatte keine morphologischen Untersuchungen der Cysten von *Didinium* unternommen.

Neuerdings hat IVANIČ die Encystierung bei *Chilodon uncinatus* studiert (1928), wobei er wiederum die Reorganisation des Kernapparats beobachtet hat. Indem IVANIČ den Versuch unternimmt die Widersprüche zwischen den Angaben FERMOR'S und den übrigen Autoren, die ihn widersprochen hatten, zu klären, spricht er sich dahin aus, man müsse zweierlei Cysten unterscheiden: solche mit dicken Membranen und solche mit dünnen; bezüglich der Kernreorganisation seien nun beide Kategorien von Cysten verschieden.

Die Morphologie der Cysten ist ebenfalls wiederholt von den verschiedenen Autoren untersucht worden.

Von besonderem Interesse ist die chemische Zusammensetzung der Cystenhülle. Untersucht wurde sie auf Grund ihrer Lösbarkeit oder Unlösbarkeit in verschiedenen Stoffen.

Besonders gründlich sind die Cystenhüllen durch ILOWAISKY (1923) studiert worden, und zwar mit Hilfe der Plasmolyse. Außer den zwei Hüllen, der „ecto“- und „endocyste“, über deren Existenz bei Infusorien sämtliche Autoren einig sind, hat ILOWAISKY noch eine besondere „intimocyste“ entdeckt, welche für jene Salze, die leicht durch die beiden ersteren hindurchdringen, undurchdringlich ist.

Beide Hüllen weisen verschiedene Fähigkeiten der Lösbarkeit auf: bei Lösung in starken Alkalien erwies sich die zweite Hülle

(endocyste) als weniger löslich, als die erste (ectocyste) (GOODEY, 1913).

Die Theorie der Kohlenhydratnatur der Cystenhüllen wurde allmählich fallen gelassen und der eiweißstoffartige Charakter derselben hervorgehoben; der Hüllstoff erhielt durch BRESSLAU (1924) die Benennung „Tektin“; die Ausscheidung des „Tektins“ unter ungünstigen Lebensbedingungen wurde studiert und der Zusammenhang desselben mit den Trichocysten festgestellt.

Indessen wuchs die Anzahl der Infusorien, bei welchen Cysten nachgewiesen werden konnten und schließlich fanden MICHELSON (1928) und IVANIČ (1926) die Cysten von *Paramaecium aurelia*, für welches Infusor bis dahin jegliche Encystierungsfähigkeit bestritten worden war.

So ist es bis in unsere Tage hinein um die Frage über die Existenz von Cysten bei Infusorien bestellt.

Was nun meine eigenen Beobachtungen bezüglich der Ursachen der Encystierung anbelangt, so habe ich eine Reihe Versuche zur Beantwortung dieser Frage angestellt:

I. Hungerexperimente.

Viele Infusorien habe ich dem Hungern ausgesetzt. Für *Didinium* habe ich ebensowenig, wie auch BEERS einen deutlichen Zusammenhang zwischen Hungern und Encystierung festzustellen vermocht.

I. Versuch. Am 7. Febr. brachte ich in ein mit destilliertem Wasser gut ausgewaschenes Gefäß (Salzfaß) lebensfrische Didinien und fügte abzentrifugierte und von Bakterien durch Auswaschen befreite Paramäcien, als Nahrung, hinzu.

Am 8. Febr. fügte ich noch Nahrung hinzu, ohne jedoch die Kulturflüssigkeit zu wechseln. Im Gefäß äußerst viele aktive Didinien.

Am 11. Febr. Im Gefäß lagen die Didinien im encystierten Zustande, obwohl einige Paramäcien noch vorhanden waren.

II. Versuch. Am 18. Juni brachte ich große aktive und gut ernährte Didinien in ein Gemisch von destilliertem Wasser und Kulturflüssigkeit, jedoch ohne Zusatz von Paramäcien.

Am 20. Juni. Keine Cysten vorhanden. Das Plasma der Didinien ist bedeutend heller geworden.

Am 21. Juni. Keine Cysten. Der Versuch wurde eingestellt, da die Didinien stark an Volumen abgenommen hatten. Solcher Versuche sind viele angestellt worden und die Resultate fielen recht einförmig aus: in einigen Fällen trat Encystierung ein selbst dann,

wenn in den Gefäßen mit Didinien noch Paramäcien sich nachweisen ließen. Didinien, welche in reine Kulturflüssigkeit ohne Nahrung übergeführt wurden, encystierten sich niemals.

Das Hungern der Dilepten:

I. Versuch. Am 13. Jan. wurden einige große Dilepten einer Kultur entnommen, in destilliertem Wasser ausgewaschen (zwecks Entfernung von Flagellaten, welche ihnen als Nahrung dienen) und in einen mit einer Vertiefung versehenen Objektträger gebracht, woselbst ein Gemisch von destilliertem Wasser und Aquariumwasser sich befand und in die feuchte Kammer gestellt. Die Temperatur war Zimmertemperatur (12—15° C).

Am 16. Jan. Das Infusorienplasma war durchsichtig geworden. Keine Cysten nachweisbar. Bewegungen normal.

Am 18. Jan. Die Dilepten haben sichtbar an Größe abgenommen.

Am 24. Jan. Die Dilepten sind noch kleiner geworden. Ihre Körperform hat sich vereinfacht, der Rüssel ist geschwunden, Vakuolen sind weniger, bei einem Exemplar waren ihrer nur drei.

Am 27. Jan. Die Dilepten haben sich um das Fünffache ihrer Normalgröße verkleinert. Die Körperform ist fast kreisrund geworden. Bewegungen äußerst träge.

In einem solchen Zustande lebten die Dilepten noch eine Zeitlang weiter, encystierten sich jedoch nicht. Das gleiche Bild ergaben auch hungernde *Euplotes*:

Am 14. Jan. *Euplotes* wurden in Mikroaquarien, in reines Wasser, gebracht.

Am 17. Jan. Das Plasma ist durchsichtiger geworden.

Am 18. Jan. Die Euploten sind stark aufgedunsen, bewegen sich nur schwach.

Am 24. Jan. Die Infusorien sind sehr durchsichtig geworden, beginnen abzusterben.

Am 27. Jan. Sämtliche Euploten sind zugrunde gegangen.

