

Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Leipzig.)

# Studien zur Biologie der bodenbewohnenden Thekamöben.

Von  
Peter Volz.

(Hierzu 33 Textfiguren und Tafel 6.)

## Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung . . . . .	350
II. Untersuchungsgebiet, Untersuchungsmethode, gefundene Arten . . . . .	350
III. Systematisch-morphologisches . . . . .	352
a) <i>Cryptodiffugia vulgaris</i> (syn. <i>Geococcus vulgaris</i> ) FRANCE . . . . .	352
b) <i>Trinema enchelys</i> EHRLG. ( <i>lineare</i> PEN.) . . . . .	355
c) <i>Assulina semilunum</i> EHRLG. . . . .	356
IV. Ökologisches . . . . .	356
a) Verbreitung der Thekamöben im Boden . . . . .	356
b) Moorfauna und Humusfauna . . . . .	362
c) Besonderheiten der Bodenthekamöben gegenüber wasserbewohnenden Formen . . . . .	364
d) Überstehen der Austrocknung . . . . .	364
V. Untersuchungen an <i>Cystidina arcuata</i> LEIDY (syn. <i>Diffugia arcuata</i> LEIDY) . . . . .	
nov. gen. . . . .	375
a) Historisches . . . . .	375
b) Material, Methode . . . . .	375
c) Beschreibung der Form . . . . .	376
d) Verhalten bei Austrocknen des Mediums . . . . .	390
e) Reorganisation bei Wiederanfeuchten . . . . .	397
f) Begründung der Abtrennung von der Gattung <i>Diffugia</i> . . . . .	404
VI. Zusammenfassung . . . . .	405
VII. Literaturverzeichnis . . . . .	406

## I. Einleitung.

Während das biologische Verhalten wenigstens eines Teils der den Boden bewohnenden Nacktamöben, nämlich derjenigen, welche der *Amoeba terricola*-Gruppe zugehören, bereits durch GROSSE-ALLERMANN und MATTES dargestellt worden ist, fehlten entsprechende Untersuchungen für die Thekamöben bisher noch. Die bereits vorliegenden Arbeiten, welche diese Tiergruppe neben anderen mitberücksichtigen — genannt seien vor allen Dingen diejenigen von HEINIS, 1910; FRANCÉ, 1921; SANDON, 1927 — können eine solche Spezialuntersuchung nicht entbehrlich machen; im Gegenteil, aus diesen Darstellungen geht die Notwendigkeit, die Lebensgeschichte der einzelnen Formen näher kennen zu lernen, besonders klar hervor, wie SANDON am Beginne seines Buches betont. Denn es zeigt sich, daß unser Wissen über die spezielle Biologie der einzelnen Protistengruppen noch ganz ungenügend ist.

## II. Untersuchungsgebiet, Untersuchungsmethode, gefundene Arten.

Die Untersuchung beschränkte sich auf die Umgebung Leipzigs. Das Gelände charakterisiert der Auwald, der die Täler von Pleiße und Elster begleitet; der Untergrund ist Aulehm, der in der Regel von Laubwald (in erster Linie Eichen und Hainbuchen, an nassen Stellen Erlen) bedeckt ist. Der Wald ist licht genug, um Moosen verschiedener Art, wie auch Gräsern und anderen Pflanzen das Fortkommen zu gestatten, so daß ein reicher Unterwuchs vorhanden ist. Stellenweise ist Nadelholz (meist Kiefern) angepflanzt. Dazwischen finden sich Wiesen. Es wurden zum Vergleich auch aus dem Nadelwaldgebiet der Hardt, südlich Leipzigs, Boden- und Moosproben untersucht. Ein Unterschied in der Fauna ergab sich nicht.

Innerhalb dieses Gebietes wurde nur die eigentliche Bodenfauna in Betracht gezogen, also die Bewohner trockener oder feuchter Böden, dagegen nicht solcher, die wirklich naß waren oder den größten Teil des Jahres unter Wasser standen. Es zeigte sich nämlich, daß überall dort, wo das ganze Jahr hindurch reichlich Wasser zur Verfügung steht, wie etwa in perennierenden Wiesen-tümpeln, an sumpfigen Stellen, die Fauna sofort eine andere wird; z. B. treten dann regelmäßig Arcellen (meist *vulgaris* und *discoides*) auf.

Die Untersuchung erfolgte nach der direkten Methode. Kleine Portionen der Bodenproben wurden in Wasser aufgerührt und tropfenweise unter dem Mikroskop untersucht, zumeist mit aufgelegtem

Deckglas. Ebenso brauchbar ist das Verfahren von MATTES (1925) mittels einer Pipette Wasser in den Boden zu spritzen und rasch wieder anzusaugen. Die besonders von englischen und amerikanischen Forschern bevorzugte indirekte Methode der Feststellung der Protozoenfauna eines Bodens, die auf Impfung von Kulturlösungen mit Bodenproben beruht (Näheres siehe bei WAKSMAN, 1927), ist speziell für Thekamöben ungeeignet, da die große Mehrzahl dieser Formen sich in Nährlösungen nicht entwickelt, wohl aus Mangel an festen Partikeln, die ihnen als Nahrung usw. unentbehrlich sind.

Bei der Herstellung von Präparaten diene als Fixierungsmittel Osmiumtetroxyd; als Einschlußmittel wurde Glycerin verwandt, entweder in stark verdünnter Form (ca. 10 Teile Wasser 1 Teil Glycerin, dazu einige Tropfen Formol), oder als Glyceringelatine. Zuweilen wurde mit Methylgrün-Essigsäure (unter aufgelegtem Deckglas) fixiert. Von individuenreichen Fangstellen wurde einfach ein Tropfen des in Wasser aufgerührten Materials in toto fixiert und eingedeckt; in anderen Fällen wurden Einzelindividuen mittels einer feinen Pipette isoliert. Über die bei Herstellung von Balsampräparaten angewandten Methoden siehe unten S. 365.

Ich lasse die Liste der von mir gefundenen Arten folgen:

*Euglypha laevis* PEN.<sup>1)</sup>

*Trinema enchelys* EHRLBG. (inkl. lineare Pen.)

„ *complanatum* PEN.

*Sphenoderia dentata* PEN.

*Assulina semilunum* EHRLBG.

*Corythion dubium* TARANEK.

„ *pulchellum* PEN.

*Pseudodiffugia fascicularis* PEN.

*Nebela lageniformis* PEN.

*Heleopera silvatica* PEN.

*Diffugia lucida* PEN.

„ *constricta* PEN.

„ *pyriformis* var. *bryophila* PEN.

*Centropyxis laevigata* PEN.

„ *aculeata* PEN.

*Cryptodiffugia* (syn. *Geococcus* FRANCÉ) *vulgaris* FRANCÉ.

*Phryganella hemisphaerica* PEN.

*Pseudochlamys patella* CLAP. und LACHM.

<sup>1)</sup> Die von PENARD zu dieser Art gerechneten kleinen Formen von etwa 20  $\mu$  Länge (= *Euglypha minima* PERTY) waren sehr häufig.

*Quadrula symmetrica* F. E. SCHULZE.

*Cystidina* (syn. *Diffugia*) *arcula* LEIDY nov. gen.

Ferner fand ich oft nackte Amöben, meist der *Terricola*-Gruppe angehörig. Am häufigsten waren kleine Formen von etwa 30  $\mu$  Größe. Ich habe mich mit ihnen nicht näher befaßt, zumal sie in letzter Zeit schon Gegenstand monographischer Behandlung waren (GROSSE-ALLERMANN, MATTES).

Mit den größere Artenzahl zeigenden Listen von HEINIS, 1910 und FRANCÉ, 1921 kann diese Liste nicht ohne weiteres verglichen werden, da beide Autoren das sehr formenreiche Sphagnetum einbeziehen. Mit PENARD's Waldmoosfauna (1909) stimmt sie dagegen ziemlich überein; diese mag hier unter Weglassung der Nacktamöben Platz finden.

1. Faune banale. *Diffugia constricta* EHRBG., *Arcella arenaria* GREEFF, *Phryganella hemisphaerica* PEN., *Assulina muscorum* GREEFF, *Diffugia lucida* PEN., *Trinema enchelys* EHRBG., *Trinema complanatum* PEN., *Trinema lineare* PEN., *Euglypha laevis* PEN., *Eugl. ciliata* PEN., *Eugl. compressa* PEN., *Centropyxis laevigata* PEN., *Heleopera petricola* PEN., *Hel. silvatica* PEN., *Euglypha cristata* PEN., *Cochliopodium crassiusculum* PEN., *Quadrula irregularis* PEN., *Pseudochlamys patella* CLAP. u. LACHM., *Lieberkühnia wagneri* PEN., ferner De temps à autre: Nebelen (besonders *bursella*, *lageniformis*, *collaris*), *Amphizonella violacea* GREEFF, *Corythion dubium* TARANEK, *Cor. pulchellum* PEN., *Diffugia arcula* LEIDY.

2. Faune spéciale. *Corycia flava* GREEFF, *Corycia aculeata* AWERINZEW, *Corycia penardi* AWERINZEW, *Diplochlamys leidyi* GREEFF, *Dipl. fragilis* PEN., *Dipl. timida* PEN., *Dipl. vestita* PEN., *Dipl. gruberi* PEN., *Parmulina cyathus* PEN., *Capsellina bryorum* PEN.

Diese Liste zeigt etwas mehr Arten als ich gefunden habe; dies mag sich aus dem größeren Umfang der von PENARD untersuchten Gebiete erklären. Von den als „Faune speciale“ bezeichneten Formen vermochte ich trotz darauf gerichteter Aufmerksamkeit keine zu finden.

### III. Systematisch-Morphologisches.

a) *Cryptodiffugia vulgaris* (syn. *Geococcus vulgaris*) FRANCÉ.  
(Textfig. 1.)

Diese Art, obgleich im Humusboden sehr häufig, wird von PENARD merkwürdigerweise gar nicht erwähnt. FRANCÉ hat sie 1913 zuerst beschrieben, er fand sie, wie auch ich, in sehr bedeutender Zahl, was auch in dem Namen zum Ausdruck gebracht



ist. FRANCÉ'S Beschreibung ist die folgende: „Die Gehäuse sind kugelig oder etwas oval, 15—18  $\mu$  groß, ziemlich dickwandig, vollkommen durchsichtig und strukturlos; an einem Pol befindet sich die kreisrunde, von einem etwas verdickten Wall umgebene Mundöffnung, die im Winter bei encystierten Individuen durch ein manchmal braun gefärbtes Diaphragma verschlossen ist. Der Plasma-inhalt ist manchmal durch einige Epipodien angeheftet; er besteht aus körneligem, sonst klarem Plasma, mehreren Vakuolen, von denen eine, meist gegen das aborale Ende zu gelegene, pulsiert“.....

Einige Einzelheiten kann ich dieser Beschreibung hinzufügen.

1. Größe: die angegebene Länge von 15—18  $\mu$  ist die normale. Die Variationsbreite erstreckt sich aber weiter, nach meinen Messungen von 10—21  $\mu$ .

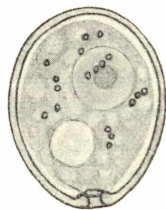
2. Färbung: neben vollkommen farblosen und durchsichtigen Schalen fanden sich gelbliche, bräunliche bis dunkelbraune, alle vollkommen strukturlos; lediglich bei besonders dunkel gefärbten Tieren glaubte ich öfter eine gewisse Rauigkeit auf der Außenseite der Schale wahrzunehmen. Das Vorkommen von braunen Tieren neben solchen mit farbloser Schale ist nicht ohne Beispiele; diese Erscheinung finden wir z. B. bei den Gattungen *Arcella* und *Assulina* wieder.

3. Kern: der Kern besitzt einen großen zentralen Nucleolus. FRANCÉ bildet ihn auch ab, ohne ihn im Text zu erwähnen. Die Lage des Kerns im Plasmakörper fand ich in keiner Weise festgelegt (wie etwa bei den Euglyphen, bei denen im aktiven Stadium der Kern stets im Zentrum des apikalen Teiles des Tiers liegt). Ebenso hatte die pulsierende Vakuole keine bestimmte Lage im Tier.

4. Reservekörper: meist enthält das Plasma noch grünlich glänzende rundliche Reservekörper, die ohne regelmäßige Anordnung im Plasma liegen.

Das Plasma erfüllt die Schale meist ziemlich vollständig. Sind die Pseudopodien ausgestreckt, so zieht sich der Plasmakörper vom Apicalteil der Schale zurück (Textfig. 2 b).

5. Pseudopodien: *Cryptodiffugia vulgaris* ist, wie die Bodentrhizopoden in der Regel, ziemlich träge und Tiere mit ausgestrecktem



Textfig. 1¹). *Cryptodiffugia vulgaris*. Nach dem Leben. ZEISS. Comp. Oc. 18. Obj. 7. Vergr. 1360:1.

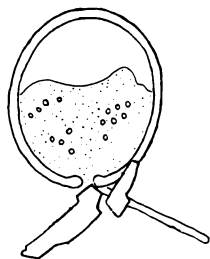
¹) Alle Figuren sind mit ABBE'schem Zeichenapparat gezeichnet.

Pseudopodium sind nicht allzuhäufig zu finden, was auch FRANCÉ erfuhr<sup>1)</sup>. Die Pseudopodien bestehen aus völlig hyalinem Plasma und werden in geringer Zahl ausgestreckt; ich habe sie nur in Ein- oder Zweizahl gesehen. Sie sind lang und schmal, ohne sich doch nach der Spitze hin zu verjüngen und daher als lobos anzusprechen. Sie waren stets völlig geradlinig (Textfig. 2a, b).

Die eben beschriebene Form ist den Arten der Gattung *Cryptodiffugia* sehr ähnlich. Sie hat mit ihnen gemeinsam die glatte

strukturlose Schale, der nur ausnahmsweise (*Cr. sacculus*)

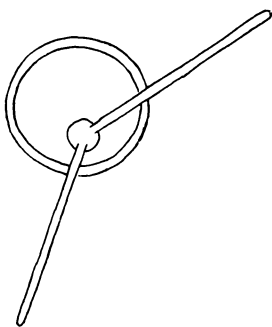
Fremdkörper in spärlicher Menge aufgelagert sein können, sowie die Form der Pseudopodien, welche zwischen loboser und filloser Gestalt die Mitte halten, ohne, wie die der Phryganellen, aus einem Zustand in den anderen übergehen



Textfig. 2a. *Cryptodiffugia vulgaris*, ein Pseudopodium ausstreckend. Der Kern war nicht deutlich zu erkennen. Vor der Schalenöffnung 2 Steinchen. ZEISS.

Comp. Oc. 18. Obj. 7.

Vergr. 1360:1.



Textfig. 2b. *Cryptodiffugia vulgaris*, schräg von unten gesehen mit 2 Pseudopodien.

Vergr. wie 2a.

zu können. Irgendein morphologischer Unterschied, der die Erhaltung des Gattungsnamens *Geococcus* rechtfertigen könnte, ist nicht vorhanden. Im Gegenteil ist die Ähnlichkeit mit *Cryptodiffugia oviformis* PEN. so groß, daß man auf den Gedanken kommen kann, die beiden Arten zu identifizieren. Ich lasse sie aber getrennt auf Grund folgender Unterschiede:

1. Der Schalenquerschnitt ist bei *Cryptodiffugia vulgaris* stets kreisrund, bei *Cryptodiffugia oviformis* komprimiert. Allerdings hat PENARD bei der letzteren Form auch gelegentlich Exemplare mit rundem Querschnitt gefunden (PENARD, 1890 p. 168).

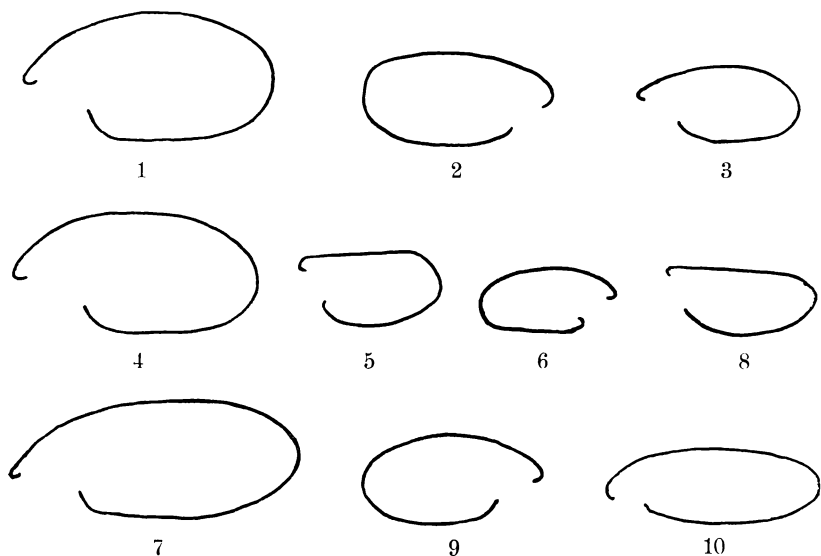
2. Die Schale von *Cr. oviformis* zeigt sehr häufig Längsfalten auf der Breitseite; bei *Cr. vulgaris* kommen niemals solche Falten vor.

<sup>1)</sup> Diese Tatsache findet ihre Erklärung vielleicht dadurch, daß, durch die Auf-rührung der Bodenproben im Wasser, das die Tiere bei der Untersuchung umgebende Medium zu sehr von deren normalen Lebensbedingungen abweicht.

3. PENARD fand *Cr. oviformis* in Sümpfen und Teichen mit klarem Wasser, während *Cr. vulgaris* eine charakteristische Form des Humusbodens ist.

b) *Trinema enchelys* EHRBG. (*Incl. lineare* PEN.). Textfig. 3.

Diese beiden von PENARD unterschiedenen Arten muß ich zusammenfassen, da es unmöglich ist, zwischen ihnen eine Grenze zu ziehen. Nach PENARD mißt *Trinema enchelys* meist 40—45  $\mu$ , wird aber bis 100  $\mu$  groß; *Tr. lineare* mißt 16—26  $\mu$  selten 30  $\mu$ . Ich selbst fand Trinemen, von denen ich in 28 Bodenproben je einige,



Textfig. 3. Variabilität von *Trinema enchelys lineare*. Alle Figuren mit ZEISS. Comp. Oc. 18. Obj. D in gleicher Objekttischhöhe gezeichnet. Vergr. 1040:1.

meist 4—5 Stück maß, in Größen von 19 bis etwa 50  $\mu$  in allen Längenstufen; vereinzelt kamen noch größere Exemplare vor; das größte von mir gemessene Tier erreichte 70  $\mu$ .

FRANCÉ gibt an, daß in sandigem Ackerboden, sowie am Lafatscher Joch in 2085 m Höhe von ihm Trinemen von kaum mehr als 5  $\mu$  Länge gefunden wurden.