Solche Versuche mit völligem Hungern habe ich mehreremal angestellt, das Resultat war stets dasselbe: entweder gingen die Infusorien nach 10—12 Stunden nach ihrer Isolierung in den Cysten-zustand über, oder aber sie ergaben, ohne Encystierung, bloß das Bild des Hungertodes.

Besonders komplizierte gegenseitige Wirkungserscheinungen zwischen Ernährung und Encystierung ergaben *Oxytricha*, welche ich in großen Gefäßen mit *Colpoda*-Kulturen züchtete. Sie ergaben einen regelrechten Zyklus:

1. Einige wenige Oxytrichen und verhältnismäßig wenige *Colpoda*.
2. Nach 2—3 Tagen sehr viele Oxytrichen und Colpoden.
3. Nach 5—6 Tagen die Oxytrichen encystiert; viele Colpoden.
4. Nach 14—20 Tagen Cysten der Oxytrichen und der Colpoden.

Eine solche Encystierung der Oxytrichen in an Nahrung reichen Kulturen ist mir zu beobachten öfters gelungen.

II. Schroffe Temperaturveränderungen führten ebenfalls zu keinen klaren Resultaten:

1. *Dileptus* wurden aus Temperaturen von 11—12° C in Temperaturbedingungen von 35—37° C übertragen, woselbst sie 2—3 Tage ausgehalten wurden. Schon nach 24 Stunden befanden sich sämtliche Infusorien in starker Depression: die Individuen waren abgerundet, die Rüssel eingezogen, das Plasma dunkel, die Bewegungen beinahe eingestellt. Keine Cystenbildung ließ sich nachweisen. Wieder in Zimmertemperaturverhältnisse (16° C) zurückversetzt, erholten sich die Dilepten nicht, verblieben träge und gingen schließlich zugrunde.

2. *Dileptus* wurden aus Zimmertemperaturverhältnissen in Temperaturen von 2—3° C versetzt und 2—3 Tage daselbst gehalten. Die Kälte machte sie starr, die Bewegungen wurden fast gänzlich eingestellt. Cysten wurden nicht ausgebildet. Bei der Rückversetzung in Zimmertemperaturverhältnisse erholten sie sich und wurden wieder völlig normal.

Das klarste Bild des Einflusses äußerer ungünstiger Lebensbedingungen auf die Encystierung geben wohl die Exkretionsstoffe, welche sich bei längerem Aufenthalt der Infusorien in geringen Wassermengen ansammeln. Die verschiedenen Infusorienarten reagieren hierbei verschieden; wie die folgenden Summarprotokolle der Züchtung in Kulturen es zeigen:

1. *Didinium*: In mit destilliertem Wasser ausgewaschene Salzflässer wurde ein Gemisch von destilliertem Wasser und der Kulturflüssigkeit mit Paramäcien, welche letztere vorerst abzentrifugiert und ebenfalls in destilliertem Wasser abgewaschen wurden, eingegossen (ein solches Auswaschen in destilliertem Wasser der Paramäcien wandte ich an zwecks Entfernung bakterieller Häutchen, sowie des Überschusses an Bakterien, welche einen schädlichen Einfluß auf die Didinienkulturen ausüben). Hierauf wurden in diese Gefäße Didinien aus anderen Kulturen übergeführt. Bei Temperaturen von 15—20° C bilden sich in solchen Kulturen, nach 24—36 Stunden, äußerst viele und aktive Didinien aus. Wird zu einer

solchen Kultur Nahrung hinzugesetzt und ohne irgendwelche Änderungen vorzunehmen die Kultur noch weitere 24—48 Stunden stehen gelassen, so lassen sich in dem Häutchen, welches sich zu dieser Zeit am Boden des Gefäßes ausbildet, zahlreiche Didinien-cysten auffinden, nicht encystiert verbleiben nur die kleineren Exemplare, welche gewöhnlich auch bei weiterem Stehenlassen der Kultur sich nicht encystieren. Paramäcien werden meist immer noch in einer solchen Kultur angetroffen, wenn auch nur in geringer Anzahl. Werden solche Cysten in destilliertem Wasser ausgewaschen und von neuem in eine Flüssigkeit mit Paramäcien übergeführt, so schlüpfen aus ihnen nach 24—48 Stunden wieder lebenskräftige Didinien heraus.

2. Ein ähnliches Bild ergibt auch *Dileptus*:

Beim Kultivieren vieler Individuen in ein und demselben Gefäß pflegen sie sich, in Gegenwart von reicher Nahrung, stark zu vermehren. 4—5 Tage darauf kann das Schicksal einer solchen Kultur ein zwiefaches sein: entweder schreiten die Infusorien zur Encystierung, oder aber sie fangen an, an Dimensionen abzunehmen und zugrunde zu gehen und können nur durch Übertragung in reines Wasser gerettet werden.

Besonders widerstandsfähig gegen die sich ansammelnden Exkretstoffe haben sich verschiedene *Chilifera* erwiesen, welche in einem nicht großen Flüssigkeitsvolumen 2—2 $\frac{1}{2}$ Wochen leben können ohne abzusterben und Cysten zu bilden, freilich auch Paramäcien (MICHELSON, 1928).

Somit bin ich der Meinung, daß meine Beobachtungen vollkommen diejenigen MAST'S und BEERS' bestätigen: daß nämlich Cystenbildung gewöhnlich unter für die Infusorien günstigen Lebensbedingungen, was Nahrung und T⁰ betrifft, eintritt.

Als besonders klare Ursache der Cystenbildung muß die Anhäufung von Exkretionsstoffen angesehen werden.

In den Cystenzustand verfallen meistens große Exemplare nach reichlicher Nahrung. Immerhin habe ich nicht vermocht völlig überzeugende Ursachen der Encystierung festzustellen, besonders schwer ist es, dieselben bei *Dileptus* zu ergründen, welche meist sehr allmählich in den Cystenzustand übergehen, indem sie bloß 5—10 Cysten in einer Kultur von mehreren Zehnern von Individuen ausbilden, so daß man sowohl Cysten als auch völlig normale große Individuen neben den Cysten antreffen kann.