Dieser Größenvariabilität entspricht eine solche der Schalenform, die besonders im optischen Längsschnitt (Sagittalschnitt) erkenntlich ist.

Textfig. 3 illustriert dies an den Umrissen einiger bei gleicher Vergrößerung mit Zeichenapparat gezeichneter Schalen. AWERINZEW

hat (1906) den Versuch gemacht, diese Formengruppe, als *Trinema enchelys* zusammengefaßt, in zwei Varietätengruppen a (Schalenöffnung bildet einen Winkel mit der Längsachse der Schale) und b (Schalenöffnung ist der Längsachse der Schale parallel) zu gliedern. Eine wirkliche Analyse der Variabilität von *Trinema enchelys* ist damit indes natürlich noch nicht gegeben. Auch die von mir gezeichneten Abbildungen reichen dafür noch nicht aus.

c) *Assulina semilunum* EHRBG. (Textfig. 6.)

PENARD unterscheidet vom Genus *Assulina* zwei Arten, welche sich ebenfalls durch ihre Größe unterscheiden. *Assulina muscorum*, etwa  $35\ \mu$  groß, soll überwiegend die Waldmoose, *Assulina semilunum*,  $60\text{--}88\ \mu$  messend, vor allem das Sphagnetum bewohnen. Die von mir gefundenen waren meist  $50\text{--}55\ \mu$  lang, hielten demnach in der Größe die Mitte zwischen den beiden Arten PENARD'S. AWERINZEW zieht beide Arten zusammen unter dem Namen *A. semilunum*; mit dieser Bezeichnung werde ich auch die von mir beobachteten Tiere belegen.

Textfig. 6 stellt eine nach einem Kanadabalsampräparat gezeichnete *Assulina* dar; das Tier befindet sich im Trockenzustand. In diesem Stadium hat es durch ein feines Häutchen seine Schalenöffnung verschlossen. In Teil IVc wird hierauf näher eingegangen werden.

Wir erkennen ferner in Textfig. 6 die breitovale, nach der Schalenöffnung zu sich verzüngende Form, welche die Breitseite der *Assulina* zeigt; außerdem läßt sich sehen, wie der für diese Gattung charakteristische unregelmäßig gewellte Rand der Schalenöffnung zustande kommt: im Gegensatz zu *Euglypha* sind hier keine besonders gestalteten Mundplättchen vorhanden, und die Lagerung der Schalenplättchen ist nicht so gesetzmäßig und symmetrisch wie dort; der Mundrand wird also gebildet von gewöhnlichen Plättchen, deren unregelmäßige Anordnung ihm sein typisches Aussehen verleiht.

#### IV. Ökologisches.

##### a) Verbreitung der Thekamöben im Boden.

Untersuchungen über die Verbreitung der Thekamöben im Boden, die in der untenstehenden Tabelle zusammengefaßt sind, führten zu dem Resultat, daß zwei Faktoren im wesentlichen als bestimmend hier in Frage kommen: Humusgehalt des Bodens und

Konstanz der Feuchtigkeit. Im folgenden soll diese Behauptung etwas näher begründet werden.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt schon, daß in den drei Spalten: Waldmoose, Holzmoder und Wiese die große Mehrzahl der von mir aufgeführten Arten als vorkommend bezeichnet sind; in einem gewissen Abstand folgt die Spalte: unbewachsener Waldhumus; für die übrigen Spalten sind jeweils nur wenige Arten angegeben.

	Waldmoose	Un- bewachsener Humus	Mulden	Wiese	Gartenerde	"Bleicherde" unter Wald- humusschicht	Fallaub	<i>Hypnum</i> <i>cupressi-</i> <i>forme</i>	Flechte <i>Cladonia</i>
<i>Euglypha laevis</i>	+	+	+	+				+	
" <i>minima</i>	+	+	+	+	+	+		+	
" <i>ciliata</i>	+	+	+	+				+	
<i>Trinema enchelys</i>	+	+	+	+	+	+		+	
" <i>complanatum</i>	+	+	+	+				+	
<i>Sphenoderia denlata</i>	+		+	+					
<i>Assulina semilunum</i>	+	+	+	+			(+)	+	+
<i>Corythion dubium</i>	+	+	+	+		(+) <sup>1)</sup>		+	+
" <i>pulchellum</i>	+		+	+			(+)		
<i>Pseudodiffugia fascicularis</i>	+		+	+					
<i>Nebela lageniformis</i>	+								
<i>Heleopera silvatica</i>	+		+						
<i>Diffugia lucida</i>	+		+						
" <i>constricta</i>	+	+	+	+	+	+		+	
" <i>pyrif. var. bryophila</i>	+								
<i>Centropyxis laevigata</i>	+	+							
" <i>aculeata</i>				+					
<i>Cryptodiffugia vulgaris</i>	+	+	+	+	+				
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	+	+	+	+		+			
<i>Pseudochlamys patella</i>	+			+					
<i>Quadrula symmetrica</i>				+					
<i>Cystidina arcula</i>	+	+	+	+				+	
Anzahl Proben untersucht:	14	8	7	6	4	6	4	5	2

Hieraus ist zu schließen, daß Waldmoose, Holzmoder und Wiese<sup>2)</sup> günstigere Lebensbedingungen für die Thekamöben bieten als die anderen untersuchten Lokalitäten, wie Trockenmoos oder Gartenerde. Reicher Humusgehalt und ziemlich konstante Feuchtigkeit sind aber gerade diesen drei als günstig für das Fortkommen der Thekamöben bezeichneten Orten eigen, und es läßt sich zeigen, daß überall dort, wo eine geringere Artenzahl gefunden wurde, entweder die Gefahr häufiger Austrocknung bestand oder der Humusgehalt des Bodens beträchtlich geringer war.

<sup>1)</sup> Die Klammer bedeutet: Nur vereinzelte leere Schalen wurden aufgefunden.

<sup>2)</sup> Es handelt sich stets um Anwesen.

Beginnen wir mit der Besprechung der Waldmoosfauna. Es handelt sich bei den Moosrasen des Leipziger Auwalds vor allem um Arten der Gattungen *Hypnum* und *Eurhynchium*; sehr häufig sind *Catharinaea undulata* und *Pleuridium aeternifolium*; daneben finden sich auch noch andere Arten. Ein Einfluß der Moosart auf die Thekamöbenfauna war nicht bestimmt nachzuweisen, obgleich lokale Verschiedenheiten vorkamen, indem in manchen Fängen die eine oder andere Art nicht gefunden wurde, die eine oder andere Art mehr überwog; von solchen Unterschieden abgesehen war die Moosfauna in allen Moosproben die gleiche.

Im Holzmoder ist die Individuendichte besonders groß; an Artenzahl ist er kaum ärmer als die Waldmoose. Die Bedingungen für das Fortkommen der beschalteten Amöben sind ja auch offenbar ganz besonders günstige. Die festere äußere Zone des Baumstumpfs bildet gemeinsam mit der meist den Strunk überziehenden Moosdecke einen besonders sicheren Schutz gegen Austrocknung und der im Innern des Stumpfs entstehende Moder besteht fast nur aus organischer Substanz <sup>1)</sup>.

Ich untersuchte den Moder von Erlen-, Hainbuchen- und Fichtenstümpfen. In Erlen- und Hainbuchenstümpfen fand ich stets ein starkes Dominieren von *Cystidina arcuata*; auch eine bei Preetz in Holstein gesammelte Probe von Hainbuchenmoder zeigte diese Art in sehr großer Menge vertreten. Die Mikrophotographie Textfig. 15 mag die Individuendichte demonstrieren, welche *Cystidina* in solchen Baumstümpfen zeigt. Das ihr zugrundeliegende Präparat ist zustande gekommen durch Aufschwemmen einer Fangprobe in Glycerin-gelatine; die Tiere haben also im Boden noch bedeutend dichter beieinander gelegen, als die Photographie es zeigt.

Im Moder eines Fichtenstumpfs fand ich *Cryptodiffugia* (syn. *Geococcus*) *vulgaris* FRANCÉ in ähnlich großer Individuenzahl.

Der Humusgehalt des oberflächlichen Wiesenbodens ist recht beträchtlich, und vor Austrocknung sind die stets ziemlich feuchten Auenwiesen geschützt; eher werden sie einmal von Überschwemmungen betroffen. Die stärkere Belichtung gegenüber dem Waldboden hat ein größeres Hervortreten der Diatomeen in der Kleinlebewelt des Bodens zur Folge; FRANCÉ gibt (p. 71) für Waldboden 12, für Wiesenboden 17 Diatomeenarten an. Für die Rhizopoden ist dieser Faktor dagegen von geringerem Belange.

Mit schwächerem Humusgehalt eines Bodens wird auch seine

<sup>1)</sup> Quarzteilchen und andere mineralische Beimengungen fehlen aber nicht völlig.

Thekamöbenfauna ärmer. An Beobachtungen, welche zu dieser Ansicht geführt haben, seien zunächst diejenigen an Gartenerdeproben genannt: Gartenerde stellt ja einen überwiegend mineralischen Boden dar. Hier stand die Rhizopodenfauna sowohl quantitativ als qualitativ hinter derjenigen der Moosrasen zurück; an Arten fanden sich nur die kleinen etwa  $20\ \mu$  messenden Varietäten der *Euglyphaela* („*Euglyphaela minima*“ PERTY), *Trinema enchelys*, *Diffflugia constricta* und *Cryptodiffflugia vulgaris*; auch *Amoeba terricola* wurde hier gefunden. Wie die Artenzahl, war die Individuendichte ganz bedeutend geringer als an allen bisher besprochenen Fundorten. Während ein Tröpfchen einer aufgeschwemmten Probe eines Humusbodens stets eine große Zahl von Thekamöben enthielt, fanden sich in einem gleichgroßen Tröpfchen mit Gartenerde nur wenige, zuweilen nicht ein einziges Individuum.

Noch stärker ausgeprägt ist diese Abnahme der Thekamöben in der Ackererde; hier fehlt diese Protozoengruppe nahezu völlig.

Auch die Tiefenverbreitung im Waldboden läßt den entscheidenden Einfluß des Humusgehaltes erkennen. Die Decke des schwarzen Waldhumus pflegt ja nur wenige Zentimeter dick zu sein; darunter folgt, mehr oder minder scharf abgesetzt, die „Bleicherde“, die die Humussubstanzen chemisch verändert und auch in geringerer Menge enthält, weil sie teilweise zersetzt und vom Wasser fortgeschwemmt sind, ein Vorgang, der häufig in etwas tieferer Schicht zur Bildung des sog. „Ortsteins“ führt. In der Bleicherdere region ist die Menge der Individuen stets eine ungleich spärlichere als in den darüber gelegenen Humuszonen. In zwei der sechs untersuchten Proben, die je 10—20 cm unterhalb der Humusschicht entnommen wurden, entdeckte ich überhaupt keine Rhizopoden. In den anderen vier Fällen waren es vereinzelte Exemplare, die sich fanden; sie gehörten stets Arten zu, die in der darüber gelegenen Humuszone ebenfalls vorkamen.

HEINIS untersuchte (1921) an alpinen Polster- und Rosettenpflanzen die Verteilung der Mikrofauna und fand, daß die braunen absterbenden Teile (eines *Silene acaulis* — POLSTERS) von den Thekamöben bevorzugt wurden. Entsprechendes fand ich, als ich die Zone der abgestorbenen Moosteilchen und der grünen Blättchen bei *Ceratodon purpureus* und *Eurhynchium*-Arten (Mischrasen von *E. stockesii* und *swartzii*) getrennt untersuchte. In der Detrituszone fand sich die typische Moosfauna<sup>1)</sup> vertreten; im oberen Teil waren

<sup>1)</sup> In der Detrituszone von *Ceratodon* fehlten einige Vertreter: *Sphenoderia dentata*, *Heleopera silvatica*, *Diffflugia lucida*, *Cryptodiffflugia vulgaris*.

bei *Ceratodon* gar keine Thekamöben, bei *Eurhynchium* nur *Pseudochlamys patella* vorhanden.

Die Ergebnisse der Untersuchung von Fallaub sind hier schließlich noch einzureihen. Überwiegend handelte es sich um das Laub von Eichen, ferner Hainbuchen, entsprechend dem Charakter des Auwaldes. Zwischen und an diesen abgefallenen Laubblättern fand sich stets *Gloeocapsa* und, wenn es feucht war, dazu noch eine sehr reiche Kleinlebewelt: Bakterien verschiedener Art, Ciliaten, Pilzhyphen und anderes. Thekamöben waren aber nicht vertreten. Nur zweimal fand ich nach eingehender Untersuchung je eine leere Schale, einmal von *Assulina semilunum*, einmal von *Corythion pulchellum*; die beiden Arten sind in der Tabelle daher durch ein in Klammern gesetztes Kreuz bezeichnet.

Aus allen bis jetzt mitgeteilten Beobachtungen läßt sich der Schluß ziehen: die Thekamöben des Bodens sind Humusbewohner. Ganz zu dem gleichen Resultate kommt auch SANDON (p. 69: "The testaceous rhizopods show a high positive correlation with organic matter").

Zweifellos ist die größte Anzahl der Arten als Detritusfresser zu betrachten, wenngleich für einige Formen (Nebelen, Diffflugien) räuberische Lebensweise angegeben worden ist (z. B. von PENARD und MARKUS). Die meisten indes sind auf zerkleinerte und mehr oder weniger zersetzte organische Substanz angewiesen. Darin wird man wohl die Hauptursache der Abhängigkeit der Thekamöben vom Humus zu suchen haben; hierfür spricht auch das Ergebnis SANDON'S, daß alle anderen Bodenprotozoen, Ciliaten und Nacktamöben, ebenso Flagellaten, ihre reichste Entfaltung in Garten- und Ackerböden finden, unter Bedingungen, welche dem Wachstum der Bakterien besonders günstig sind.

Aus dem nahezu völligen Fehlen der Thekamöben im Fallaub läßt sich schließen, daß sie mit den großen, noch unzerfallenen Blättern nichts anzufangen vermögen und auf die vorbereitende Arbeit der Pilze und Bakterien angewiesen sind. Denn daß sie imstande wären, aus der darunterliegenden Humusschicht auf die direkt darüber gelegenen abgefallenen Blätter zu gelangen, darf man wohl annehmen; sicherlich werden außerdem auch bei Regengüssen — etwa durch Regenspritzer — ab und zu einige Exemplare passiv heraufgebracht; würden sie dann wirklich geeignete Lebensbedingungen vorfinden, so müßte hier reichliche Vermehrung eintreten. Dies ist nicht der Fall. Die Tatsache, daß das oberflächliche Fallaub sehr stark der Gefahr der Austrocknung ausgesetzt ist,



darf man nicht für das Fehlen der Thekamöben verantwortlich machen, da, wie im folgenden gezeigt werden wird, diese Tiergruppe auch an sehr trocknen Orten anzutreffen ist.

Ein Beispiel für einen solchen Fundort bietet das Moos *Hypnum cupressiforme*, das in den Auwäldern bei Leipzig häufig vorkommt, besonders am Fuße großer Eichen, an deren Stamm es sich mehr oder weniger hoch hinaufzieht. Dieses Moos ist an äußerst geringe Feuchtigkeit angepaßt. Nur durch Regengüsse oder durch schmelzenden Schnee wird es durchfeuchtet, den größten Teil des Jahres liegt es völlig lufttrocken. In der rissigen Rinde der Eichen fließt das Wasser rasch wieder ab und so kann man selbst im Winter dies Moos häufig ganz trocken vorfinden, was im Sommer die Regel ist. Trotzdem beherbergen auch diese Rasen eine keineswegs individuenarme Lebewelt von Thekamöben, neben Philodiniden, Nematoden, Diatomeen u. a. Für die Rhizopodenfauna ist kennzeichnend das Überwiegen von *Corythion dubium*. Weiter sind hier regelmäßig *Assulina semilunum* und gelegentlich *Euglypha ciliata*, *laevis*, *Trinema complanatum*, *Diffugia constricta*, *Cystidina arcua* aufzufinden. Bemerkenswert ist das Fehlen der sonst so häufigen *Trinema enchelys*. Die stark abgeplattete Form *Trinema complanatum* ist gegen Austrocknung offenbar widerstandsfähiger. *Corythion dubium* und *Assulina semilunum* gehören zu den stärkst komprimierten Arten unter den Thekamöben und auch *Euglypha ciliata* hat einen sehr flachen Querschnitt. Man wird annehmen können, daß diese Abflachung der Gestalt eine Anpassung an das leicht austrocknende Medium darstellt (sie erleichtert eine Ausnutzung der letzten den Bodenteilchen adhärierenden Wasserhaut). Ebenfalls sehr trockne Orte bewohnt die Flechte *Cladonia*; hier waren neben einer reichen Fauna von Philodiniden, die beim Anfeuchten rasch zum Leben erwachen, nur zwei Arten: *Corythion dubium* und *Assulina semilunum*, diese aber in ziemlicher Menge, aufzufinden. Andere Flechten, die ich im Botanischen Garten in Leipzig an der Windseite verschiedener Baumstämme sammelte, enthielten als einzigen Rhizopoden *Assulina semilunum*. Über den Zustand, in welchem die Thekamöben sich an diesen trocknen Orten befanden, wird im Abschnitt IV d berichtet werden.

Wie groß die Widerstandsfähigkeit mancher Thekamöbenarten gegen Trockenheit und andere ungünstige Außenumstände sein muß, zeigt eine Beobachtung FRANCE'S: in den sog. „Tintenstrichen“ der Kalkalpen, Flechtenvegetationen an senkrechten Feldwänden, welche nicht nur langdauernder völliger Ausdörrung, sondern im Sommer

auch großer Hitze ausgesetzt sind, fand dieser Autor (neben Rädertieren, zahlreichen Cyanophyceen u. a.) *Heleopera petricola* und *Nebela collaris* auf.

#### b) Moorfauna und Humusfauna.

Die Mehrzahl der angeführten Formen ist auch im Wasser und besonders im Sphagnetum verbreitet. *Corythion* scheint auch im Sphagnum im allgemeinen nur an den weniger feuchten Stellen vorzukommen, wie der Arbeit STEINECKE'S entnommen werden kann, der im Zehlaubbruch in Ostpreußen *Corythion dubium* und *C. pulchellum* nur an folgenden Stellen gefunden hat: Moos im Fichtenwald (ziemlich häufig); Zwischenmoor, d. h. lichter Wald mit Sphagnum, *Polytrichum commune*, Wollgras (vereinzelt) und endlich Randgehänge des Hochmoors (vereinzelt) und gibt zu letzterem noch an: beschattet, daher Zunahme von *Trinema* und *Corythion*, Abnahme von *Hyalosphenia*. Es ist vielleicht wahrscheinlicher, daß diese Änderung der Fauna weniger auf die zunehmende Beschattung als auf die abnehmende Feuchtigkeit zurückzuführen ist. Jedenfalls hat aber *Corythion*, und zwar in beiden Arten, das Zentrum seiner Verbreitung im Waldboden.

HARNISCH gibt eine Liste der mehr oder weniger Sphagnum bevorzugenden Thekamöbenarten, der ich folgende Arten entnehme:

<i>Assulina semilunum</i> ,	<i>Corycia flava</i> ,
„ <i>muscorum</i> ,	<i>Diffugia arcula</i> <sup>1)</sup> ,
Nebelen, mehrere Arten,	„ <i>constricta</i> ,
<i>Corythion dubium</i> ,	„ <i>pyriformis</i> ,
„ <i>pulchellum</i> ,	var. <i>bryophila</i> ,
<i>Heleopera silvatica</i> ,	„ <i>lucida</i> ,
<i>Quadrula symmetrica</i> ,	„ <i>globulosa</i> ,
<i>Euglypha ciliata</i> ,	<i>Centropyxis aculeata</i> ,
„ <i>laevis</i> ,	„ <i>laevigata</i> ,
<i>Sphenoderia lenta</i> ,	<i>Trinema enchelys</i> ,
„ <i>fissirostris</i> ,	„ <i>lineare</i> ,
<i>Phryganella hemisphaerica</i> ,	„ <i>complanatum</i> .

Die im Boden nicht vorkommenden Arten (Hyalosphenien, Amphitremen u. a.) habe ich weggelassen. Es handelt sich bei diesen um ausschließlich aufs Moor beschränkte Formen. Von HARNISCH'S Liste sphagnophober Thekamöben finden wir im Humusboden nur wieder:

<sup>1)</sup> = *Cystidina arcula*.

*Pseudochlamys*,                      *Parmulina*,  
*Pseudodiffugia*,                  *Diffugia*: meiste Arten.

19 Gattungen, die HARNISCH hier weiter anführt, sind weggelassen: sie fehlen sowohl dem Moor als dem Boden. Die Mehrzahl der Arten der Gattung *Diffugia* gehört also in diese Liste sphagnophober Formen hinein; es gibt aber einige Arten, welche als sphagnophil gelten müssen: *Diffugia constricta*, *pyriformis* var. *bryophila*, *lucida*<sup>1)</sup>. Es sind dies dieselben Arten, welche auch im Boden und zwar, wie wir gesehen haben, im Humusboden leben.

Die Gattung *Parmulina* ist bisher nur in Waldmoosen gefunden worden. Pseudodiffugien fehlen auch dem Moore nicht völlig, wie Angaben von STEINECKE erweisen, der *Pseudodiffugia gracilis* und *horrida* aus Hochmoorblänken angibt.

Es zeigt sich also eine sehr augenfällige Ähnlichkeit der Thekamöbenfaunen des Humusbodens und der Torfmoose, und zwar derart, daß erstere im wesentlichen eine verarmte Moorfauna darstellt<sup>2)</sup>.

Die Annahme liegt nahe, daß für diese Verwandtschaft die beiden Biotopen zukommende mehr oder minder saure Reaktion eine entscheidende Rolle spielt.

SANDON berichtet zusammenfassend über die Ergebnisse, welche von ihm selbst und einigen anderen englischen Forschern (FANTHAM u. TAYLOR, FANTHAM u. PATERSON) angestellte Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Wasserstoffexponenten und Protozoenverbreitung im Boden gehabt haben. Danach bevorzugen die Thekamöben deutlich saure Reaktion. SANDON fand die größte Durchschnittszahl von Thekamöbenarten pro Bodenprobe bei einem  $p_H$  von 3,5—4,75; FANTHAM und PATERSON bei einem solchen von 6,0—6,9. Diese Durchschnittszahl betrug im ersteren Falle 3,6, im letzteren 2,0 (bei  $p_H$  6,0—6,4 nur 1,8; Böden mit kleinerem  $p_H$ -Wert wurden nicht untersucht), um in SANDON's Tabelle auf 0,6 beim  $p_H$  8,51 bis 9,75, in FANTHAM und PATERSON's auf 1,0 bei einem  $p_H$  von 8,0 bis 8,4 zu sinken.

Alle anderen Protozoen zeigen sich übrigens nach diesen Untersuchungen viel unabhängiger von der Bodenreaktion.

<sup>1)</sup> Und *arcula* (von mir als *Cystidina arcula* abgetrennt).

<sup>2)</sup> Die von PENARD 1909 beschriebenen Spezialformen sind offenbar recht selten; von ihnen kommt *Corycia* auch im Moor vor. Von den übrigen ist nur *Parmulina* bisher wiedergefunden worden (durch FRANCÉ). *Capsellina* und die *Diplochlamys*-Arten, von PENARD erst nach 20jährigem Studium der Rhizopoden entdeckt, sind meines Wissens seitdem noch nicht wieder bestätigt worden.

c) Besonderheiten der Bodenthekamöben gegenüber den wasserbewohnenden Formen.

Manche Thekamöbenarten des Bodens und zwar gerade solche, die zu den häufigsten gehören, besitzen morphologische Eigentümlichkeiten, die als Anpassungen an die spezielle Lebensweise gedeutet werden können. Es ist kein Widerspruch zu dieser Behauptung, wenn solche Formen auch im nassen Medium zu finden sind. Sie kommen dort ebenfalls, möglicherweise sogar noch besser fort; dafür ist die Konkurrenz durch andere Arten größer, die ihnen in den Boden nicht zu folgen vermögen.

Zu nennen ist als solche Anpassung zunächst die durchschnittliche Kleinheit aller Formen. Nur wenige Arten überschreiten  $100\ \mu$ ; dagegen gehören Tiere von etwa  $20\text{--}40\ \mu$  Größe zu den häufigsten (*Cryptodiffugia vulgaris*, *Trinema enchelys*, *Euglypha laevis*, *Corythion dubium* u. a.). Eine vergleichende Tabelle der Größen von wasser- und moosbewohnenden Thekamöben gibt HEINIS 1910.

Auffallend ist, daß gerade diejenigen beiden Formen, welche am besten Trockenheit zu überstehen vermögen, *Assulina semilunum* und *Corythion dubium*, sehr stark abgeplattete Schalen besitzen; bei *Assulina* geht diese Abplattung ja so weit, daß das Gehäuse häufig im Querschnitt halbmondförmig erscheint, eine Gestalt, die wahrscheinlich durch den Druck etwa eines Steinchens oder Bodenpartikels auf eine Seite der Schale entstanden ist. Es ist zu vermuten, daß eine solche flache oder halbmondförmige Form eine Ausnützung noch des letzten feinen Wasserhäutchens, das den Bodenpartikeln adhärirt, gestattet.

*Cryptodiffugia vulgaris* ist im Verhältnis zu ihrer geringen Größe ( $15\text{--}20\ \mu$ ) auffallend dickschalig (Textfig. 1, 2). Außerdem besitzt diese Art eine sehr kleine Schalenöffnung, eine Eigenschaft, die auch der Gattung *Cystidina* zukommt.

d) Überstehen der Austrocknung.

Sehr wichtig für die Kenntnis des ökologischen Verhaltens der bodenbewohnenden Thekamöben ist es, zu erfahren, wie sie Zeiten der Trockenheit, der sie ja in besonders hohem Maße ausgesetzt sind, überstehen. Im Gegensatz zu den Rotatorien und Tardigraden des Bodens ist bei den Protozoen diese Frage noch sehr wenig untersucht worden.

Ich arbeitete vorzugsweise an fixiertem und gefärbtem Material, da direkte Beobachtung in trockenem Moosstaub Einzelheiten nur schlecht erkennen läßt. Dieses Material stammte teils aus luft-

trocken eingetragenen Moose (*Hypnum cupressiforme*), teils aus Proben, die ich erst im Laboratorium langsam hatte eintrocknen lassen. Aus dem draußen trocken vorgefundenem Moose stammt vor allem *Assulina semilunum* und *Corythion dubium*.

Bei der Herstellung von Balsampräparaten bediente ich mich einer zuerst von OVERTON (Ztschr. wiss. Mikrosk. VII, 1890, S. 14f.) angegebenen Methode. Sie beruht darauf, daß die Entwässerung des in einen Tropfen verdünnten Alkohols eingesetzten Präparates in einem mit Alkoholdämpfen gesättigten Raum (Exsikkator oder Kristallisierschale, deren Boden von absolutem Alkohol bedeckt ist) erfolgt, ohne daß man genötigt wäre, das Tier durch die verschiedenen Alkoholstufen zu transportieren; sowie darauf, daß alsdann das Objekt mit einem Tropfen möglichst dünnflüssigem Celloidins übergossen wird, das rasch zu einem durchsichtigen Häutchen erstarrt, in welchem eingebettet das Tier nun ohne Gefahr verloren zu gehen durch die verschiedenen Reagentien geführt werden kann. Ausführliche Darstellungen der Methode finden sich außer in der Originalarbeit OVERTON'S bei STRASSBURGER-KÖRNICKE, Das Botanische Praktikum (VII. Aufl. S. 421; auch schon in den früheren Auflagen ist die Methode angegeben) sowie bei BĚLAŘ, Untersuchung der Protozoen 1928.

Ein kleiner Nachteil ist dabei, daß sich die Celloidinschicht stets mehr oder weniger mitfärbt; bei Karmin- und Hämatoxylinfärbungen ist indes diese Eigenschaft nur wenig störend.

Angewandt wurde Hämatoxylin nach DELAFIELD in verdünntem Zustande (1:10) sowie Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN.

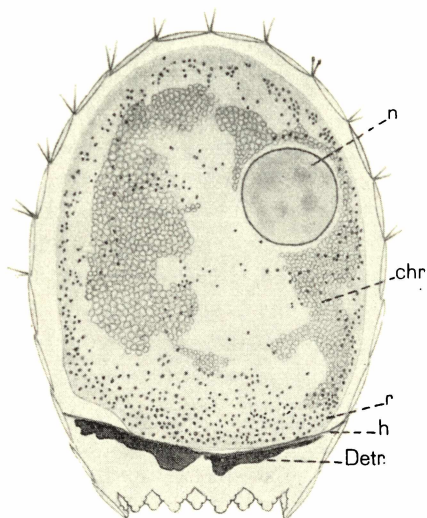
Als Fixierungsmittel diente Pikrinessigsäure; eine Erleichterung des Arbeitens stellte es dar, daß die Pikrinsäure das Plasma gelb färbte, weil dadurch die plasmaerfüllten Schalen leichter kenntlich werden, so daß man keine Zeit an das Sammeln leerer Schalen verschwendet.

Die Trockenstadien der Euglyphiden: *Euglypha*, *Trinema*, *Assulina*, *Corythion* entsprechen einander: es wird vom Plasma gegen die Schalenöffnung hin eine feine, manchmal schwer sichtbare Membran aus organischer Substanz abgeschieden, der zumeist außen noch Detritusteilchen anliegen; wenn diese, was wahrscheinlich ist, aus dem Plasma des Tieres ausgestoßen sind, so ist also diese Ausscheidung der Bildung der Membran vorangegangen. Der Kern erscheint stets kugelig. Das nie fehlende Chromidium bildet eine meist zusammenhängende Masse vakuoliger Struktur und färbt sich mit Hämatoxylin stärker als das übrige Plasma. Bei Färbung mit DELAFIELD'S Hämatoxylin finden sich stets kleine rundliche Ein-

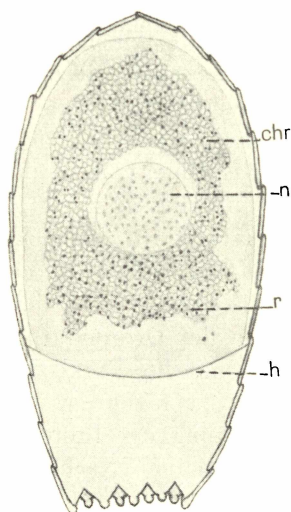
schlußkörper, die einen rötlich blauen Farbton zeigen. Mit Eisenhämatoxylin lassen sie sich nicht nachweisen.

Im Gegensatz zu dem Trockenstadium der Euglyphiden steht das der Nebelide *Heleopera*; hier finden wir eine echte Cyste: das abgekugelte Plasma ist allseitig von einer Hülle umschlossen.

Wir gehen nun zur speziellen Besprechung der einzelnen Formen über und beginnen mit den Euglyphiden.



Textfig. 4<sup>1)</sup>. *Euglyphya ciliata*. Aus trockenem Moose. Pi-Ess<sup>2)</sup>, DELAFIELD; Celloidmethode. ZEISS. Oc. 10 $\times$ . Obj. Öl-Imm. <sup>1</sup>/<sub>12</sub><sup>3)</sup>. Vergr. 1100:1.



Textfig. 5. *Euglyphya laevis*. Aus trockenem Moose. Pi-Ess, HEIDENHAIN; Celloidinmethode. ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

Von der Gattung *Euglyphya* selbst habe ich zwei Arten untersucht, *Euglyphya ciliata* und *laevis*.

*Euglyphya ciliata* (Textfig. 4). Das Verschlüßhäutchen wird unweit der Schalenöffnung abgeschieden; die Volumenverringerung des Plasma ist bei allen Individuen gleich groß, ihr Betrag daher für die Art charakteristisch. (Dies gilt übrigens für alle von mir untersuchten Formen.) Diese Verringerung ist nicht sehr beträchtlich. Der von dem Verschlüßhäutchen innerhalb der Schale abgegrenzte Raum

<sup>1)</sup> Für Textfigg. 4—13 gilt folgende Erläuterung: n Kern; nu Nucleolus; chr Chromidium; v Verschlüßhäutchen; detr Detritus; r Reservekörnchen.

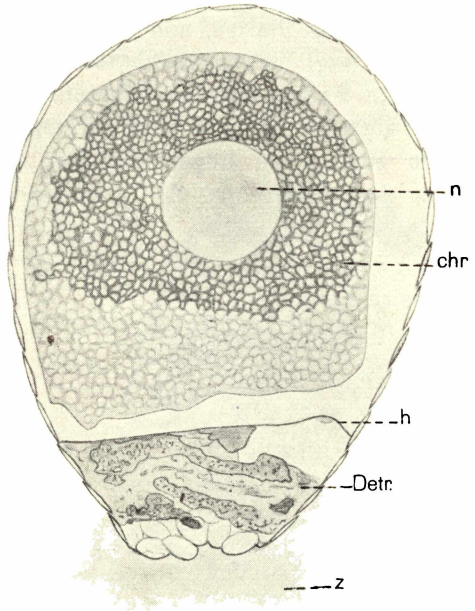
<sup>2)</sup> Im folgenden bedeutet: Pi-Ess Pikrinessigsäure 9:1; DELAFIELD = DELAFIELD'sches Hämatoxylin; HEIDENHAIN = Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN.

<sup>3)</sup> Als Immersionsflüssigkeit wurde zum Teil mit gutem Erfolg Anisol (nach BECHER) verwandt.

ist vollständig vom Plasma eingenommen. Der Kern liegt sehr häufig mehr oder weniger seitlich, und ist stets von einem Teile der Chromidialmasse umgeben, die hier mehr als bei allen anderen Arten in Fortsätze und Lappen gegliedert erscheint. Die Reservekörnchen sind zwar ziemlich diffus verteilt, finden sich aber am dichtesten angeordnet in der äußeren, der Schale und dem Verschlüßhäutchen zunächst liegenden Zone des Plasmakörpers.

*Euglypha laevis* (Textfig. 5). Das Trockenstadium dieser Art unterscheidet sich von dem eben beschriebenen in erster Linie durch die starke Volumenverringering des Plasmakörpers, der nur mehr  $\frac{2}{3}$  der Schale ausfüllt. Das Verschlüßhäutchen wird ziemlich tief im Innern der Schale gebildet und der von ihm abgeschlossene Raum wird wiederum völlig vom Plasmakörper eingenommen. Der Kern, dessen Färbbarkeit geringer ist als bei *Euglypha ciliata*, liegt in seiner Mitte, rings von dem Chromidium umgeben.

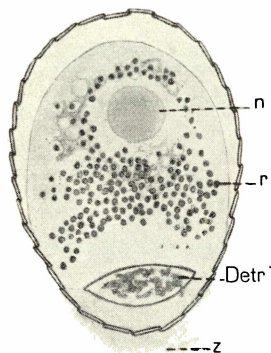
Da dieses stärker gefärbt ist als der Kern, verdeckt es ihn häufig, so daß es nicht stets leicht ist, ihn deutlich zu machen. Deshalb wurde zur Darstellung ein Präparat gewählt, bei dem durch Schrumpfung ein Hohlraum entstanden war, welcher den Kern besser hervortreten ließ. Die Reservekörnchen liegen zentral, im Bereiche des Chromidiums. Daß Detrituspartikel vor dem Verschlüßhäutchen fehlen, ist nur eine Besonderheit des gezeichneten Präparats, nicht der Art.



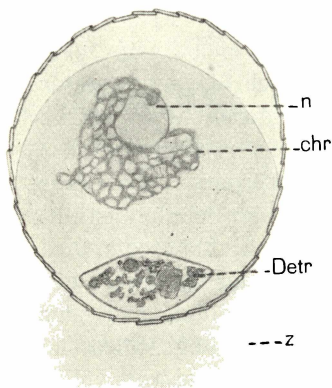
Textfig. 6 <sup>1)</sup>. *Assulina semilunum*. Aus trockenem Moose. Pi-Ess, HEIDENHAIN; Celloidinmethode. ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Verg. 1600:1.

<sup>1)</sup> z in Textfigur 6—8 stellt eine unbestimmt umgrenzte, stärker als das umgebende Celloidin gefärbte Zone vor der Schalenöffnung dar; es handelt sich dabei vielleicht um eine Ausscheidung des Tiers, möglicherweise allerdings auch nur um Farbwolken, welche beim Differenzieren ausgetreten sind.

*Assulina semilunum* (Textfig. 6). Sie liegt mir nur in Eisenhämatoxylinpräparaten vor. Daß Verschlauhäutchen ist um etwa den vierten Teil der Gesamtlänge der Schale nach innen gerückt. Der Plasmakörper scheint bei dem gezeichneten Präparat etwas geschrumpft zu sein, und füllt wohl im Leben die Schale etwas mehr aus. Der Kern erscheint sehr hell, er ist kaum so stark gefärbt als das Plasma und hebt sich vom Chromidium sehr scharf ab. Er liegt entweder zentral oder — seltener — seitlich: in letzterem Falle pflegt das Chromidium in ähnlicher Weise in zwei Teile getrennt zu sein wie dies unsere Textfig. 5 für *Euglyphaciliata* zeigt. Die Regel ist aber, daß es in einheitlicher Masse rings den Kern umgibt. Das gesamte Plasma zeigt alveoläre



Textfig. 7. *Corythion dubium*. Aus trockenem Moose. Pi-Ess DELAFIELD. Celloidinmethode. LEITZ. Comp. Oc.12. Apochr. Imm. 2 mm <sup>1)</sup>. Vergr. 1240:1.