Ich habe von folgenden Infusorien Cysten erhalten:

1. Cysten verschiedener *Hypotricha*.
2. " " *Didinium*.
3. " " *Dileptus*.

Einmal habe ich in einer meiner Kulturen die Bildung einer großen Cyste beobachtet; in der Kultur waren Paramäcien und *Spirostomum*. Die Größe der Cyste gibt mir genügenden Anlaß, dieselbe als einem *Spirostomum* angehörig zu bewerten, da es mir jedoch nicht gelungen ist, aus dieser Cyste ein lebendes Infusor zu erhalten, so kann ich meine Annahme durch keine Beweise unterstützen (Taf. 15 Fig. 1).

Den Encystierungsbildungsprozeß habe ich an *Dileptus* beobachten können; der Infusorienkörper beginnt sich abzurunden, sämtliche Vakuolen verfließen in eine, die Wimpern schlagen anfangs kräftiger denn je, im weiteren werden die Wimperbewegungen immer langsamer und an der Körperoberfläche bildet sich anfangs eine sehr dünne Membran aus. Das Plasma verbleibt noch sehr lange in dem so charakteristischen Rotationszustande. Das Herausschleudern irgendwelcher Körperchen, wie das PROWAZEK (1903) beschreibt, ist mir zu beobachten nicht gelungen; das einzige, was ich wahrnehmen konnte, waren die Defäkationsprozesse, welche schon während der Abrundung des Infusors einsetzen. Die am Anfang graue Cysten-hülle wird immer dunkler und kräftiger und nimmt zu Beginn der Ausscheidung der zweiten Hülle dermaßen dunkel gelbbraune Farbe an, daß der Cysteninhalt nicht mehr wahrnehmbar wird. Die Cysten der Didinien bilden sich folgendermaßen aus: zuerst wird die erste Hülle, die Ectocyste, in Form einer breiten, unregelmäßigen Haut ausgebildet, im Zentrum dieser Hülle kommt das abgerundete Infusor zu liegen, welches letzteres um sich herum die zweite Hülle ausbildet. Somit erhalten wir die sehr weite erste Hülle, welche eine an Größe geringere, die zweite Hülle umringt. Im weiteren zieht sich jedoch die erste Hülle zusammen, verengt sich, und die Größenunterschiede zwischen der ersten und zweiten Hülle werden verringert.

Die Messungen der Cystenvolumen haben folgende Resultate ergeben:

1. *Dileptus*-Cysten.

Da die Dileptencysten regelmäßige Kugelform aufweisen, so genügt es zur Bestimmung ihrer Volumina die Größe ihres Durchmessers zu messen.

Die Mittelgröße des Durchmessers kommt bei 60 zu liegen;

$$D = 60 \mu; R = 30 \mu,$$

folglich ist das Volumen = 11 304 μ , d. h. bei 0,1 mm³.

2. Die Cysten der *Gastrotricha* ergaben bei gleicher Messungsart gegen 0,04 mm³.

Ferner stellte ich mir zur Aufgabe, das Volumen der aktiven Dilepten auszumessen, und zwar zwecks Bestimmung, um wieviel ein Infusor bei seiner Encystierung an Volumen verliert. Das Volumen der Dilepten wurde an besonders großen Individuen berechnet, da an solchen die Messungen leichter vorgenommen werden können.

Wir erhielten folgende Mittelgrößen:

Körperlänge von 200—350 μ

Körperbreite von 60—75 μ

Rüssellänge von 140—170 μ

Rüsselbreite von 10—15 μ .

Die Körperbreite des *Dileptus* (dritte Messung) gelang es zu messen bei Betrachtung der Dilepten „im Profil“, indem der Tubus des Mikroskops um 90° zurückgesetzt wurde und der Objektträger mit den Infusorien auf dem Mikroskoptisch fest angebracht wurde.

Die auf diese Weise berechnete Körperbreite ergab die Größen:

von 30—50 μ .

Das Körpervolumen des *Dileptus* habe ich nach zwei Formeln berechnet: nach der Pyramiden- und nach der Kegelformel, und fügte sodann die Größe des Rüsselvolumens hinzu; letzteres wurde durch Multiplikation der Größen berechnet: Rüssellänge \times Rüsselbreite \times Rüsseldicke (= gegen 10 μ).

Die Mittelgrößen lagen bis gegen 2,0 mm³. Da das Volumen der Cysten = 0,1 mm³ betrug, so erweist es sich, daß die Cyste um das 20fache an Volumen kleiner ist als ein großes aktives Individuum.

Wie zu ersehen, ist das Größenverhältnis ein äußerst beträchtliches. Als Korrektur muß natürlich die Uneinheitlichkeit des Materials in Betracht gezogen werden, es wurden nicht diejenigen Individuen gemessen, welche die gemessenen Cysten ergaben. Bei einem einheitlicheren Material würde möglicherweise ein geringerer Unterschied resultieren.

Die Morphologie der Cysten.

Zwecks Studiums der Morphologie der Cysten wurden die den Infusorienkulturen entnommenen Cysten fixiert. Als beste Fixation erwiesen sich: die Sublimatfixatoren SCHAUDINN'S und GILSON'S, das Gemisch $\frac{1}{2}$ Formol + $\frac{1}{2}$ Alk. abs., Osmiengemische, hauptsächlich FLEMMING'S Gemisch und CARNOY'S Fixator. Die Zeiträume, welche die Cystenfixation erfordern, sind, im Verhältnis zur Fixation freilebender Infusorien, äußerst lang; so habe ich mit Sublimatfixatoren bis zu 2 Stunden, mit CARNOY bis $1\frac{1}{2}$ Stunden und mit FLEMMING bis zu 48 Stunden fixieren müssen. Es lassen sich nur ganz „junge“, unlängst ausgebildete Cysten (2—3 mal 24 Stunden nach deren Bildung) fixieren. Cysten, welche 1—2 Wochen im Wasser gelegen, können nur mit großer Mühe fixiert werden. Im weiteren wurden die fixierten Cysten nach der Methode PETERFI'S auf Platten eingebettet und Schnitte von der Dicke 2—7,5 μ gefertigt. Totalfärbung kann nur bei kleineren Infusorien, wie z. B. *Oxytricha*, *Didinium*, erzielt werden. Die großen und dunklen Cysten der Dilepten lassen sich nicht durchsichtig machen nach der Totalfärbung. Die Zeiträume der Einbettungsprozedur und der Färbung sind ebenfalls sehr groß im Verhältnis zu der gewöhnlichen Infusorienmethodik. Der Erfolg der Anfertigung von Präparaten steht in direkter Abhängigkeit von dem allmählichen Überführen des Objekts aus einer Flüssigkeit in die andere, da widrigenfalls der Cysteninhalte sich zusammenzieht. Als Färbungsmittel wurden die gewöhnlichen Farbstoffe angewandt: Alaunkarmin, die Hämatoxyline DELA-FIELD'S und HEIDENHAIN'S, Safranin; und dann spezielle: die Färbung auf Glykogen nach BEST, FEULGEN'S Kernreaktionsmethode, Sudan auf Fett, die Methylenblaumethode auf Volutin.