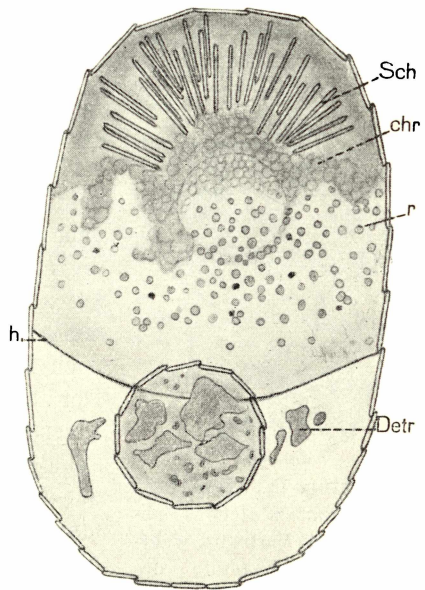
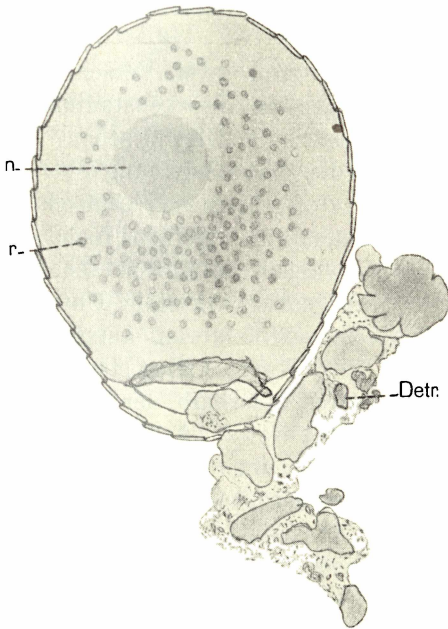
Textfig. 8. *Corythion dubium*. Aus trockenem Moose. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Celloidinmethode. LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

Struktur, die sowohl das Chromidium als auch das äußere Plasma durchsetzt; indem die an der Grenze des Chromidiums gelegenen Vakuolen zu einem Teil von Chromidialsubstanz, zum anderen Teil von dem schwächer gefärbten Plasma umgrenzt werden, erhält das Chromidium eine unregelmäßige Kontur. Die Reservekörnchen sind mit Eisenhämatoxylin nicht nachzuweisen; bei *Corythion dubium* konnten diese Einschlüsse mit DELAFIELD's Hämatoxylin stets nachgewiesen werden, während sie bei Heidenhainfärbung sich dem Blick entzogen. So darf man auch hier ihr Vorhandensein annehmen.

<sup>1)</sup> Da der Abschluß der Arbeit in Leipzig begonnen, in Kiel vollendet wurde, mußte ich die Optik wechseln.



*Corythion dubium* (Textfig. 7—9). Für diese Art ist charakteristisch, daß das Plasma im Trockenstadium überhaupt keine Vergrößerung des Volumens erfährt. Daß das Tier sich in diesem Zustand befindet, erkennt man nur daran, daß Detritusteilchen der Schalenöffnung aufgelagert sind, die nur in seltenen Fällen auch fehlen können. Daß ein feines, den Mund verschließendes Häutchen hier vorhanden ist, läßt sich nicht ohne weiteres erkennen, es spricht aber sehr vieles dafür: schon die Analogie zu den nahe verwandten Formen *Euglypha*, *Assulina* usw. legt diese Vermutung nahe. Ein



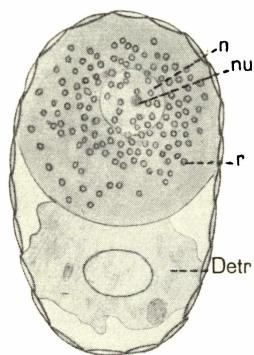
Textfig. 9. *Corythion dubium*. Aus trockenem Moose. Das Tier sitzt an einem Haufen miteinander verfilzter Detrituspartikel fest. Pi-Ess, DELAFIELD. Celloidinmethode. ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

Textfig. 10. *Trinema complanatum*. Aus trockenem Moose. Pi-Ess, DELAFIELD Celloidinmethode. Sch Schalenplättchen. ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

weiteres Beweismittel bildet der in der Schalenöffnung liegende Detritus; er wurde vermutlich nach seiner Ausscheidung durch das allmählich erstarrende Verschlußhäutchen festgehalten. Wir finden solche Vorgänge ja auch bei *Cystidina* (z. B. Textfig. 25, 31). Der Plasmakörper füllt die Schale meist vollkommen aus, doch findet man, wie ich mich überzeugen konnte, auch im Leben Tiere, bei denen dies nicht der Fall ist; Textfig. 7 und 8 brauchen daher nicht

Schrumpfungsbilder zu sein. Der Kern liegt auch hier zentral oder etwas seitlich, umgeben von dem Chromidium, das mit DELAFIELD'S Hämatoxylin kaum hervortritt, dessen Vorhandensein aber durch Eisenhämatoxylin klar nachzuweisen ist (Textfig. 8). Diese letztere Färbung läßt jedoch (wie bei *Assulina*) die Reservekörnchen nicht erkennen, die dafür von DELAFIELD'S Hämatoxylin intensiv gefärbt werden. Sie zeigen sich ziemlich diffus verbreitet, nur eine schmale äußere Zone des Plasmas, zunächst der Schale, lassen sie frei, sowie die unmittelbare Umgebung des Kerns. Textfig. 9 zeigt ein *Corythion* im Trockenstadium einem Bündel zusammenhängender Detrituspartikel anhängend.

*Trinema complanatum* (Textfig. 10). Es sind zwei Verschlußhäutchen vorhanden: eine dem Plasmakörper des Trockenstadiums



Textfig. 11. *Trinema complanatum* (etwas abweichende Varietät); wahrscheinlich Vorstufe des Kapselstadiums. Nach dem Leben. ZEISS. Oc. 16 $\times$ .  
Obj. Öl. Imm.  $\frac{1}{12}$ .  
Vergr. 1080:1.

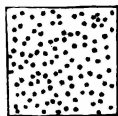
dicht anliegende — sie ist deutlich zu sehen —, außerdem eine die Schalenöffnung verschließende. Diese erscheint bei Aufsicht deutlich mit Hämatoxylin angefärbt, außerdem sind Detritusteilchen auf ihr zu sehen, die an dieser Stelle notwendig einer Unterlage, eben jener feinen Membran, aufsitzen müssen (Textfig. 10). Ferner finden sich hier noch Detrituspartikel innerhalb der Schale. Der Kern bezeichnet etwa die Mitte des Plasmakörpers. Hinter ihm, im Fundus der Schale sowie teilweise noch seitlich, liegt das Chromidium, an dessen vorderster Zone man eine vakuolige Struktur noch erkennt, dahinter stören Reserveschalenplättchen ein Erkennen solcher Vakuolen, falls ein vakuoliger Bau des Chromidiums dort noch vorliegt. Diese Schalenplättchen sind radiär zum Kern angeordnet. Welche Bedeutung ihrem Auftreten zukommen könnte, wird weiter unten

(S. 374) diskutiert werden. Die Reservekörnchen zeigen diffuse Verteilung. Textfig. 11 stellt, nach einer Lebendskizze, eine etwas abweichende Varietät derselben Art (die Schalenöffnung ist oval statt rund; die Verringerung des Plasmavolumens erheblicher) dar, die offenbar in einem dem Trockenstadium vorangehenden Zustand sich befindet: der Plasmakörper hat sich schon zurückgezogen und den Detritus ausgestoßen, doch ist die ihn abschließende Membran noch nicht ausgeschieden. Im Kerne bemerkt man einen Nucleolus. Der

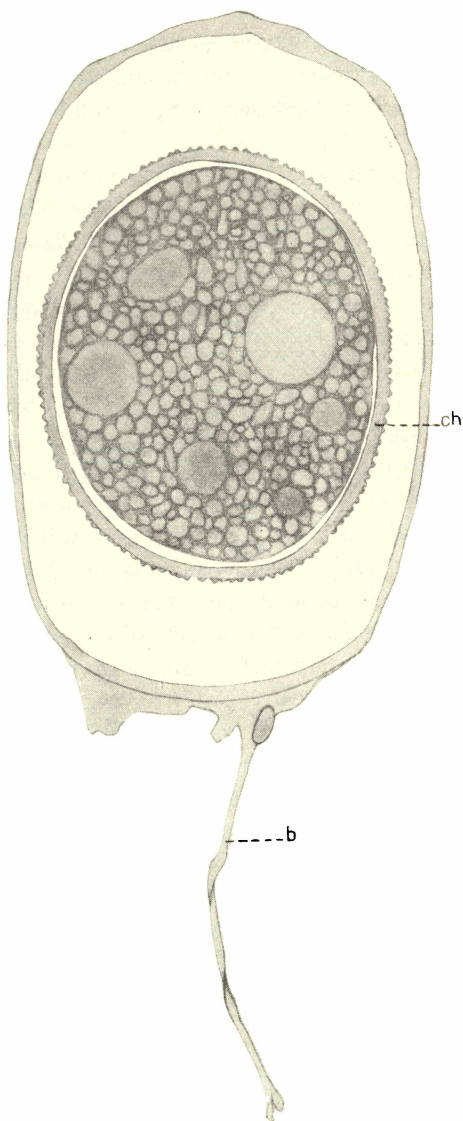
Vorgang der Bildung dieses Häutchens konnte leider nicht beobachtet werden, da das Tier in der feuchten Kammer abstarb.

*Heleopera silvatica* (Textfig. 12 a, b). Sie reagiert auf Austrocknen mit Bildung einer echten Cyste. Der Plasmakörper wird eiförmig und umgibt sich allseits mit einer Hülle aus organischer Substanz. Diese Hülle ist auf ihrer Außenseite mit feinen Papillen besetzt, wie sie Textfig. 12 b in Aufsicht zeigt (gleiche Vergrößerung wie 12 a). Das Plasma selbst ist dicht vollgepfropft mit kugeligen oder schollenförmigen Reserve-

körpern verschiedener Größe, die den Kern der Sicht entziehen. Die Schlenöffnung ist durch eine gelblich erscheinende, homogene Substanz verschlossen, die sich bei einem Präparate, dem hier abgebildeten, in einen leicht gedrehten Faden von der Länge des Tiers auszog. Vielleicht entspricht dieser Faden



Textfig. 12 b. Papillen der Cysten-  
hülle in Aufsicht. ch  
Cysten-  
hülle; b „Byssusfaden“.  
ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr.  
Öl-Imm. 2 mm. Vergr. 2 mm.  
Vergr. 1600:1.



Textfig. 12 a. *Heleopera silvatica*. Cyste. Aus trockenem Moose. OsO<sub>4</sub> Dämpfe; ohne Färbung in Glyceringelatine eingebettet.

den „Byssusfäden“, wie sie PENARD für *Corythion dubium* beschreibt (wo ich solche Gebilde indes niemals wahrzunehmen vermochte).

Versuche, die beschriebenen Stadien durch Befeuchten wieder in den Zustand aktiven Lebens überzuführen, blieben ohne Erfolg.

In der Literatur lassen sich einige Angaben über das Verhalten des Thekamöben gegen Trockenheit oder über Stadien, welche den beschriebenen entsprechen, vorfinden; sie sollen hier kurz angefügt werden.

BĚLAŘ (1921) beschreibt für die chlamydophrysverwandte Form *Rhogostoma schüssleri* das Trockenstadium; das Tier verliert die streng zonare Gliederung, die seinem Plasmakörper im Zustand aktiven Lebens eigen ist, und verschließt seinen Mund durch Zusammenziehen der dünnen, nachgiebigen Schale. So vermochte es 4 Monate in ausgetrocknetem Zustand zu überdauern, um beim Übertragen auf frischen Nährboden (der Rhizopod wurde auf Agarkulturen gezogen) alsbald wieder Pseudopodien auszustrecken. Dieses Stadium trat stets beim Altern der Kulturen auf, was wohl auf Anreicherung von Stoffwechselendprodukten zurückzuführen ist.

PENARD'S Skizzen stellen ebenfalls, vor allem bei der Gattung *Euglypha*, einige Malé das von mir geschilderte Stadium dar; wir können daraus schließen, daß der Besitz dieses Stadiums nicht ausschließlich Besonderheit der im Boden lebenden Arten ist.

Auch AWERINZEW ist dieser Schutzzustand bekannt; in seiner russisch geschriebenen Monographie findet sich eine Zeichnung des Trockenstadiums von *Placocysta*, die sehr der unseren von *Assulina* ähnelt. Bemerkenswert ist, daß AWERINZEW (1907) für *Quadrula* das Vorkommen eines solchen „Kapselstadiums“ vermerkt, da man diese Gattung, vor allem ihrer lobosen Pseudopodien wegen, zu den Nebeliden zu stellen pflegt, diese aber, soweit bisher bekannt ist, beim Austrocknen echte Cysten bilden, worüber wir HEINIS (1910) einige kurze Angaben verdanken; danach finden sich im ausgetrockneten Sphagnum *Nebela* und *Hyalosphenia* mit kugeligen Cysten innerhalb der Schale. Bei *Nebela* konnte HEINIS 24 Stunden nach Übergießen des trocknen Moores mit Wasser wieder einige Tiere beobachten, welche Pseudopodien ausstreckten.

Anschließend ist das Genus *Clamydophrys* zu nennen; hier konnte schon CIENKOWSKY (1876, bei *Chl. stercorea*) durch Austrocknung Cystenbildung erzielen, und BĚLAŘ gelang es (1921, bei *Chl. maior*), solche Cysten, deren Bildung allerdings nicht durch Trockenheit hervorgerufen war, durch Übertragen auf frischen Nährboden wieder ausschlüpfen zu lassen.

AWERINZEW gebraucht gelegentlich (1907, Arch. Prot.) den Ausdruck „Schutzcysten“<sup>1)</sup>. Auf die Cyste von *Chlamydomphrys* trifft der Ausdruck zu; ebenso für HEINIS' *Nebela*-Cysten.

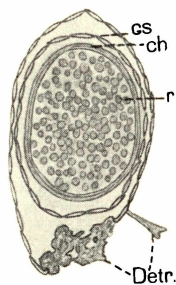
Dagegen wäre es nicht gerechtfertigt, die Trockenstadien der Euglyphiden als Schutzcysten zu bezeichnen, aus dem einfachen Grunde, weil es sich hier gar nicht um Cysten handelt. Dieser Name ist nur dann berechtigt, wenn der Plasmakörper durch eine oder mehrere von ihm abgeschiedene Membranen allseitig umgeben ist.

Es wird von Vorteil sein, einen präzisen Namen für den Trockenzustand der Euglyphiden einzuführen. Ich möchte hierfür den Ausdruck „Kapselstadium“ vorschlagen. Die Thekamöbe kapselt sich durch ein (oder zwei) Häutchen, bisweilen auch, bei Formveränderlichkeit der Schale, durch einfaches Schließen der Mundöffnung (*Rhogostoma*) von der Außenwelt ab.

Bei *Euglypha* und *Trinema* sind neben dem Kapselstadium noch echte Cysten nachgewiesen; sie sind ungleich seltener zu finden, als das erstere. Da für *Trinema* meines Wissens die Zeichnung einer Cyste noch nicht existiert<sup>2)</sup>, habe ich in Textfig. 13 eine nach dem Leben angefertigte Abbildung hier beigefügt. Charakteristisch ist der Besitz zweier verschieden strukturierter Membranen, einer inneren „Cystenhülle“ aus organischer Substanz und einer äußeren „Cystenschale“

(PATEFF), die aus Kieselplättchen besteht. Der eiförmige Plasmakörper ist sehr dicht mit kleinen kugeligen Reservekörnern der gleichen Art, wie wir sie beim Kapselstadium vorfanden, erfüllt und läßt weitere Einzelheiten der cytologischen Struktur daher nicht erkennen. Es erscheint ziemlich sicher, daß es sich hier um Fortpflanzungscysten handelt und daß sexuelle Vorgänge hier eine Rolle spielen.

Kurz eingehen muß ich noch auf eine Arbeit von POPOFF (1912). Dieser Autor hat bei *Euglypha alveolata* eine Anzahl von Stadien



Textfig. 13. *Trinema encephalys*, echte Cyste. Nach dem Leben. ch Cystenhülle; cs Cystenschale. ZEISS. Oc. 10 $\times$ . Obj. Öl-Imm.  $\frac{1}{12}$ . Vergr. 1080:1.

<sup>1)</sup> Leider ist nicht ganz klar zu ersehen, was AWERINZEW unter diesem Begriff genau verstanden wissen will.

<sup>2)</sup> Eine gute Beschreibung findet sich schon bei HERTWIG und LESSER (1874).



gefunden, die er in folgender Weise zu einer Entwicklungsreihe anordnet: Zustand aktiven Lebens (das Tier vermag Pseudopodien auszusenden) — Kapselstadium — Kapselstadium mit Schalenplättchen im Plasma — echte Cyste (die Schalenplättchen ordnen sich zur „Cystenschale“ an) — Sporulation des Cysteninhalts durch Bildung von Sekundärkernen aus dem Chromidium unter Degeneration des Kernes.

So einleuchtend diese Reihe zunächst erscheinen mag, so zweifelhaft ist doch mindestens ihr zwangsmäßiger Verlauf<sup>1)</sup>; die Bedingungen, unter denen das Kapselstadium auftritt — Trockenheit, Anreicherung von Stoffwechselprodukten — lassen es deutlich als Schutzstadium erkennen. Es wäre doch sehr merkwürdig, wenn die Bewohner solcher Moose, welche nur durch gelegentliche Regengüsse Feuchtigkeit erhalten, den Umweg über die Encystierung sollten einschlagen müssen, um aus dem Kapselstadium wieder in den Zustand aktiven Lebens zurückzukehren.

Eine Tatsache, die vielleicht für POPOFF's Entwicklungsreihe sprechen könnte, ist das gelegentliche Vorkommen von Schalenplättchen im Plasma beim Kapselstadium. Doch liegen andere Deutungen immerhin näher. Das Vorkommen solcher Plättchen ist eine keineswegs regelmäßige Erscheinung, bedeutend häufiger fehlen sie. So ist unter meinen Präparaten der Fall von *Trinema complanatum* der einzige, wo solche Gebilde aufgefunden wurden.