Resultate der morphologischen Untersuchungen.

1. Die Cysten der *Hypotricha*.

Die Untersuchung der Cysten interessierte mich vom Standpunkte des Kernapparates bei denselben. Jedoch fiel das Bild auf allen Präparaten gleich aus: die beiden Ma treten zu einem zusammen. Die Copulation der beiden Mi kommt manchmal vor; die Degeneration des Ma habe ich niemals beobachten können. Somit habe ich die Reorganisation des Kernapparates kein einziges Mal wahrnehmen können (Taf. 15 Fig. 2).

2. Die Cysten von *Didinium*.

Den Angaben CALKINS gemäß erwartete ich in den Cysten der Didinien Kernapparatprozesse anzutreffen, welche den normalen Kernverhältnissen nicht entsprechen, jedoch sowohl auf Totalpräparaten wie auch auf Schnitten konnte man stets den Ma in Form eines Hufeisens gut wahrnehmen. Bei der Fixation und den nachfolgenden Behandlungsweisen des Präparates löst sich manchmal die erste Cystenhülle auf, so daß nur die zweite Hülle sichtbar ist; das Plasma ist normal gebaut und auch der Ma (Taf. 15 Fig. 3, 4, 5).

Die Cysten der Dilepten stellen große kugelfunde Gebilde vor. Beide Hüllen sind gut wahrnehmbar; der Inhalt einer reifen Cyste ist jedoch der gelbbraunen Färbung der Hüllen halber verdunkelt (Taf. 16 Fig. 6). Besonders deutlich kommen beide Hüllen bei den Plasmolysenscheinungen zum Vorschein, welche letztere nach den Angaben ILOWAISKY'S ausgeführt wurde. Eine $\frac{1}{2}$ proz. NaCl-Lösung ruft sofortige Plasmolyse hervor; beim Durchwaschen mit destilliertem Wasser verschwindet die Plasmolyse und bei nochmaliger Einwirkung mit NaCl läßt sich von neuem Plasmolyse erzielen.

Auf dem zusammengezogenen Cysteninhalt sind Falten sichtbar, welche ILOWAISKY für Falten der dritten Hülle, der Intimocyste, gehalten hat (Taf. 16 Fig. 7).

Die Dicke der Hüllen kann sehr verschieden sein, zuweilen ist die Ectocyste dermaßen dick, daß sie der Entocyste dicht anliegt; in anderen Fällen ist die Ectocyste dünn und solchenfalls bildet sich zwischen den beiden Hüllen ein Zwischenraum aus (Taf. 16 Fig. 6, 7 u. Taf. 17 Fig. 12).

Die Hüllen sind in Alkalien und Säuren lösbar.

10 Proz. NaOH, bei 20° C, löst die Ectocyste nach 5—6 Stunden auf. Beim Erwärmen bis zum Sieden wird auch die zweite Hülle aufgelöst. Gleichermäßen löst auch 10 proz. KOH beim Erwärmen beide Hüllen auf. Versuche mit Säuren haben ergeben, daß starke HCl, bei schwachem Erwärmen, ebenfalls beide Hüllen zur Auflösung bringt. Bei Einwirkung mit H₂SO₄ erhält man:

1. Behandlung mit Lugol + 2 Proz. H₂SO₄ ergibt gelbe Färbung
2. " " " + starke " " " "

Somit gibt die Cystenhülle keine charakteristische Reaktion auf die Kohlenhydrate.

Nach Färbung mit HEIDENHAIN'S Hämatoxylin färbt sich die Entocyste meist in dunkelgrauer Farbe.

Beim Studium der Cysten nach Schnitten läßt sich feststellen, daß der Cysteninhalt nicht sogleich sein endgültiges „reifes“ Aussehen annimmt, sondern vielmehr folgende Stadien durchmacht:

Junge Cysten sind im Besitze nur der ersten Hülle. Das Plasma weist feinkörnige Struktur auf, füllt die ganze Cyste gleichmäßig aus und zeigt in allen seinen Abschnitten dieselbe Struktur. Im Plasma liegen die einzelnen Fragmente des Ma, verschieden an Größe, zerstreut. Irgendwelche Gesetzmäßigkeit in deren Anordnung läßt sich nicht nachweisen. Bei Färbung nach HEIDENHAIN nimmt ein solches Plasma blaßgraue Farbe an, auf welchem Untergrund die schwarzen Ma sich deutlich abheben (Taf. 16 Fig. 8).

Nun treten die Zwischenstadien ein: das Zwischenstadium nimmt damit seinen Anfang, daß das Plasma in einzelne Abschnitte, welche durch gut sichtbare Linien markiert sind, zu zerfallen beginnt. Beim Färben nach HEIDENHAIN färbt sich das Plasma bedeutend dunkler als gewöhnliches Plasma. Auf frühen Stadien dieses Umwandlungsprozesses des Plasmas aus gewöhnlichen feinkörnigen und mit HEIDENHAIN's Hämatoxylin nicht färbbarem Plasma in grobkörniges und mit HEIDENHAIN's Farbstoff färbbares Plasma sind nur kleine Distrikte desselben, die jedoch stets zunehmen, in diesen Umwandlungsprozeß hineingezogen. Auf Taf. 16 Fig. 9 (gefärbt nach HEIDENHAIN) ist die Einteilung des Plasmas in zwei solche Abschnitte zu sehen: feinkörniges helles und grobkörniges, dunkles. Auf der Grenze dieser zwei verschiedenen Plasmen kann man sehen, wie der Zerfallsprozeß des Plasmas in einzelne Abschnitte noch auf den Plasmateil überzugehen beginnt, welcher bisher unverändert geblieben war. Die Ma-Fragmente sammeln sich an der Grenze der zwei Plasmenarten.

Der weitere Verlauf dieses Prozesses ist auf der Taf. 17 Fig. 10 und 11 wiedergegeben. Man sieht hier auch, daß die zweite Hülle sich gebildet hat. Der Plasmazerfallsprozeß in einzelne Abschnitte ist hier schon so weit vorgerückt, daß das Plasma der Hälfte der Cyste, das Aussehen von einzelnen Körnern hat. Die auf der Grenze der beiden Plasmaarten angeordneten Ma-Fragmente bilden eine ziemlich regelmäßige Schicht. Das normal gebaute Plasma wird immer mehr an den einen Rand verdrängt. Die Fig. 11 gibt ein Stadium wieder, welches dem Endstadium des Prozesses nahe ist: fast das gesamte Plasma ist grobkörnig geworden, das normal gebliebene Cystenplasma ist an den Rand verdrängt, die Macronuclei haben sich zu einer dichten Schicht an der Grenze der beiden Plasmaarten gruppiert. Die Zahl der Ma-Fragmente ist auf diesem Stadium geringer geworden; während in jungen Cysten die Zahl der Ma-Fragmente sehr groß ist, von 200—500, ist deren Zahl in den Stadien, wo sie in eine Schicht sich anordnen, nicht größer als 100—150.

Im weiteren nimmt die Zahl der Plasmaabschnitte stets zu (welche ich als „Plasmakörperchen“ bezeichne), so daß sie schließlich die ganze Cyste ausfüllen. Die einzelnen Ma-Fragmente breiten sich nun wieder in der Cyste aus und gruppieren sich zwischen den Plasmaelementen oder Plasmakörperchen (Taf. 17 Fig. 12).

Ich habe folgende Beobachtungen über die Natur dieser Plasmakörperchen machen können: sie färben sich mit gewöhnlichen Kernfarbstoffen. Bei Färbung nach HEIDENHAIN nahmen sie intensiv schwarze Farbe an, so daß sie sich in ihrer Farbe nicht von den Ma unterscheiden. Nach Safranin sind sie grellrot gefärbt: nach der FEULGEN-Reaktion bleiben sie ungefärbt (Taf. 17 Fig. 10, 11).

Bei Färbung mit Kernfarben mit nachfolgender Färbung mit Plasmafarbstoff (z. B. Hämatoxylin HEIDENHAIN + Lichtgrün) behalten sie die Farbe des Kernfarbstoffes.

Spezielle Färbungsmethoden ergeben folgende Resultate:

Färbung auf Fett (Sudan III) — die Plasmakörperchen bleiben ungefärbt.

Färbung auf Glykogen (nach BEST) ergibt nicht die charakteristische rote Färbung. Das Glykogen kommt in Form kleiner Körner, die rot gefärbt sind, zwischen den Plasmakörpern zu liegen (Taf. 17 Fig. 13).

Färbung auf Volutin (Methylenblau mit Differenzierung durch H_2SO_4) ergibt nicht die charakteristische blaue Färbung. Bei Färbung auf Chondriosomen (nach KULL und BENDA) läßt sich keinerlei Zusammenhang der Plasmakörper mit den Chondriosomen nachweisen.

Die Reaktion auf Kohlenhydrate (Lugol + H_2SO_4) färbt sie dunkelgelbbraun.

Somit haben die angestellten Versuche die chemische Natur dieser Plasmakörper nicht aufzuklären vermocht. Ihrem äußeren Habitus nach ähneln sie dem Eidotter der Evertebraten.

An lebenden Cysten scheinen sie nur schwach durch die Hülle hindurch.

Beim Zerdrücken der Cystenhülle verlassen sie die Cyste in Form runder Körperchen. Eine ähnliche Plasmastruktur konnte auch J. POLJANSKY in den Cysten der *Bursaria truncatella* beobachten. Auch PERTZEWA (1929) beschreibt bei den von ihr untersuchten Cysten von *Plagiotoma lumbrici* eine ähnliche grobkörnige Plasmastruktur und gibt auch eine Abbildung derselben (Textfig. 35, 36).

Was nun aber die chemische Natur dieser Körperchen anbetrifft, so ist es noch keinem Autor gelungen befriedigende Resultate zu erhalten.

Zum Schluß erlaube ich mir meinen aufrichtigen Dank Herrn Prof. Dr. V. DOGIEL für das mir zur Verfügung gestellte Thema und Frä. T. BERNSTEIN für die Hilfe bei der Verfertigung der Zeichnungen.

Zusammenfassung.

Autor studierte die Biologie der Raubinfusorien mit dem Endzweck, deren Cysten zu erhalten. Zu diesem Zwecke wurden die Infusorien in Kulturen gezüchtet. Autor erhielt die Cysten von *Spirostomum*, *Stylonichia*, *Didinium* und *Dileptus*. Zwecks Encystierung wurden die Infusorien verschiedenen Experimenten ausgesetzt, wobei es sich ergab, daß weder Hungern noch Temperaturwechsel als primäre Ursachen der Encystierung geltend gemacht werden können.

Als widerspruchslose Ursache der Encystierung kann die Anhäufung von Exkretionsstoffen angesehen werden. Es wurden die Cystenvolumen studiert und ihre Volumina mit den Volumina der freilebenden Infusorien verglichen.

Die Cystenmorphologie wurde an *Didinium* und *Dileptus* erforscht. Bei *Didinium* konnte kein Zerfall des Ma, den Angaben CALKINS zuwider, nachgewiesen werden. Bei *Dileptus* sind die Übergangsstadien von der Cyste in den „reifen“ Zustand beobachtet worden.

Literaturverzeichnis.

- BALBIANI, E. G. (1873): Observations sur le *Didinium nasutum* STEIN. Archives de Zool. experim. et générale T. 2.
- BEERS. DALE C. (1925): Encystment and the life cycle in the ciliate *Didinium nasutum*. Proceedings of the National Academy of Science Vol. 11 Nr. 9. Sept.
- (1926): The life-cycle in the ciliate *Didinium nasutum* with reference to encystment. Journ. of Morphol. Vol. 42 No. 1. June.
- (1926): Factors involved in encystment of *Didinium nasutum*. The Anat. Record Vol. 34 No. 3. December.
- (1927): Factors involved in encystment in the Ciliate *Didinium nasutum*. Journ. of Morphol. Vol. 43 No. 2 p. 499. March.
- (1927): The relation between hydrogen-ion concentration and encystment in *Didinium nasutum*. Journ. of Morphol. Vol. 44 No. 1. June.
- (1927): Some effects of dietary insufficiency in the ciliate *Didinium nasutum*. American Society of Zoologists 25 Session 1927. The Anat. Record Vol. 37 No. 2. December.