Am wahrscheinlichsten ist wohl die Annahme, daß es sich um Tiere handelt, die, kurz vor der Teilung stehend, von Trockenheit überrascht wurden. — Abzulehnen ist der Gedanke, es könnten vielleicht im Trockenstadium Plättchen gebildet werden, damit das Tier beim nächsten Regenguß sofort in Teilung einzutreten vermag. Denn dann müßten in solchen Moosen, die einige Zeit schon trocken gelegen haben, sich in größerer Menge Individuen mit Schalenplättchen im Plasma vorfinden. Dies ist nicht der Fall.

Die Veranlassung zur Bildung des Kapselstadiums sowohl als einer Schutzcyste bildet nicht nur eintretender Mangel an Feuchtigkeit, sondern auch andere ungünstige Umstände, z. B. Frost, oder bei Kultur auf Agarplatten die sich allmählich anreichernden Stoffwechselprodukte (*Chlamydomphrys*, *Rhagostoma*-BĚLAŘ, 1921); so findet man diese Kapselstadien auch in der Natur häufig in feuchtem Moose.

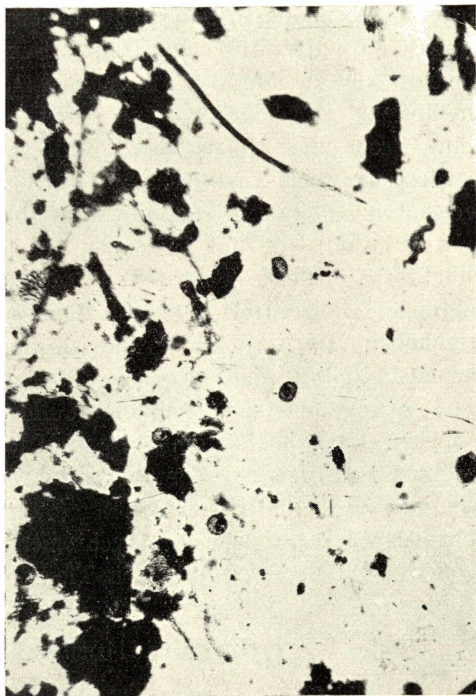
<sup>1)</sup> Es ist trotzdem ja möglich, daß bei Bildung der echten Cyste zunächst das Kapselstadium durchlaufen wird; darum braucht durchaus nicht stets aus diesem eine Cyste sich zu entwickeln.

## V. Untersuchungen an *Cystidina arcula* LEIDY (syn. *Difflugia arcula* LEIDY) nov. gen.

### a) Historisches.

*Cystidina arcula* ist synonym der Spezies *Difflugia arcula* LEIDY; die Begründung der Abtrennung dieser Art von Genus *Difflugia* folgt am Schlusse der Arbeit S. 404 nach Darlegung aller Beobachtungen, welche an dieser Form gemacht werden konnten.

*Difflugia arcula* wurde zuerst 1879 von LEIDY beschrieben, der nur leere Schalen fand; TARANEK (1882) sah außerdem Tiere, die er für encystiert hielt; auch PENARD (1902) hat die Art beschrieben, auf seine Beobachtungen werden wir noch etwas eingehen müssen. Diesem Autor kamen schon Zweifel, ob die Art zu Recht der Gattung *Difflugia* eingereiht worden sei. Schließlich führt AWERINZEW (1906) in seiner russisch geschriebenen Monographie die Spezies auf, versieht sie indes mit einem Fragezeichen.



Textfig. 14. Stelle aus einer in erwärmter Glycerin-gelatine aufgerührten Mulmprobe soll die „Wohn-dichte“ von *Cystidina arcula* veranschaulichen.

### b) Material, Methode.

*Cystidina arcula* wurde zum speziellen Studium gewählt, weil sie die Möglichkeit stets sicherer reicher Materialbeschaffung bot; sie findet sich, wie schon im ökologischen Teil ausgeführt ist, in sehr großer Zahl im vermorschten Holze von Erlen- und Hainbuchen-

stümpfen (Textfig. 14); auch bei Preetz in Holstein konnte ich diesen Fundort als sehr ergiebig feststellen.

Das Tier wurde zunächst lebend studiert; die Untersuchung von Plasma und Kern erfolgte in der Weise, daß durch einen Druck aufs Deckglas der plasmatische Inhalt aus der Schale herausgequetscht wurde. Glycerinpräparate wurden nach den auf Seite 351 angegebenen Methoden hergestellt.

Ferner wurden Schnittpräparate angefertigt. Die Fixierung erfolgte mit Pikrinessigsäure oder Sublimatalkohol; beide Methoden ergaben gute Resultate, nur erhielt SCHAUDINN'sche Lösung gewisse Einschlußkörper, die bei Pikrinessigsäurefixierung fast völlig verschwanden. Die Tiere wurden nicht einzeln fixiert, sondern eine kleine Probe des Holzmoders jeweils in toto mit der Flüssigkeit übergossen; nach Auswaschung der letzteren mittels mehrfach gewechselten 70 proz. Alkohols wurde durch Säurefuchsin eine Vorfärbung erzielt, die das Erkennen der plasmaerfüllten Schalen sehr erleichterte. Dieser Farbstoff wurde alsdann durch Alkoholstufen steigender Konzentration ersetzt und in 96 proz. Alkohol die Probe aufgehoben. Im weiteren Verlauf wurden die Tiere einzeln in Methylbenzoat-Celloidin (nach PETERFI, Methode auch bei ROMEIS, 1924, p. 64 angegeben) oder Nelkenöl-Collodium (nach HOFFMANN, vgl. P. MAYER, 1920, p. 180) eingebettet. Die Schnittdicke betrug 2—4  $\mu$ . Färbungen wurden durchgeführt mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN mit oder ohne Gegenfärbung (Säurefuchsin, Lichtgrün), Säurefuchsin-Methylgrün, sowie polychromem Methylenblau (nach UNNA).

Die Zahl der geschnittenen Tiere betrug über 100.

### c) Beschreibung der Form.

Die äußere Schale (Textfig. 15—17, 20, 21, 31, 33 u. Taf. 6 Fig. 2) *Cystidina* ist eine in ihrem Habitus diffugienähnlich erscheinende Form. Die Gestalt ihrer Schale ist die eines tiefen Napfes; die Unterseite ist eben oder nur wenig eingebuchtet. Sie trägt in der Mitte, nicht selten etwas excentrisch, die Schalenöffnung. Diese (Textfig. 18, 19 a, b) ist klein, fast stets mehr oder weniger unregelmäßig gestaltet, nähert sich aber immer der Form eines Dreiecks. PENARD nennt die Mundöffnung dreilappig oder vielmehr dreieckig; die Seiten dieses Dreiecks sind gebogen, gegen die Mundöffnung hin eingebuchtet. Seine Zeichnung zeigt ein ganz symmetrisch dreistrahlig radiäres Gebilde. Da ich, besonders an dem Fundort bei Preetz in Holstein, auch häufig Exemplare gefunden habe, die

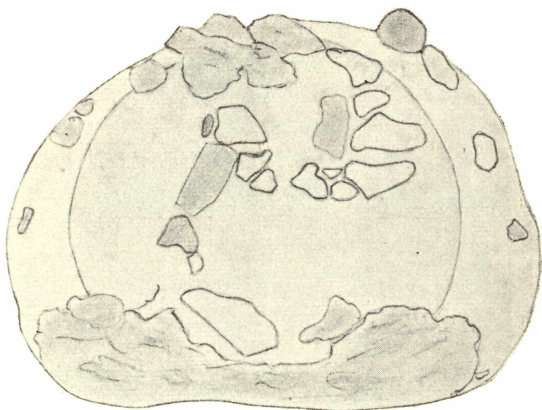


eine der Beschreibung PENARD'S sehr ähnelnde Mundöffnung besaßen (Textfig. 19 b), so kann die sonst beobachtete unsymmetrische Gestalt kein hinreichender Grund sein, der von mir untersuchten Form einen neuen Speziesnamen zu erteilen. Die Um-

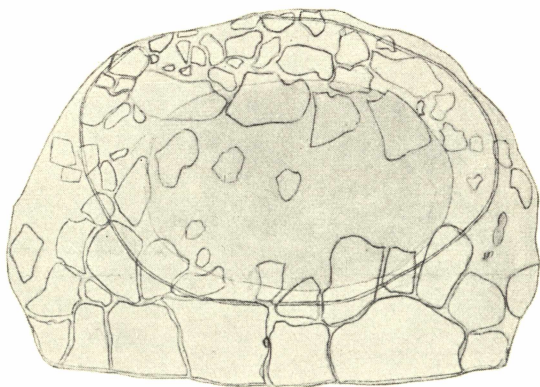
biegung der Rückenschale zur Mundseite ist sehr unvermittelt. Während diese nur wenige stets sehr kleine Partikel enthält, sind auf jener größere Teilchen,

vor allem auf der obersten Kappe der Schale, festzustellen. Diese Teilchen sind teils organischer (z. B. Detrituspartikel, Pilzsporen), teils anorganischer Natur. Bei verschiedenen Individuen überwiegen bald die einen, bald die anderen. Sind überwiegend Quarzteilchen vorhanden, so zeigen sich diese meist über dem Umbiegungsrand in einer Reihe besonders großer dicht aneinander gefüg-

ter Steinchen (Textfig. 16). Bei überwiegend von Detrituspartikeln bedeckten Tieren ist solches Verhalten in der Regel nicht festzustellen. Aber es kann als Analogon zu dieser Erscheinung die nicht selten zu beobachtende besondere Verstärkung des Umbiegungs-



Textfig. 15. *Cystidina arcula*. Nach dem Leben. LEITZ. Comp. Oc. 18. Obj. ZEISS D (10 $\times$ ). Vergr. 860:1.



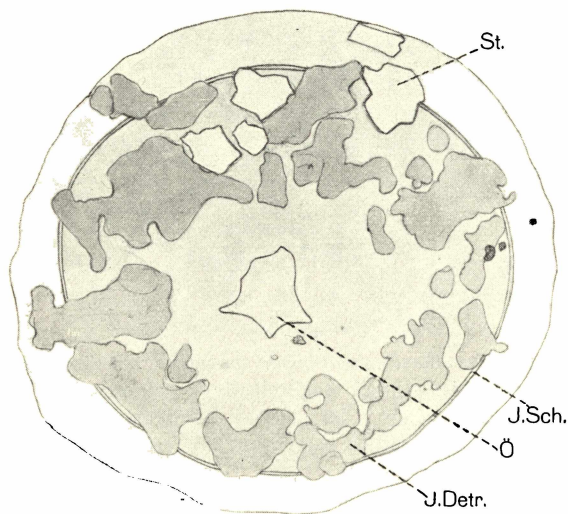
Textfig. 16. *Cystidina arcula*, vorwiegend mit Steinchen besetztes Tier. Durch unmittelbares Übertragen in Glycerin-gelatine ist der Plasmakörper geschrumpft, so daß die Innenschale deutlich hervortritt. Fixiert mit Osmium-tetroxyddämpfen. LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

randes durch eingelagerte Partikel, wie sie etwas weiter unten beschrieben wird (Textfig. 20) gelten.

Auf Grund der beiden Modi der Schalenbedeckung zwei Arten zu unterscheiden, geht nicht an, da Exemplare beobachtet wurden (Textfig. 16), bei denen die Auflagerung von organischen und anorganischen Teilchen sich etwa die Wage hielt. Mit der Natur der Teilchen wechselt auch die Farbe von mehr grauen zu gelblichen und braunen Tönen.



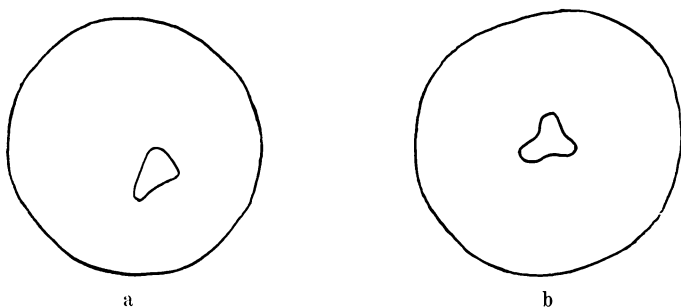
Textfig. 17. *Cystidina arcula*, vorwiegend mit Detrituspartikeln besetzte Schale. Glyceringelatine. LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.



Textfig. 18. *Cystidina arcula*, von der Unterseite gesehen. Deutlichkeit der Innenschale ein wenig übertrieben. Methylgrünessigsäure, verdünntes Glycerin. Ö Schalenöffnung; St Steinchen im „Detritusring“; I detr.; ISch Innenschale. LEITZ. Comp. Oc. 12. Appchr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

Im Schnittbild zeigt die äußere Schale folgenden Bau: einer homogenen organischen Grundsubstanz sind Fremdkörper in wechselnder Zahl auf- oder eingelagert. Daß diese Fremdkörper in meinen Schnittserien meist organischer Herkunft sind, liegt in der Natur der Sache: Quarzteilechen zerreißen leicht die Schale. Die Dicke dieser Grundsubstanz wechselt sowohl von Tier zu Tier (vgl. Textfigur 28 u. 29) als

bei ein und demselben Exemplare (Taf. 6 Fig. 2). Häufig ist die Unterseite der Schale etwas dünner (Textfig. 23, 25, 29). Im Falle die Grundsubstanz überhaupt Farbe annimmt, wird sie von Hämatoxylin violett, von Säurefuchsin-Methylengrün zartrot getönt. Sehr häufig, bei Anwendung von Unnas Methylenblau stets, bleibt sie gänzlich ungefärbt und erscheint dann leicht bräunlich-gelb (Taf. 6 Fig. 1, 2). Die Schale ist in unfixiertem Zustand von einer gewissen Nachgiebigkeit; dadurch erklären sich Unregelmäßigkeiten, wie sie Textfig. 23 a, 32 beispielsweise zeigen. Man kann deformierte Schalen auch beim lebenden Tier öfters beobachten.

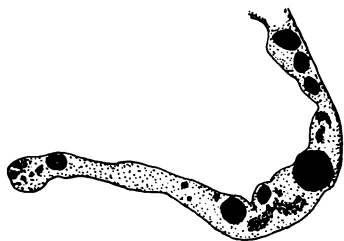


Textfig. 19 a u. b. Formen der Schalenöffnung bei *Cystidina arcuata*.  
ZEISS. Oc. 10 $\times$ . Obj. D. Vergr. 400:1.

Um die Schalenöffnung herum pflegt sich die Grundsubstanz zu einem Ringwulst zu verdicken (in Textfig. 21, 25, 31, 33 besonders ausgeprägt).

Dieser Grundsubstanz sind nun Partikel, die aus dem umgebenden Detritus stammen, eingelagert, zum Teil aufgelagert. Es lassen sich für die Anordnung dieser Partikel einige Grundzüge herausfinden, bei aller Variabilität im einzelnen. Der Ringwulst pflegt durch sehr kleine eingelagerte Partikel verstärkt zu sein (Textfig. 20, 21, 24, 28, 32). Die in wechselnder Dichte der Mundseite der Schale eingelagerten Teilchen sind gleichfalls nur klein, dagegen finden wir öfters den Umbiegungsrand durch größere Körper bezeichnet (Textfig. 20, 23 b). Besonders charakterisiert ist nahezu stets die obere Kappe der Schale durch besonders große Moderteilchen, Pilzsporen (vgl. Textfig. 21 u. Taf. 6 Fig. 2) u. dgl. Überschreiten diese Partikel eine gewisse Größe, so ragen sie teilweise aus der Grundsubstanz heraus, sie sind ihr nicht mehr ein-, sondern aufgelagert. Übrigens sieht man an Stellen, wo die Schale unbeschädigt ist, niemals Teilchen nach innen, sondern stets nur nach außen zu aus der Grundsubstanz hervorragen. Lediglich der Fall

kommt — und zwar nicht selten — vor, daß durch die Größe eines Partikels die Grundsubstanz eine Ausbuchtung nach innen zu erfährt (Textfig. 25, 28 u. Taf. 6 Fig. 2). Auch Ausbuchtungen nach außen kommen vor (Textfig. 21 u. Taf. 6 Fig. 2). Die großen aufgelagerten Partikel in Textfig. 24 und 25 stellen vermutlich Teilchen des vermodernden Kernholzes dar; sie erscheinen braun, von homogener Struktur. Gelegentlich kann man Tiere finden, deren Rückenseite ein Häufchen miteinander verfilzter Detrituspartikel ansitzt (Textfig. 29). Das Detritushäufchen ist hier nicht in seiner vollen Ausdehnung dargestellt; es steht in Wirklichkeit nicht viel hinter dem Tier an Größe zurück. Das Teilchen, welches die Verbindung mit der Schale der Cystidina her-



Textfig. 20. Unterseite und Umbiegungsstelle der Außenschale; letztere durch Einlagerungen verstärkt. PI-ESS, HEIDENHAIN. Schnittdicke 2  $\mu$ . LEITZ Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

stellt, erscheint im Schnitt hell, leicht gelblich getönt und homogen. Ob es der Grundsubstanz der Schale entspricht oder aus dem Detritus stammt, läßt sich nicht sicher entscheiden.

Die auf- und eingelagerten Detritusteilchen nehmen sehr stark Farbe an, besonders intensiv Methylgrün (Taf. 6 Fig. 1); grün färben sie sich zum größten Teil auch in polychromem Methylenblau, wenngleich gelegentlich auch blaugefärbte Teilchen in der Schale zu finden sind (Taf. 6 Fig. 2). Auch Hämatoxylin nehmen sie meist stark an.

Die auf- und eingelagerten Detritusteilchen nehmen sehr stark Farbe an, besonders intensiv Methylgrün (Taf. 6 Fig. 1); grün färben sie sich zum größten Teil auch in polychromem Methylenblau, wenngleich gelegentlich auch blaugefärbte Teilchen in der Schale zu finden sind (Taf. 6 Fig. 2). Auch Hämatoxylin nehmen sie meist stark an.