- BISHOP, ANN (1923): Some observations upon *Spirostomum ambiguum* (EHRBG.). Quart. Journ. of Microscop. Science. New Ser. No. 267 Vol. 67 part. III. October.
- BRAND, V. TH. (1923): Die Encystierung bei *Vorticella microstoma* und hypotrichen Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 47 H. 1.
- BRAUER (1894): Über die Encystierung von *Actinosphaerium Eichhorni* EHRBG. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. 58.
- BRESSLAU (1921): Neue Versuche und Beobachtungen über die Hüllenbildung und Hüllsubstanz der Infusorien. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. August.
- (1922): Die Ausscheidung entgiftender Schutzstoffe bei Ciliaten. Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasiten usw. Abt. I, Originale Bd. 89 H. 1—3.
- (1924): Die Ausscheidung von Schutzstoffen bei einzelligen Lebewesen. Sonderabdruck aus dem 54. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft H. 3.
- CARTER, AGNES (1914): The cyst of *Amoeba proteus*. Proceed. of the Royal Physical Society sess. 1914—1915 Vol. 19 No. 8 p. 204. September 1915.
- CALKINS, G. N. (1915): *Didinium nasutum*. I. The life history. The Journ. of Exper. Zool. Vol. 19 No. 2 p. 225.
- (1916): General Biology of the Protozoan Life Cycle. The American Naturalist Vol. 50 No. 593 p. 257. May.
- (1919): *Uroleptus mobilis* Eng. I. History of the nuclei during division and conjugation. Journ. of Exper. Zool. Vol. 27 No. 3 p. 293. January.
- (1919): *Uroleptus mobilis*. II. Renewal of vitality through conjugation. Ibid. Vol. 29 No. 2. October.
- (1921): *Uroleptus mobilis*. IV. Effect of cutting during conjugation. Ibid. Vol. 34 No. 3. November.
- CIENKOWSKY (1855): Über Cystenbildung bei Infusorien. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. 6.
- COLLETT, M. E. (1919): The toxicity of acids to ciliate Infusoria. Journ. of Exper. Zool. Vol. 29 No. 3. November.
- FABRE-DOMERGUE, M. (1888): Recherches anatomiques et physiologiques sur les Infusoires ciliés. Annales des sciences naturelles. Zool. et paléontologie. 7 série. Zool. T. 5.
- FABRE, M. (1885): Sur les propriétés dialytiques de la membrane du Kyste des Infusoires. Comptes rendus des sciences de l'Académie des Sciences T. 101 p. 1507.
- FERMOR, X. (1913): Die Bedeutung der Encystierung bei *Stylonichia pustulata*. Zool. Anz. Bd. 42 p. 380.
- GREENLEAF, WILLIAM EBEN (1926): The influence of volume of culture medium and cell proximity of the rate of reproduction of Infusoria. The Journ. of Exper. Zool. Vol. 46 No. 2.
- GOODEY, T. (1911): A contribution to our Knowledge of the Protozoa of the Soil. Proceeding of the Royal Society, Serie B Vol. 84 No. 568.
- (1913): The Excystation of *Colpoda cucullus* from its Resting Cysts and the Nature and Properties of the Cyst Membranes. Ibid. Vol. 86 No. 589.
- HALL, BODINE JOS. (1921): Stock cultures of a protozoon (*Colpoda*). Science N. S. Vol. 53 No. 1361 p. 92

- HALL, BODINE JOS. (1923): Excystation of Colpoda cucullus. Some factors affecting excystation of Colpoda cucullus from its resting cysts. The Journ. of Experim. Zoology Vol. 37 No. 1. January.
- HERTWIG, R. (1903): Über das Wechselverhältnis von Kern und Plasma. Sitz-Ber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München Bd. 18 H. 2.
- (1904): Über Konjugation von Dileptus gigas. Ibid. Bd. 20 H. 1.
- Иловайский (1914): Morphologie des Cystenbildungsprozesses (предв. сообщение). Дневник зоол. отд. Импер. Об-ва Любит. Ест., Ант. и Этногр. Нов. сер. Т. 2 No. 4.
- (1916): Über Copulation bei Urostyla flavicans Wr. Дневник Зоологич. отд. Общества Любит. Естеств., Антроп. и Этногр. Нов. сер. Т. 3 No. 4. Москва.
- (1923): Material zum Studium der Cysten der Hypotrichen. Arch. f. Protistenk. Bd. 54 p. 92.
- IVANIČ MOMČILO (1926): Über die mit den Reorganisationsprozessen der Bewegungs- und Nahrungsaufnahmeorganellen verbundenen Ruhestadien von Paramecium caudatum (EHRBG.). Zool. Anz. Bd. 68 H. 1—2. August.
- (1928): Über die mit den parthenogenetischen Reorganisationsprozessen des Kernapparates verbundenen Vermehrungscysten von Chilodon uncinatus EHRBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 61 H. 3.
- JAKOBS, M. N. (1919): Acclimatisation as a factor affecting the upper thermal death points of organisms. Journ. of Exper. Zool. Vol. 27 Nr. 3. January.
- JENKIN, PENELOPE, M. (1927): The relation of Spirostomum ambiguum to the hydrogen ion concentration. The British Journ. of Experim. Biology. Vol. 4 No. 4. June.
- KOFFMAN, M. (1924): Über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Encystierung bei einigen Ciliatenarten. Arch. f. microsc. Anat. u. Entwicklmech. Bd. 103 H. 1—2.
- KOFOID, A. (1923): The Lyfe-cycle of the Protozoa. Science Vol. 57 No. 475. April.
- LINDNER (1899): Die Protozoenkeime im Regenwasser. Biol. Zentralbl. Bd. 19 No. 11—13 p. 421, 456.
- MAUPAS. E. (1883): Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. Arch. de Zool. experim. et générale. Deuxieme serie T. 1.
- MAST, S. O. (1917): Conjugation and encystment in Didinium nasutum with especial reference to their significance. The Journ. of Exper. Zool. Vol. 23 No. 2 p. 335. July.
- (1917): Mutation in Didinium nasutum. — The American Naturalist Vol. 51 No. 606. June.
- MAST, S. O. and IBARA, YASUSHI (1923): The effect of temperature, food and the age of the culture of the encystment of Didinium nasutum. Biological Bulletin of the Marine Biological Laboratory Vol. 45 No. 2. August.
- MICHELSON, E. (1928): Existenzbedingungen und Cystenbildung bei Paramecium caudatum EHRBG. Arch. f. Protistenk. Bd. 61 H. 1.
- MOORE, E. LUCILE (1924): Endomyxis and encystment in Spathidium spathula. The Journ. of Exper. Zool. Vol. 39 No. 2 p. 317. April.
- PERTZEWA, T. A. (1929): Zur Morphologie von Plagiotoma lumbrici DUJ. Arch. f. Protistenk. Bd. 65 H. 3.
- PRANDTL, HANS (1906): Die Conjugation von Didinium nasutum O. F. M. Arch. f. Protistenk. Bd. 7.

- PROVAZEK, S. (1898): Protozoenstudien. 1. Bursaria truncatella und ihre Conjugation. 2. Beiträge zur Naturgeschichte der Hypotrichen. Arbeiten aus dem Zool. Inst. der Universität Wien Bd. 11 p. 195 1895—1899.
- (1899): 2. Kleine Protozoenbeobachtungen. Zool. Anz. Bd. 22 Nr. 594 p. 8339. August.
- (1903): Der Encystierungsvorgang bei Dileptus. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 H. 1.
- PRUTHI, ILEM SINGH (1927): On the hydrogen-ion concentration of Hay-infusions, with special reference to its influence on the Protozoan sequence. The British Journ. of Exper. Biol. Vol. 4 No. 3 p. 292. March.
- СОКОЛОВ, Д. Ф. (1917): Bildung der Sekundärzysten bei Gastrostyla steini ENG. Русский зоол. Журнал т. 1 вып. 11—12.
- RAMMELMEYER, H. (1925): Zur Frage über die Glycogendifferenzierung bei Paramecium caudatum. Arch. f. Protistenk. Bd. 51.
- RHUMBLER, L. (1888): Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung Colpoda. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 46 p. 549.
- STOLTE (1922): Verlauf, Ursachen und Bedeutung der Encystierung bei Blepharisma. Verh. der Deutsch. Zool. Gesellsch. p. 79. September.
- SWELLENGREBEL (1917): Über die Cystenbildung des Chilomastix mesnili WENYON. Arch. f. Protistenk. Bd. 38 H. 1.
- TANNREUTCHER, GEORGE W. (1926): Life history of Prorodon griseus. Biological Bulletin Vol. 51 No. 5. November.
- THON, KAREL (1904): Über den feineren Bau von Didinium nasutum. Arch. f. Protistenk. Bd. 5 p. 281 1905.
- WOKER, GERTRUD u. PECKER, SOPHIE (1914): Über den Einfluß des Blutserums auf Colpoden und deren Cysten. PFLÜGER's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 159 H. 4, 5 u. 6. Bonn.
- WOKER, G. (1914): Über den Einfluß von Salzlösungen auf Colpodencysten. PFLÜGER's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 159 H. 4—6. Bonn.
- WRZESNIEWSKI, AUGUST (1870): Beobachtungen über Infusorien aus der Umgebung von Warschau. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 20 p. 466.

Tafelerklärung.

Tafel 15—17.

Tafel 15.

Fig. 1. Cyste von *Spirostomum*. Nach dem Leben. Verkleinert um $2\times$. REICHERT 7a. Oc. 4.

Fig. 2. *Stylonichia*. GILSON. Hämalaun. ZEISS-Immers. $\frac{1}{12}$. Comp. Oc. 6. Die Verschmelzung zweier Ma und zweier Mi ist zu sehen. Die Abbildung ein wenig schematisiert.

Fig. 3. Cyste von *Didinium*. Nach dem Leben. Zwei Cystenhüllen zu sehen, der Kern scheint hindurch. REICHERT 7a. Oc. 4.

Fig. 4. Cyste von *Didinium*. GILSON-Alaunkarmin. ZEISS $\frac{1}{12}$. Immers. Comp. Oc. 6.

Fig. 5. Cyste von *Didinium*. Schnitt 3μ . GILSON. ZEISS $\frac{1}{12}$. Immers. Comp. Oc. 6.

Tafel 16.

Fig. 6. Lebende *Dileptus*-Cyste. REICHERT 7 a. Oc. 4.

Fig. 7. Lebende *Dileptus*-Cyste. Plasmolyse. REICHERT 7 a. Oc. 4.

Fig. 8. Junge *Dileptus*-Cyste. Schnitt 4μ . CARNOY-HEIDENHAIN. ZEISS-Immers. $\frac{1}{12}$. Oc. Comp. 6.

Fig. 9. *Dileptus*-Cyste. Übergangsstadium. Schnitt 4μ . CARNOY. Färbung nach HEIDENHAIN. ZEISS-Immers. $\frac{1}{12}$. Oc. Comp. 6.

Tafel 17.

Fig. 10. *Dileptus*-Cyste. Übergangsstadium. Schnitt 3μ . Sublimat-Eisessig. FEULGEN-Reaktion. ZEISS-Immers. $\frac{1}{12}$. Comp. Oc. 6.

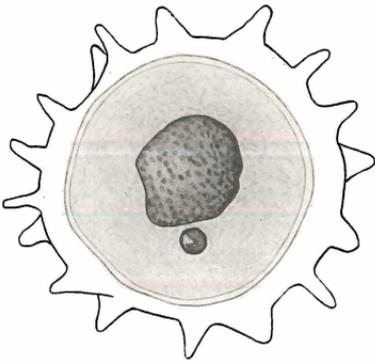
Fig. 11. *Dileptus*-Cyste. Übergangsstadium. Schnitt 3μ . Sublimat-Eisessig. FEULGEN-Reaktion. ZEISS-Immers. $\frac{1}{12}$. Comp. Oc. 6.

Fig. 12. *Dileptus*-Cyste, endgültig ausgebildet. Schnitt 4μ .