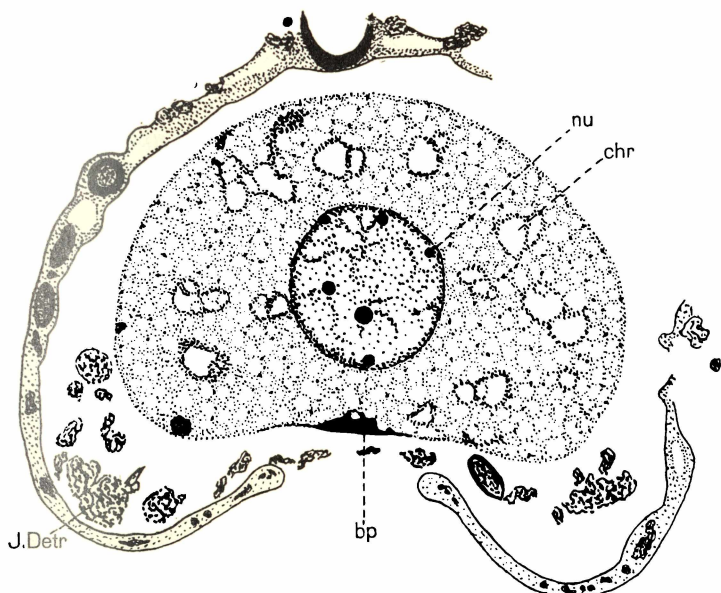
Die Dimensionen der Schale wechseln sehr. In Form einer Tabelle ordneten sich 105 gemessene Tiere wie folgt:

Durchmesser:	40	50	60	70	80	90	100 $\mu$
Anzahl:	4	6	18	60	9	6	2

Die normale Größe der Cystidina liegt demnach zwischen 70 und 80  $\mu$ . PENARD gibt für *Diffugia arcuata* 90—120  $\mu$  an.

Der Plasmakörper und die innere Schale (J. Sch.) Innerhalb des von der äußeren Schale umschlossenen Raums sieht man beim lebenden Tier schon den Plasmakörper liegen (Textfig. 15); er füllt diesen Raum niemals völlig aus, sondern liegt etwa in seiner Mitte als ein kugeliges oder ovales Gebilde, das durch die Regelmäßigkeit seiner Konturen auffällt; niemals konnte ich während der Beobachtung eine Veränderung dieser Konturen wahrnehmen, niemals

auch Epipodien feststellen, mit denen sich der Plasmainhalt an die äußere Schale angeheftet hätte. Zerquetscht man die äußere Schale durch einen Druck aufs Deckglas, so bemerkt man, daß das Plasma von einer dünnen, struktur- und farblosen Innenschale umgeben war, die ziemlich nachgiebig sein muß, da sie sich nach dem Heraus-treten des zuvor von ihr umschlossenen plasmatischen Inhalts in Falten legt. Auch auf andere Weise kann man sie zur Anschauung



Textfig. 21. *Cystidina arcuata*. Schnitt durch ein Tier aus Mulm, der einzutrocknen beginnt. Ei-Ess, HEIDENHAIN; bp vermutliches Bildungsplasma der Außenschalenöffnung. Schnittdicke 3  $\mu$ . ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

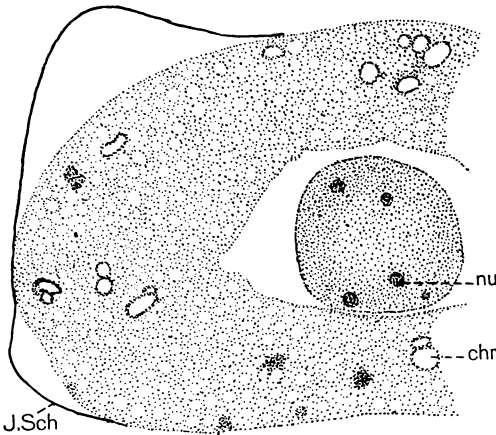
bringen, indem man die *Cystidina* ohne Anwendung besonderer Vorsicht in Glycerin (-gelatine) überträgt. Dann erfährt der Plasmakörper eine Schrumpfung<sup>1)</sup>, die Innenschale bleibt zurück, nunmehr deutlich zu unterscheiden (Textfig. 16). Die in auffälliger Weise abgerundete Gestalt des lebenden Inhalts (Textfig. 15, 16, 21, 22, 31, 32 u. Taf. 6 Fig. 2) ist dem Vorhandensein dieser Innenschale zuzuschreiben, welche beim lebenden Tier in der Regel den Plasmakörper eng umschließt (Textfig. 15, 18). Mehr Einzelheiten lassen sich durch die Schale hindurch nicht erkennen.

<sup>1)</sup> Diese Schrumpfung erfolgt auch, wenn man vorher mit  $\text{OsO}_4$ -Dämpfen fixiert hat.

Diese Beobachtungen entsprechen durchaus dem, was PENARD (1902, p. 297) über die vorliegende Art hat feststellen können. Da PENARD niemals ein Pseudopodium, auch keine Formveränderung des Plasmakörpers, der sich bei genauerer Untersuchung stets von einer inneren Hülle umschlossen zeigte, bemerken konnte, zudem niemals eingeschlossene Nahrungskörper entdeckte<sup>1)</sup>, zieht er die Zugehörigkeit der Form zum Genus *Diffugia*, ja ihre Rhizopoden-

natur überhaupt in Zweifel. Ich kann zu diesem Problem erst Stellung nehmen, nachdem über sämtliche angestellten Beobachtungen berichtet ist.

Im Schnittpräparat ist die Innenschale nicht immer deutlich feststellbar: zuweilen scheint sie zu fehlen (Textfig. 21, 25, 29, 31); man darf ihr Vorhandensein auch dann annehmen — solch feine farblose Membranen verlieren ja in Canadabalsam leicht ihre Sichtbarkeit, eine Er-



Textfig. 22<sup>2)</sup>. *Cystidina arcuata*. Schnitt durch ein Tier aus Mulm von normaler Feuchtigkeit. Um den Kern herum eine Schrumpfung. Die Schale ist fortgelassen. Pi-Ess, Methylenblau nach UNNA. Schnittdicke 4  $\mu$ . ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

fahrung, die schon RHUMBLER gemacht hat. Auch zeigt in Textfiguren 21, 31 u. Taf. 6 Fig. 2 der Plasmakörper ja jene auffallend regelmäßigen Umrisse, die soeben als Folge der Umschließung durch ein festes Häutchen bezeichnet wurden.

Die Farbreaktionen der Innenschale unterscheiden sich, soweit

<sup>1)</sup> Ich konnte das Vorkommen von Detrituskörpern im Plasma feststellen. siehe p. 386 und Textfig. 23 a, b.

<sup>2)</sup> Bei allen Figuren von Textfig. 20 an gilt folgende Erklärung: chr Chromidien und Chromidialvakuolen; n Kern; nu Nucleolen; r Reservekörper; ISch. Innenschale; Detr Detrituspartikel; IDetr Detritusring; h Verschlüßhäutchen der Außenschale. — Die Innenschale ist überall dort fortgelassen, wo sie nicht hinreichend deutlich erkennbar ist, ebenso das Verschlüßhäutchen der Außenschalenöffnung.

überhaupt eine Färbung eintritt, von denen der Außenschale: Methylgrün-Säurefuchsin erzeugt eine hellgrüne Tönung (in Taf. 6 Fig. 1 ist das Grün ein wenig zu dunkel geraten); polychromes Methylenblau entweder gar keine oder eine leicht hellblaue; Eisenhämatoxylin pflegt überhaupt keine Färbung zu bewirken.

Es ist mir nicht möglich gewesen, eine Öffnung dieser inneren Schale mit Sicherheit festzustellen; das Vorhandensein einer solchen ist durch direkte Beobachtung nicht zu ermitteln, weil das Häutchen zu fein und durch die darüberliegende Außenschale die Beobachtung sehr erschwert ist. Es muß aber zweifellos, wenn man nicht annehmen will, daß ein Schutzstadium vorliegt, in dem eben die weitaus größte Mehrzahl der Tiere sich befindet, die Art die Möglichkeit haben sich zu ernähren, Pseudopodien auszusenden.

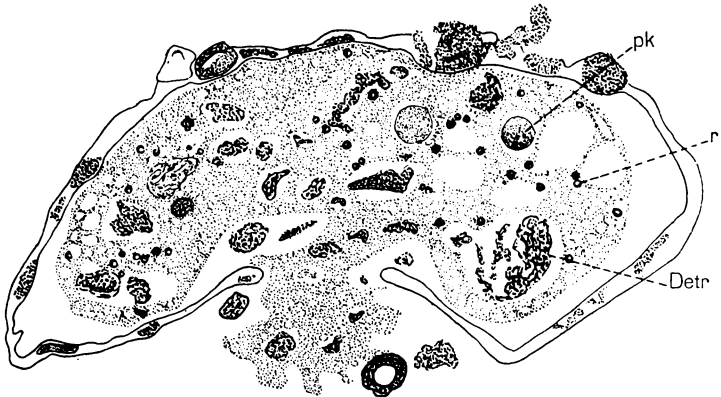
Durch die äußere Schale hindurch ist im Protoplasmakörper niemals eine kontraktile Vakuole in Tätigkeit zu erkennen; auch in dem durch Druck aus der Schale herausgequetschtem Plasma war eine solche niemals zu bemerken. Indes teilt PENARD folgende Beobachtung mit: es gelang ihm durch Zufall, ein Tier so zu drücken, daß der Plasmakörper mit der Innenschale unversehrt aus der Außenschale heraustrat, und er konnte nun feststellen, daß eine pulsierende Vakuole vorhanden war. Diese Beobachtung spricht gegen die Theorie, daß die Innenschale der *Cystidina* ein Schutzstadium bezeichne.

Entscheidend für die Ablehnung dieser Annahme wäre der Nachweis von Pseudopodienbildung. Dieser Nachweis ist mir bisher beim lebenden Tier nicht gelungen; auch die früheren Untersucher haben Pseudopodien nicht gesehen. Doch besitze ich eine Schnittserie, welche ein solches zeigt (Textfig. 23 a). Es ist lobos und gestielt, der Stiel kommt dadurch zustande, daß das Plasma sich buchtformig von der Schalenöffnung zurückzieht (Textfig. 23 a u. b, beide Bilder nach Schnitten derselben Serie). Innerhalb dieses Pseudopodiums sieht man Detrituspartikel liegen, auch im Plasmakörper finden sich solche in reichlicher Zahl. Das Tier ist demnach anscheinend bei der Nahrungsaufnahme überrascht worden. Außerhalb des Plasmakörpers sieht man auch noch Detrituspartikel liegen, sowohl jenseits der Außenschale, als auch in der Bucht, welche durch den Rückzug des Plasmakörpers von der Schalenöffnung entstanden ist.

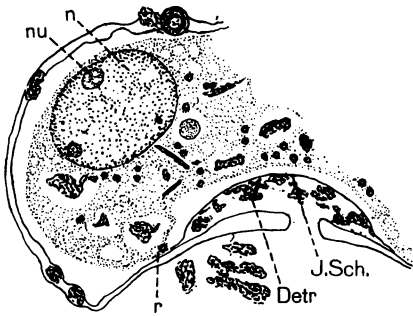
Wie verhält sich die innere Schale? Leider ist sie nicht mit Sicherheit in ihrem ganzen Verlauf zu verfolgen. Ganz deutlich sieht man sie in den etwas seitlich liegenden Schnitten (Textfig. 23 b)



an der Innenseite der „Mundbucht“ verlaufen. Zwischen ihr und der Schalenöffnung liegen Detrituspartikel. Von der Stelle an, wo sie am seitlichen Rande der „Mundbucht“ unmittelbar ans Plasma herantritt (Textfig. 23 b, r), ist ihr Verlauf nicht mehr deutlich zu erkennen. Anzunehmen ist, daß sie dicht am Plasmarande weiter



Textfig. 23 a. *Cystidina arcuata* mit Pseudopodium und Nahrung im Plasmakörper.  
pk Plasmakugeln. SCHAUDINN, Methylgrün-Fuchsin-S. Schnittdicke 2  $\mu$ .  
ZEISS. Oc. 10  $\times$ . Öl-Imm.  $^{1}_{12}$ . Vergr. 1100:1.



Textfig. 23 b. Dieselbe Serie, einige Schnitte weiter.

verläuft. Die Öffnung der Innenschale muß sich dort befinden, wo der Pseudopodienstiel aus dem Plasmakörper hervortritt (Textfig. 23 a).

Es mag Verwunderung erregen, daß unter den vielen lebend oder im Schnitt von mir untersuchten Tieren nur ein einziges sich befunden hat, bei welchem Pseudopodienbildung festgestellt werden

konnte. Man könnte auf den Gedanken kommen, daß vielleicht hier ein Irrtum vorliege. Da der Nachweis von Pseudopodienbildung bei *Cystidina* für die Entscheidung der Frage, ob hier ein Schutzstadium vorliegt oder nicht, sehr wichtig ist, sei kurz darauf eingegangen. Es könnten zwei Einwände geltend gemacht werden. Einmal könnte man sagen: es liegt vielleicht eine Verwechslung mit einer anderen Art vor. Dieser Einwand ist ohne weiteres zu widerlegen. Die Form der Außenschale mit den typischen der Rückenseite auf-



gelagerten Detrituspartikeln, die enge, vom Ringwulst umschlossene Schalenöffnung, der Besitz einer inneren Hülle (Textfig. 23 b), die regelmäßigen Umrisse des Plasmakörpers gestatten mit völliger Sicherheit eine Identifikation dieses Tieres mit *Cystidina arcula* und eine Unterscheidung von ähnlichen Formen (*Diffugia constricta*, *Centropyxis laevigata*, *Phryganella hemisphaerica*).

Zum anderen aber könnte jemand einwenden: es handelt sich hier um gar kein Pseudopodium; das Tier ist vermutlich vor dem Fixieren zufällig etwas gedrückt worden, und etwas von dem Plasmahalt hat begonnen aus der Schale auszutreten. Dagegen wäre folgendes zu sagen: erstens, das Auftreten einer Einbuchtung im Plasmakörper gerade an der Stelle, wo das austretende Plasma durch die Innenschale durchbricht, paßt gut zu der Ansicht, daß das letztere ein Pseudopodium darstellt (die Substanz des Pseudopodiums stammt eben aus der nächsten Umgebung), läßt sich aber kaum vereinbaren mit der Annahme, daß gerade hier durch Druck ein Platzen der Innenschale erfolgt sei (da Textfig. 23 a u. b der gleichen Serie angehören, muß die Innenschale auch in 23 a vorhanden sein, wie in 23 b, wo sie nachzuweisen ist). Zweitens, wenn die Innenschale eine Art Cystenülle darstellte, also völlig geschlossen wäre, wäre es ein merkwürdiger Zufall, daß sie gerade vor der Öffnung der Außenschale platzte und den Plasmahalt entließe. — Es ist zuzugeben, daß die Außenschale etwas deformiert erscheint, dies finden wir aber auch sonst häufig (vgl. z. B. Textfigur 32).

Auffallend bleibt es, daß im Leben keine Pseudopodien zur Beobachtung kamen. Vielleicht findet man die Erklärung darin, daß die Bedingungen, unter denen die Tiere untersucht wurden (Aufschwemmung der Proben in Wasser), den natürlichen schon nicht mehr entsprechen.

Kurz zusammengefaßt lassen sich folgende Argumente dafür ins Feld führen, daß die innere Hülle der *Cystidina arcula* auch dem Normalzustand zukommt und nicht eine Schutzhülle darstellt:

1. Das Tier wurde bisher nur mit dieser Innenschale beobachtet.
2. Es besitzt — nach PENARD — eine kontraktile Vakuole.
3. Es vermag ein Pseudopodium zu bilden (während es von der Innenschale umschlossen ist).

Es sei noch hinzugefügt, daß in der von PENARD aus dem Genfer See beschriebenen *Frenzelina reniformis* (1902) eine ähnliche Form vorliegt, welche ebenfalls eine äußere, von Fremdkörpern inkrustierte und eine hyaline innere Schale besitzt, welche durch eine

feine Öffnung, wie wir sie auch bei *Cystidina* annehmen müssen, den Austritt der Pseudopodien gestattet. Ein weiteres Argument gegen die Auffassung der inneren Hülle als Membran eines Schutzstadiums wird sich aus den Beobachtungen über das Verhalten der *Cystidina* gegen Trockenheit ergeben; es kann darauf erst später eingegangen werden, siehe S. 403.

Durch einen leichten Druck aufs Deckglas vermag man Kern und Plasma aus der Schale herauszuquetschen. Die innere Hülle pflegt dabei nicht mit herauszutreten. Der kugelige Kern, 15—20  $\mu$  im Durchmesser, ist von einer deutlichen, grünlich glänzenden Membran umschlossen. Er zeigt, in eine granulöse Grundsubstanz eingebettet, gegen 20 runde, meist der Kernmembran anliegende Nucleolen, die sich durch grünlichen Glanz hervorheben. Sie sind an Größe nicht gleich und zeigen sich gelegentlich als Hohlkugeln.

Gegen Druck ist der Kern nachgiebig, wie ich einmal durch eine zufällige Beobachtung im Leben festzustellen vermochte. Es stieß ein Häufchen miteinander verfilzter Detrituspartikel, durch einen Druck aufs Deckglas in Bewegung versetzt, gegen den isolierten, doch noch teilweise an herausgequetschten Plasma anliegenden Kern; alsbald wurde dieser an der betreffenden Stelle eingebault, um sofort wieder Kugelgestalt anzunehmen, als diese Partikel wieder abschwammen. Eine solche Formveränderlichkeit des Kerns ist ja auch z. B. bei Nacktamöben bekannt.

Runde oder schollenförmige, ziemlich stark lichtbrechende, grünlich glänzende Gebilde im Plasma können nur die Chromidien darstellen, wenn man nach einem Analogon auf den Schnittbildern sucht. Daß sie meist einzeln im herausgequetschten Plasma liegen, ist kaum ein Hindernis für diese Deutung; denn dies Verhalten findet man auch auf Schnittbildern häufig (Textfig. 22, 31 u. Taf. 6 Fig. 2), und wo die von Chromidien umgebenden Vakuolen in größeren Komplexen (vgl. Textfig. 32) zusammenlagen, wurden sie offenbar beim Austritt durch den ziemlich schmalen Riß, der durch den Druck des Deckglases in der Außenschale entsteht, voneinander getrennt.

Zuweilen vermochte ich Pilzsporen und Detrituspartikel im herausgequetschten Plasma zu entdecken. Meist allerdings erwies sich dieses als völlig frei von solchen Einschlüssen, entsprechend den Beobachtungen PENARD'S. In einer Probe jedoch, die ich Anfang Juli 1927 sammelte, fand ich mehrere mit Nahrung sehr vollgestopfte Tiere.

Nach den Schnittpräparaten läßt sich noch über den Bau des Plasmakörpers folgendes aussagen:

Das Plasma selbst ist von fein alveolärer Struktur und enthält als Differenzierungen noch: den Kern, die Chromidien, welche zu meist um Vakuolen herum angeordnet sind, sowie einige Einschlüsse.

Der Kern ist schon beschrieben; die Bilder im Schnittpräparat entsprechen der Lebendstruktur (Textfig. 21, 22). Die Farbreaktionen bei den von mir angewandten Methoden waren folgende:

Eisenhämatoxylin-Säurefuchsin: Grunds substanz rot, Membran rot, Nucleolen schwarz.

Das Chromatin ist bei den Thekamöben, soweit sie daraufhin untersucht sind, nicht in den Nucleolen enthalten; demnach erweist sich in diesem Falle Eisenhämatoxylin nicht als zum Nachweis des Chromatins geeignetes Färbungsmittel.

Methylgrün-Säurefuchsin: alles rot. Die Nucleolen färben sich ein klein wenig intensiver.

Auch Methylgrün versagt hier also als Reagens auf Chromatin, wie öfters bei Protozoen.

Methylenblau nach UNNA: Grunds substanz liches Blau, Nucleolen dunkleres Blau, Membran ebenso (Taf. 6 Fig. 2). Die Färbbarkeit der Membran wechselt.

Die Lage des Kerns ist in der Regel zentral, doch kann er auch gelegentlich seitlich liegen, und zwar dann, wenn er durch aufgenommene Nahrung abgedrängt wird. Alsdann verliert er auch, wie Textfig. 23 a zeigt, seine kugelige Gestalt und wird oval, was offenbar durch den Druck gegen die Innenschale zustande kommt, denn der isolierte Kern zeigt immer genaue Kugelform.

Stets sind, etwas wechselnd in der Ausprägung, stark vakuolisierte Partien im Plasma vorhanden, die sich mit Kernfarbstoffen tingieren, die Chromidien. Sie waren mit Hämatoxylin und Methylenblau stets sehr schön nachweisbar, während Methylgrün-Säurefuchsin zu ihrem Nachweis ungeeignet sich erwies.

Die Chromidien <sup>1)</sup> (chr) sind stets von Vakuolen begleitet; sie umranden die letzteren und setzen sich weiterhin nicht selten in Bälkchen oder Klumpen fort (Textfig. 21). Beide Strukturelemente gehören offenbar eng zusammen; man findet, wenigstens wenn man die Trockenstadien außer acht läßt, kaum Vakuolen, die nicht von Chromidien umkleidet würden, und nur in geringer Menge Chromidien, die nicht mit der Substanz, welche die Vakuolen umgibt, in direktem

<sup>1)</sup> ZÜTZER nennt „Chromidien“ die Vakuolen mitsamt ihrer Umrandung (Chromidialsubstanz). Dem Sprachgebrauch entspricht wohl mehr, nur die färbbare Substanz als Chromidium zu bezeichnen.

Zusammenhang stünden. Es läßt sich so die Bezeichnung „Chromidialvakuolen“ rechtfertigen.

Nach Anordnung und Größe zeigen diese Chromidialvakuolen sich ziemlich variabel. Bald liegen sie mehr einzeln (Textfig. 22, 31), bald zu größeren Komplexen vereinigt (Textfig. 32); auch ihre Größe wechselt (Textfig. 21, 22). Textfig. 31, 32, die hier herangezogen sind, stellen zwar aus dem Trockenstadium erwachte Exemplare dar; doch ist es, da die Regeneration schon weit fortgeschritten ist (6 bzw. 24 Stunden nach Befeuchten) wohl zulässig, sie hier mit heranzuziehen.

Sehr oft lassen sich kleine runde Körnchen (r) im Plasma nachweisen, deren Menge wechselt. (Textfig. 23 a, b, 27, 29 u. Taf. 6 Fig. 1, 2.) Sie sind untereinander ungefähr von gleicher Größe. Einschlüsse ähnlicher Art sind bei *Pamphagus* durch BĚLAŘ 1921, sowie bei *Pyxidicula* durch DOFLEIN 1916 als volutinartig erkannt worden. Ich konnte folgendes Verhalten dieser Körper feststellen:

1. Einwirkung von Fixierungsmitteln: Sie lassen sich nur nach Sublimatfixierung feststellen, bei Anwendung von Pikrinessigsäure verschwinden sie. Nur einmal war es mir möglich, auch nach dieser letzteren Fixierungsart bei Färbung mit Methylgrün-Säurefuchsin ihr Vorhandensein nachzuweisen; mit starkem Objektiv (Zeiß, apochr. Imm. 2 mm) und Beleuchtung mit direktem Sonnenlicht ließen sie sich eben noch erkennen. Es handelt sich also wohl um einen in Essigsäure löslichen Körper (Pikrinsäure kommt vermutlich weniger in Frage). Nach A. MEYER (1904) ist Volutin in Säuren löslich: über Essigsäure speziell berichtet er allerdings nicht.

2. Farbreaktionen: Die in Rede stehenden Körperchen färben sich zuweilen mit Eisenhämatoxylin (Textfig. 29), für ihren Nachweis stellten sich aber Methylgrün und polychromes Methylenblau als viel geeigneter heraus. Der erstere Farbstoff läßt sie tief blaugrün hervortreten (Taf. 6 Fig. 1); der letztere verleiht ihnen einen karmoisinrötlichen Ton, der dadurch zustande kommt, daß besonders gierig das Methylenazur von den Körnchen aufgenommen wird. (Dies ist nach A. MEYER übrigens auch eine charakteristische Eigenschaft des Volutins.) (Taf. 6 Fig. 2.)

Die Verteilung der Körnchen im Plasma ist diffus.

Viel weniger regelmäßig treten andere Gebilde auf, die den Plasmakugeln, welche ZÜLZER bei *Diffugia urceolata* gefunden hat, im Aussehen entsprechen (Textfig. 23 a, b). Sie sind im Schnitt stets kreisrund, färben sich mit Fuchsin homogen, zeigen aber in ihrem Innern bisweilen kleine Einschlüsse, die sich mit Methylgrün

tingieren. Die Dimensionen der Plasmakugeln wechseln von Nucleolendurchmesser bis zum 3—4fachen dieser Größe. Über ihre Bedeutung ist nichts bekannt.

Der Detritusring (J. Detr. Textfig. 15, 18; fast alle Schnittbilder). Mit diesem Namen wollen wir einen fast nie fehlenden Bestandteil bezeichnen, den auch PENARD schon an *Diffugia arcuata* bemerkt hat. Es handelt sich um Partikel verschiedener Art, vor allem stark vermoderte formlose Teilchen; auch Pilzsporen, Steinchen (Textfig. 16), welche ringförmig die Schalenöffnungen umgeben, sie liegen zwischen Innen- und Außenschale, vor allem an der Umbiegungsstelle der letzteren. In Textfig. 21 erkennt man, daß auch zwischen der rechts und links je einmal getroffenen Hauptansammlung dieser Teilchen, über die Schalenöffnung hinweg, Verbindung bestehen kann; räumlich gesehen würde also der Detritus dann nicht ring- sondern scheibenförmig angeordnet sein.

Wie entstehen diese Anhäufungen? Welche Bedeutung kommt ihnen zu?

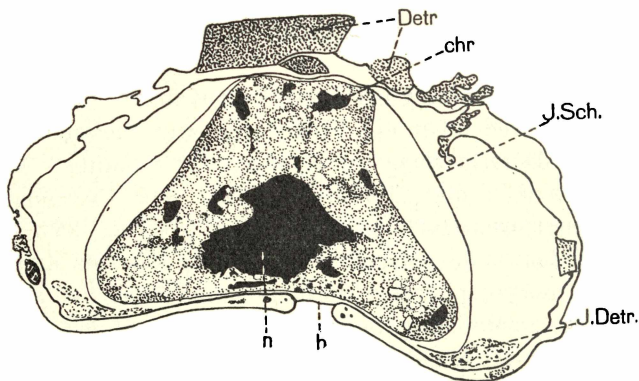
Zu beantworten vermag ich diese Fragen nicht; in einem meiner Präparate findet sich aber ein Fingerzeig, wie vielleicht die Entstehung dieses Detritusrings zu erklären sein könnte. Man sieht in Textfig. 23a u. b die „Mundbucht“ um den Pseudopodienstiel herum mit Detrituspartikeln erfüllt, welche (Textfig. 23b) zwischen Innen- und Außenschale gelegen sind. Woher kommen diese? Vielleicht haben sie schon früher dort gelegen; dann ist aber merkwürdig, daß sie in der Mundbucht, also einem erst bei der Pseudopodienbildung entstandenem Raum, nicht in den Ecken des Gehäuses, wie sonst, gelegen sind; die Betrachtung des Präparates legt den Gedanken nahe, daß sie durch das Pseudopodium hereintransportiert sind und die Öffnung der Außenschale, nicht aber der Innenschale passiert haben.

Vielleicht kann man sich den Vorgang folgendermaßen denken. Die Innenschalenöffnung ist ziemlich eng; daher muß das Pseudopodium in Form eines schmalen Stiels entspringen, um erst an seinem distalen Ende sich zu verbreitern (Textfig. 23a). Befinden sich nun im Plasma des verbreiterten Endes des Pseudopodiums gleichzeitig eine größere Anzahl von Nahrungsteilchen, so werden sie nicht in den Stiel eintreten können, ohne ihn merklich zu verdicken; die Dimension der Innenschalenöffnung setzt solcher Verdickung aber bald eine Grenze. Ein Teil der Partikel muß dann wieder aus dem Pseudopodium heraustreten, damit die übrigen dem Plasmakörper einverleibt werden können. So kann ein einzelner

größerer Nahrungsbrocken einmal passieren, während von kleineren, aber in größerer Zahl aufgenommenen ein Teil wieder ausgeschieden wird. Jedenfalls legen die Bilder, die Serie 32 a u. b bietet, die Hypothese nahe, die Entstehung des Detritusrings auf diese oder eine ähnliche Weise zu erklären. Keine Schwierigkeit bietet es wohl, sich vorzustellen, wie nach Einziehen des Pseudopodiums und Verschwinden der „Mundbucht“ der Detritus in die äußeren Ecken gedrängt wird. Eine Folge dieser Abdrängung dürfte es auch sein, daß die Innenschale dem Detritusring wenigstens auf kurze Strecken, sehr oft eng anliegt (Textfig. 24, 32, 33).

d) Verhalten bei Austrocknen des Mediums.

Methodik. Besondere Kunstgriffe brauchten nicht angewandt zu werden. Die in weithalsigen Flaschen eingetragenen Proben

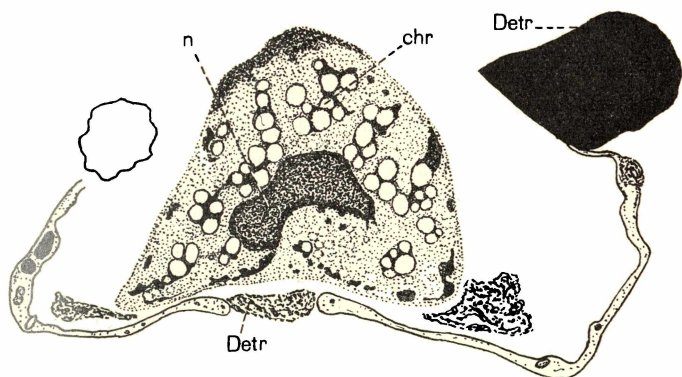


Textfig. 24. *Cystidina arcula*. Trockenstadium. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Fuchsin-S. Schnittdicke 2  $\mu$ . Innenschale nur gezeichnet, soweit sie deutlich zu verfolgen ist. ZEISS. Oc. 10 $\times$ . Obj. Öl-Imm.  $\frac{1}{12}$ . Vergr. 1100:1.

wurden einfach bei Zimmertemperatur offen stehen gelassen, so daß allmählich Austrocknung eintrat. Nach einigen Tagen war der Mulm lufttrocken geworden, so daß man ihn ohne weiteres zwischen den Fingern zu feinem Staub zerreiben konnte. Von diesem Material wurden alsdann Proben fixiert.

Das Trockenstadium (Textfig. 24—27 u. Taf. 6 Fig. 1). Schon an dem mit Säurefuchsin vorgefärbten Objekt erkennt man, daß Veränderungen am Tier vor sich gegangen sind. Der Plasmakörper füllt nicht mehr, kugelig bis eiförmig gestaltet, den größeren Teil des von der Außenschale umschlossenen Raumes aus. Er ist fast auf die Hälfte seines sonstigen Volumens zusammengeschrumpft

und zeigt eine charakteristische Form. Er bleibt nämlich mit Unter- und Oberseite der Außenschale mehr oder weniger in Kontakt und die Schrumpfung des Plasmakörpers erfolgt von den Seiten her. So kommt etwa die Gestalt eines Kegelstumpfes zustande, die in Einzelheiten etwas wechseln kann: Der Mantel dieses Kegelstumpfes kann so gestaltet sein, daß er im Radialschnitt eine angenähert gerade Linie darstellt (Textfig. 26 b); die Linie kann auch etwas konkav (Textfig. 24) erscheinen, schließlich auch eine Ausbuchtung nach außen zeigen (Textfig. 25, wenigstens rechts). Der Querschnitt ist etwa kreisförmig. Die Verjüngung liegt meist apikal. Ein etwas abnorme Gestaltung zeigt Taf. 6 Fig. 1; hier ist der Plasmakörper



Textfig. 25. *Cystidina arcua*. Trockenstadium. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Schnittdicke 2  $\mu$ . LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

— aus welchem Grunde ist nicht bekannt — in der Mitte seitlich ausgebogen, so daß er im Schnitt halbmondförmig erscheint.

Welche cytologischen Veränderungen lassen sich nun in diesem Trockenstadium feststellen? Ganz unverändert bleiben Außenschale und Detritusring. Die Innenschale folgt — wo sie sich deutlich aufzeigen läßt (Textfig. 24, 27 u. Taf. 6 Fig. 1) — in mehr oder minder vollkommenem Maße dem Rückzug des Plasmakörpers; sie wird teilweise faltig, was sich im Schnitt dann in stellenweiser Verbreiterung kundgibt (partieller Schrägschnitt) (Textfig. 27). Doch konnte ich in anderen Fällen beobachten, daß sie nur unvollkommen mit der Verkleinerung des Plasmakörpers Schritt hält (Textfig. 24). Ein Anzeichen für eine Verstärkung der Schale im Trockenstadium konnte ich nie bemerken, bei der Innenschale so wenig wie bei der Außenschale.

Wir kommen nun zum Plasmakörper. Die Bilder, die sich, vor

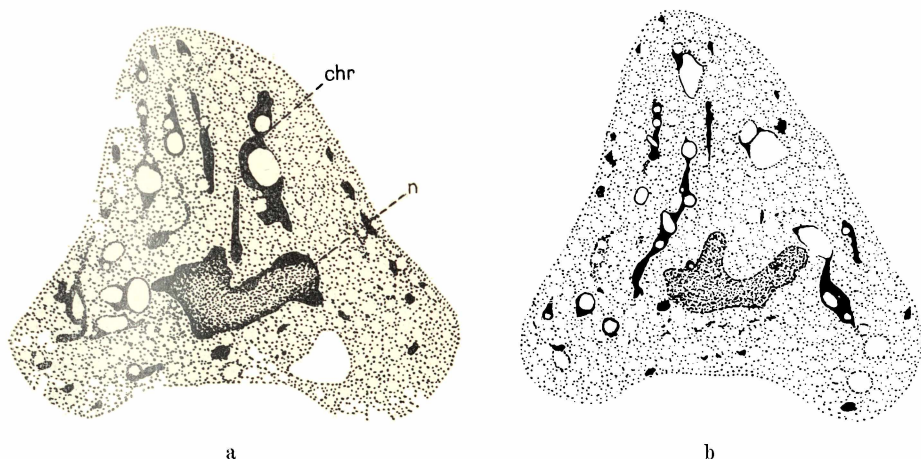
allem nach Färbung mit Eisenhämatoxylin hier boten, schienen zunächst völlig rätselhaft. Unregelmäßige schwarze Flecken verschiedener Größe und Gestalt sind über das Ganze verteilt, das war der erste Eindruck (Textfig. 24). Alsdann erwies es sich, daß immer in der Mitte eine besonders große dunkle Partie sich zeigte. Es konnte mit Bestimmtheit festgestellt werden, daß es sich hier um den Kern handelte. Dieser Körper fehlt im Trockenstadium niemals; er liegt zentral wie der Normalkern, dem er auch der Größe nach wohl entsprechen kann; und endlich sind Übergangsstadien aus dem Trockenkern in den Normalkern nachweisbar (s. unter e).

Dieser Trockenkern ist nicht mehr kugelförmig. Es ist unregelmäßig gestaltet und hat an Volumen verloren. Besonders häufig findet sich eine etwas in die Länge gestreckte, gebogene oder eingeknickte Form (Textfig. 25—27); er kann aber auch rundlicher bleiben (Textfig. 24 u. Taf. 6 Fig. 1). Auch dann zeigt sein Umriß stets Unregelmäßigkeiten. Es handelt sich hier um Vorgänge, wie sie ähnlich beim schrumpfenden Apfel eintreten: durch Wasserverlust wird das Volumen geringer, daher die Oberfläche faltig. Hand in Hand damit geht eine Verdichtung des Kerninhalts, die sich darin zeigt, daß der Kern im Trockenstadium ganz gleichmäßig und lückenlos von färbbarer Substanz erfüllt ist. In dieser sind keinerlei Differenzierungen, vor allem keine Nucleolen nachzuweisen. In seinem Verhalten gegen Farbstoffe zeigt der Kern jetzt einen charakteristischen Unterschied gegen den Normalkern: er nimmt Eisenhämatoxylin begierig an und hält es beim Differenzieren ziemlich lange fest (Textfig. 24, 25). Im Normalkern färbte ja, wie wir sahen, Hämatoxylin nur die Nucleolen. In Methylgrün-Säurefuchsin (Taf. 6 Fig. 1) erscheint der Kern in einem intensiveren Rot als das umgebende Plasma und seiner Struktur nach homogen. Auch hier sind keine Nucleolen nachweisbar. Es zeigt sich hier wie beim Normalstadium, daß Methylgrün bei *Cystidina* keinen Kernfarbstoff darstellt. Für Protozoen gilt das ja häufig.

Auszuschließen ist der Verdacht, es könnten infolge mangelhaften Differenzierens die Nucleolen übersehen worden sein. Man betrachte Textfig. 24—26; diese Abbildungen stellen vier mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN behandelte Schnitte durch Trockenstadien dar; die Intensität der Färbung ist bei jedem dieser Schnitte eine andere; Textfig. 24 zeigt den Kern als gleichmäßig schwarze Masse; Textfig. 25, 26 lassen erkennen, in welcher Weise das Ausdifferenzieren des Hämatoxylins allmählich vor sich geht: zuerst verschwindet der Farbstoff im Innern des Kerns, während die



peripheren, der Membran anliegenden Zonen ihn etwas länger festhalten. Das Centrum des Kerns erscheint dann rot durch die allein zurückgebliebene Gegenfärbung, Säurefuchsin; daß letzteres den Kern ebenfalls tingiert, sahen wir ja bereits (vgl. Taf. 6 Fig. 1). Gegen die Membran zu geht dies Rot allmählich in den dunkleren Farbton des Hämatoxylin über; mit dem Säurefuchsin zusammen ergibt sich ein etwa bräunlicher Farbton. Schließlich liegt in Textfig. 26 b, die derselben Serie wie Textfig. 26 a entnommen ist



Textfig. 26. *Cystidina arcuata*. Trockenstadium. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Fuchsin-S. a) weniger, b) stärker ausdifferenziert. Punktiert = rot. LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

und einen Schnitt darstellt, der etwas dünner als die benachbarten geraten ist, der Fall vor, daß im Kern das Hämatoxylin völlig ausdifferenziert ist und homogen rot erscheint. Auf keiner der besprochenen Stufen läßt sich auch nur die geringste Andeutung eines Vorhandenseins von Nucleolen feststellen.