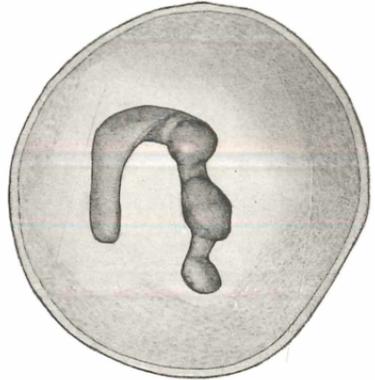
Fig. 13. *Dileptus*-Cyste. Gykogen. Fixation: $\frac{1}{2}$ Formol + $\frac{1}{2}$ Alkohol abs. Färbung nach BEST. ZEISS-Immers. $\frac{1}{12}$. Comp. Oc. 6.



1



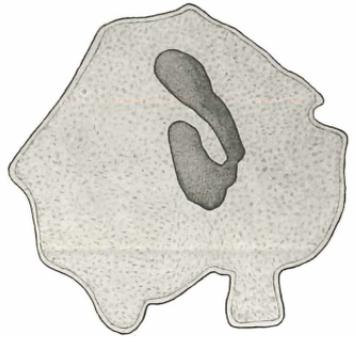
2



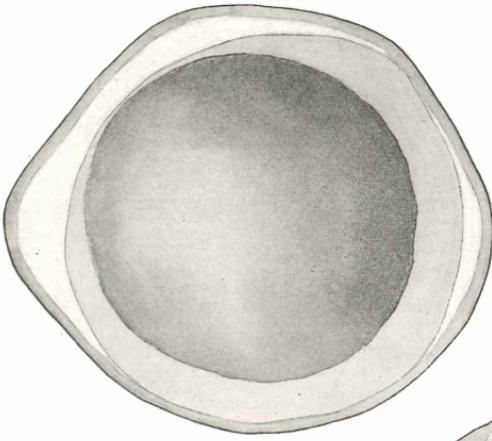
4



3



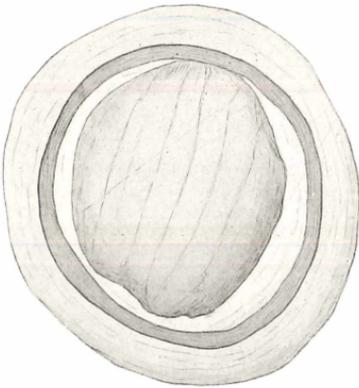
5



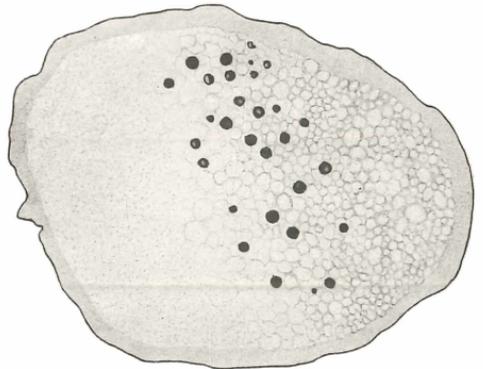
6



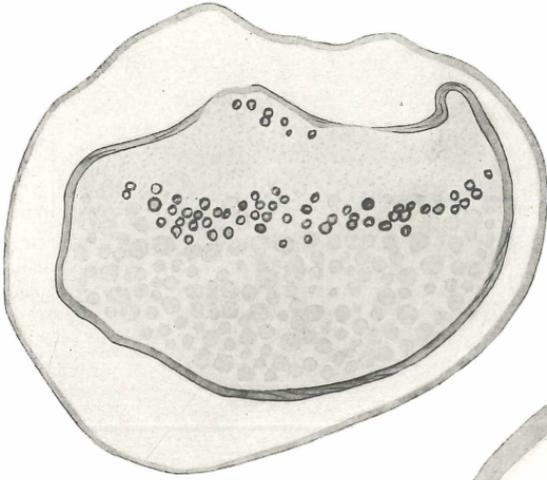
8



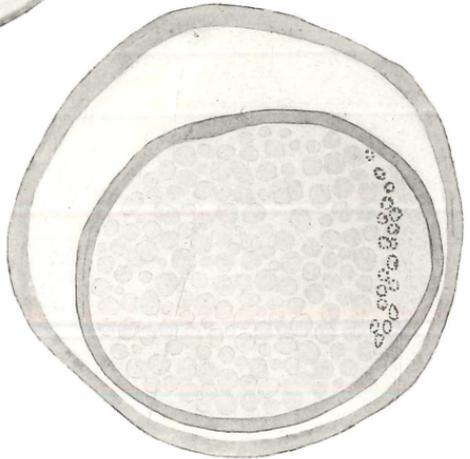
7



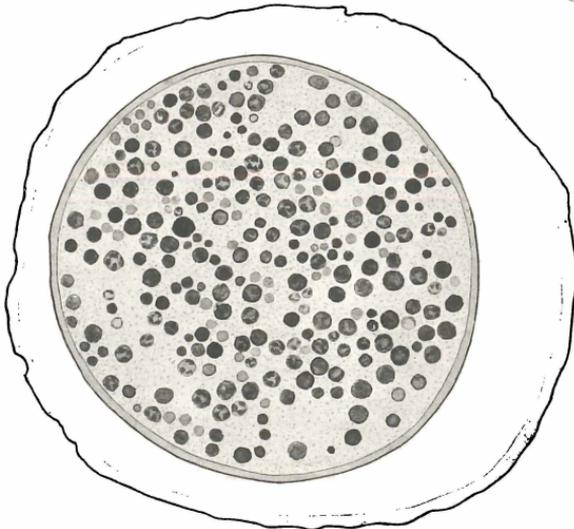
9



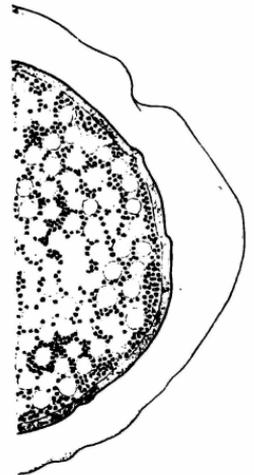
10



11



12



13

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: [73_1931](#)

Autor(en)/Author(s): Rammelmeyer H.

Artikel/Article: [Zur Biologie einiger Raubinfusorien. 251-273](#)