An analogen Beobachtungen könnte man das Folgende anführen:

Auf Seite 183 seiner „Faune Rhizopodique“ an ganz unauffälliger Stelle gelegentlich einer Polemik gegen Beobachtungen FRANCÉ'S, finden wir folgenden Satz PENARD'S: „FRANCÉ y (d. h. bei *Pseudochlamys patella*) indique un nucléole, régulièrement hexagonal, mais il y a sans doute une erreur qui peut être proviendrait de ce que FRANCÉ aurait examiné des animaux à peine sortis de l'état de desiccation pendant lequel les noyaux chez les rhizopodes se ratatinent et prennent des contours plus ou moins

anguleux<sup>1)</sup>“. Es scheint hieraus hervorzugehen, daß auch PENARD schon ähnliche Beobachtungen gemacht hat wie die eben von mir beschriebenen. Leider geht er an keiner Stelle näher darauf ein und nennt auch die Arten nicht, bei denen er diese Kernveränderungen feststellen konnte; denn daß solche nicht bei den Rhizopoden überhaupt („chez les rhizopodes“ schreibt PENARD) die Regel sind, geht aus dem von mir früher (Teil IV c) Gesagten hervor.

Für das Dichterwerden der Struktur des Kerns könnte man allenfalls ein Analogon finden in den Angaben, die ENRIQUES (1912) für das Verhalten des Macronucleus des Ciliaten *Stylonichia pustulata* im Hungerzustand macht. (Seite 427: „Das Chromatin . . . besitzt im gut ernährten Tier eine körnelige Struktur: die Körner sind mit dünnen Fäden vereinigt; also eine netzartige Struktur. Im Hunger wird es kompakt . . .“).

Einige meist botanische Beispiele von teilweiser oder völliger Auflösung der Nucleolen hat A. MEYER (1918) zusammengestellt. Solche erfolgt danach einmal in Kernen, die in der Folge degenerieren (Laubblätter im Herbst; Zellen der sich differenzierenden Gefäße, der Wurzelhaube usw.); sodann in Zellen, in denen allgemeiner Mangel an Reservestoffen herrscht, z. B. verdunkelte Laubblätter. Diesem letzten Fall entspricht der des Trockenkerns von *Cystidina* insofern, als beide Male durch plötzlich auftretende ungünstige Außenumstände das Plasma überrascht und durch sie an der Nahrungsaufnahme — bzw. Assimilation — verhindert wird. Jedenfalls sprechen die Beobachtungen am Trockenkern von *Cystidina* eher für als gegen die Ansicht A. MEYER's, daß die Nucleolen „Reservestoffante“ darstellen. — Eine Verkleinerung des dort einzigen Nucleolus gibt BĚLAŘ (1921) auch für das Kapselstadium (vgl. Teil IV c) von *Rhogostoma* an, welches diese Art beim Altern der Agarkulturen oder auch bei Austrocknung bildet.

Die Chromidien zeigen sich auch im Trockenzustand mehr oder minder deutlich in Zusammenhang mit den Chromidialvakuolen. Diese letzteren sind in sehr wechselnder Anzahl vorhanden, die Extreme stellen Textfig. 24, 25 dar, die eine dem Plasmakörper von Vakuolen sehr erfüllt zeigend, die andere einen Schnitt wiedergebend, in dem Vakuolen gar nicht getroffen sind. Ich konnte mich überzeugen, daß auch in solchen Fällen man stets auf den Nachbarschnitten einige Vakuolen antrifft, daß sie also niemals gänzlich fehlen. Ob Zahl und Größe der Vakuolen beim Eintrocknen des

<sup>1)</sup> Von mir gesperrt.

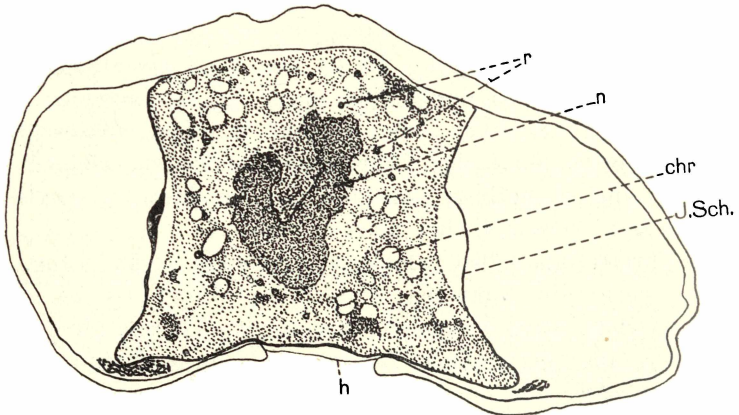
Tiers abnehmen, läßt sich bei der Variabilität dieser Gebilde auch bei Individuen, die nicht im Trockenzustand sich befinden (Textfig. 21, 22, 31, 32) schwer beurteilen. Ein Tier, das in das Schutzstadium überzugehen genötigt wurde zu einem Zeitpunkt, an dem es nur wenige einzeln liegende, kleine Chromidialvakuolen besaß (wie z. B. Textfig. 22), wird auch weiterhin nur wenige zeigen (Textfig. 24); bei einem anderen, welches mehr und größere solcher Vakuolen besaß, bleiben diese ebenfalls erhalten, und wir erhalten dann Bilder wie Textfig. 25, 26 sie bieten. Es ist dies wohl die einfachste Annahme, die ein Vergleich der Textfig. 21, 22, 31, 32 einerseits, 24—28 andererseits ergeben kann. Sie braucht ja nicht auszuschließen, daß doch eine Abnahme der Vakuolenzahl zuweilen erfolgen kann, was dann eine so geringe Anzahl dieser Gebilde, wie Textfig. 24 oder 28 zeigen, verständlicher machen würde.

Das Chromidium selbst erleidet eine gewisse Veränderung. Man sieht es noch die Vakuolen umkleiden; öfters ist es strangförmig zwischen zwei Vakuolen ausgezogen (Textfig. 25, 26), eine Gestaltung, aus der schon ZÜTZER bei den Chromidien von *Diffugia urceolata* auf deren zähflüssigen Zustand geschlossen hat. Zuweilen entstehen so langgestreckte Gebilde, von denen man freilich nicht immer feststellen kann, daß sie von einer Vakuole zur anderen verlaufen (Textfig. 26, 28). In anderen Fällen sind Reihen kleinerer Gebilde, die aus dieser mit Hämatoxylin stark färbbaren Substanz bestehen, zu verfolgen (Textfig. 24, 25). Nicht selten kann man konstatieren, daß diese Reihen oder Stränge die Neigung haben, in Richtung gegen den Kern hin zu verlaufen (Textfig. 24—26, 28), woraus man aber einen Schluß auf eine direkte Beziehung zum Kern zu ziehen selbstverständlich nicht berechtigt ist.

In bezug auf die rundlichen Reservekörnchen langten die Beobachtungen zum Ziehen sicherer Schlüsse über ihre Zu- oder Abnahme im Trockenzustand nicht zu, da die mit Pikrinessigsäure fixierten Präparate nicht zum Studium dieser Einschlüsse zu verwenden waren und unter denjenigen Objekten, bei welchen Sublimatalkohol angewandt worden war, ein großer Teil der mit Eisenhämatoxylin gefärbten wegfiel (vgl. den methodischen Teil und S. 388).

Die Schalenöffnung wird im Trockenzustand durch ein sehr feines Häutchen verschlossen (es ist noch dünner als die Innenschale) (Textfig. 24, 27, 33). Nicht stets ist es mit Sicherheit zu erkennen, öfters aber doch recht deutlich. Möglicherweise stellt die auf Textfig. 21 zu bemerkende mit Eisenhämatoxylin stark geschwärzte Stelle vor der Schalenöffnung das Bildungsplasma dieses Häutchens

dar. Mitunter verschließt ein Detrituspfropf die äußere Schalenöffnung (Textfig. 25, 31, 32). Dieser liegt dann vermutlich dem Verschlüßhäutchen außen an, in ähnlicher Weise wie es beim Kapselstadium der Euglyphiden der Fall zu sein pflegt (vgl. Textfig. 4, 6); vor allem Textfig. 31 macht diese Deutung sehr wahrscheinlich: hier sieht man diesen Detrituspfropf entlang einer leicht nach außen



Textfig. 27. *Cystidina arcula*. Trockenstadium. Schale z. T. ergänzt und nicht im einzelnen ausgeführt. SCHAUDINN'sche Lösung. Methylgrün-Säurefuchsin. Schnittdicke  $2\frac{1}{2}$   $\mu$ . Deutlichkeit der Innenschale etwas übertrieben. ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

gebogenen regelmäßigen Linie abschließen. Ohne das Vorhandensein eines Häutchens an dieser Stelle ist eine so scharfe Abgrenzung kaum zu verstehen.

Das Trockenstadium der *Cystidina* ähnelt in mancher Beziehung dem Kapselstadium der Euglyphiden; die Ausscheidung eines Häutchens, welches die Schalenöffnung verschließt, die Volumenverringerung des Plasmakörpers durch Wasseraustritt kommen beiden Zuständen gleicherweise zu. Diesen Gemeinsamkeiten stehen indes auch Unterschiede gegenüber. Der eine betrifft den Kern, der bei den Euglyphiden stets kugelig bleibt, während er bei *Cystidina* zu einem unregelmäßigen Gebilde zusammenschrumpft; der andere betrifft die Bedingungen, unter denen diese Schutzstadien gebildet werden; die der Euglyphiden kann man auch in feuchtem Moose und Waldboden häufig finden, das der *Cystidina* dagegen nach meinen Beobachtungen niemals.

Letzteres dem Kapselstadium ohne weiteres gleichzusetzen, wird man daher Bedenken tragen müssen.

### c) Reorganisation bei Wiederaufeuchten.

Zur Methodik. Die Wiederaufeuchtung des trockenen Mulms wurde bei Zimmertemperatur vorgenommen. Zum Anfeuchten wurde Aquariumwasser, destilliertes Wasser, Leitungswasser, verwandt: auch wurde einmal eine weithalsige Flasche mit dem ausgetrockneten Muhl in toto dem Regen ausgesetzt. Alle diese Versuche hatten den gewünschten Erfolg. -- Aquariumwasser wurde anfangs durch Kochen sterilisiert, doch späterhin diese Vorsicht als offenbar unnötig fallen gelassen. Lediglich überzeugte ich mich, daß wirklich keine Thekamöben im Wasser sich befanden.

Ein völlig mißlungener Versuch kam mir überhaupt nicht vor, so wechselnd auch die Zahl der leeren Schalen sein mochte; d. h. die sogleich zu schildernde Wiederaufquellung ließ sich in jeder Befeuchtungsprobe wenigstens bei einigen wenigen Exemplaren nachweisen. Es wurde so lange Wasser zugegeben, bis der Muhl sich schwammartig vollgesogen hatte, wobei nicht selten durch Zerkleinern größerer Brocken usw. nachgeholfen wurde, um eine möglichst gleichmäßige Durchfeuchtung zu erreichen. Solche Nachhilfe störte den Verlauf des Quellungsvorganges durchaus nicht. Aus dem befeuchteten Material wurde alsdann, verschieden lange Zeit nach der Wasserzugabe, eine möglichst gleichmäßig durchfeuchtete Probe herausgenommen und fixiert. Im weiteren wurden die schon angegebenen Methoden verwandt.

### Die Vorgänge bei der Reorganisation.

Dreierlei Vorgänge kann man beim Wiederaufleben des Tieres auseinanderhalten:

1. Quellung des Plasmakörpers.
2. Übergang des Kerns und der Chromidien ins Normalstadium.
3. Auflösung des Verschlußhäutchens der äußeren Schalenöffnung.

Ich will sie in dieser Reihenfolge behandeln.

1. Quellung des Plasmakörpers. Dieser Vorgang wird studiert am vorgefärbten Material. Ich bringe am besten ein Versuchsprotokoll.

Material aus Erlenstumpf, geholt am 21. 4. 27; von diesem Zeitpunkt an langsam eingetrocknet. Am 17. 6. 27 Wiederaufeuchtungsversuch mittelst Aquariumwasser. Anfeuchtung so, daß die Humusbröckchen wie ein wassergetränkter Schwamm durchfeuchtet sind, doch noch nicht zerfallen. Befeuchtung 9,32 Uhr morgens.

Fixierungen 9,37 Uhr, 9,47 Uhr, 10,12 Uhr (Pikrinessigsäure, heiß).

Das Material wird nach Fixierung ausgewaschen, vorgefärbt, durch 40proz. in 70proz. Alkohol geführt.

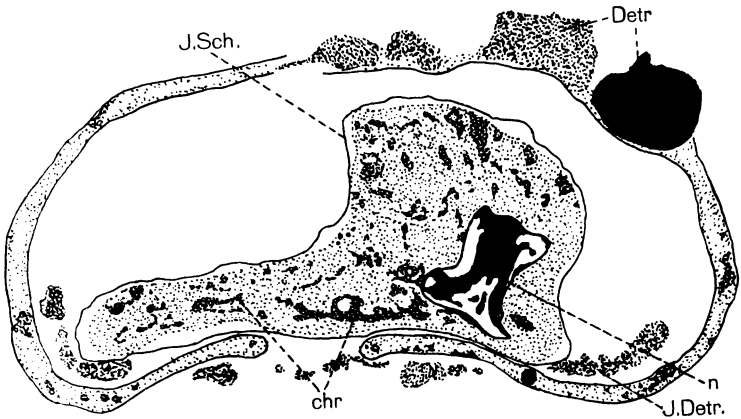
9,37 Uhr: das Plasma erscheint durchweg noch in Gestalt eines Kegelstumpfes (gleich 5 Min. nach Befeuchtung). 9,47 Uhr: Form des Plasmakörpers auch hier noch mehr kegelstumpffartig (10 Min. nach Befeuchtung). 10,12 Uhr: die meisten Schalen, soweit sie nicht leer sind, zeigen einen zur Kugel- bis Eiform abgerundeten Plasmakörper (35 Min. nach Befeuchtung). Etwa 40 Proz. der Schalen plasmaerfüllt.

Zu ähnlichem Resultat führten auch die anderen Versuche, so daß sich die Feststellung ergibt: nach einer halben Stunde etwa ist der Plasmakörper bei Zimmertemperatur zu seiner normalen Gestalt aufgequollen. Natürlich ist die Geschwindigkeit der Quellung nicht völlig gleichmäßig bei allen Individuen.

2. Cytologische Erscheinungen beim Aufquellen. Man kann beim Schneiden solcher wieder aufgequollener Tiere durchweg feststellen, daß sie auch cytologisch wieder zum Normalzustand zurückgekehrt sind. Dies macht sich vor allem bemerkbar am Kern und an den Chromidien. Das einzige Tier mit Pseudopodium, das in einer Schnittserie mir vorliegt, stammt aus einer ausgetrockneten und wieder angefeuchteten Probe. Nach vollständigem Austrocknenlassen einer größeren Menge von Mulm hatte ich diese in den Regen gestellt und 10 Tage danach an dem feuchten Material Fixierungen vorgenommen. Es dürfte dies der beste Beweis dafür sein, daß es sich tatsächlich um ein völliges Wiederaufleben handelt.

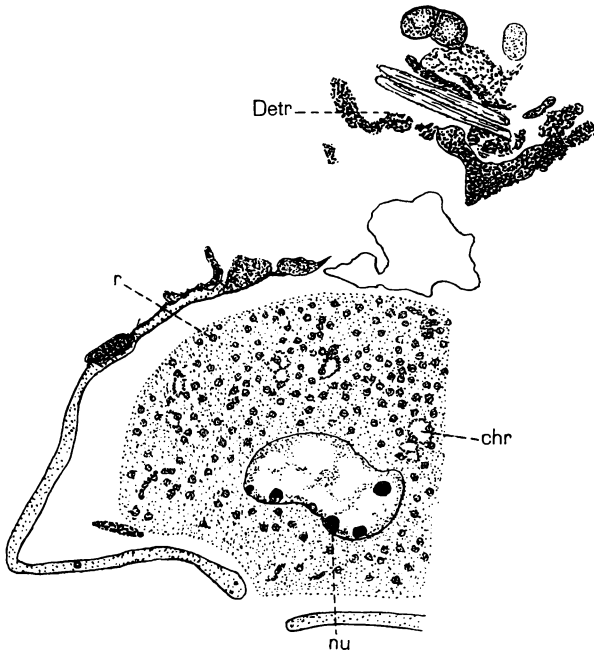
Wie aber kommt dies Wiederaufleben zustande? Auf welche Weise kehrt vor allem der Kern zu seinem Normalstadium zurück? — Es handelt sich hier im wesentlichen ebenfalls um einen Quellungs Vorgang. Textfig. 28 zeigt das erste Stadium dieses Vorgangs. Vom kompakten Inhalt des Kerns beginnt sich die Membran abzuheben. Sie nimmt nun intensiv Farbe an und hebt sich auch in Methylgrün-Säurefuchsin, als rote Linie, sehr schön hervor. Allmählich geht alsdann der Kern wieder zur Kugelform über. Textfig. 29 u. Taf. 6 Fig. 2 zeigen zwei Stadien dieses Vorganges. Textfig. 29 zeigt einen Schnitt durch ein 30 Min., Taf. 6 Fig. 2 durch ein 45 Min. nach Befeuchtung fixiertes Tier. Gleichzeitig wird der Inhalt lockerer, und es treten wieder Nucleolen auf. Als frühesten

Zeitpunkt ihres Wiedererschienenseins fand ich 30 Min. nach der Befeuchtung (Textfig. 29). Wie dieses plötzliche Wiederauftreten



Textfig. 28. *Cystidina arcuata*. Schnitt durch ein 27 Min. nach Wasserzugabe fixiertes Tier. Schale links oben ergänzt. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Schnittdicke  $2\mu$ .

LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.



Textfig. 29. *Cystidina arcuata*. Schnitt durch ein 30 Min. nach Wasserzugabe fixiertes Tier. SCHAUDINN'sche Lösung, HEIDENHAIN. Schnittdicke  $2\mu$ . LEITZ.

Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

zustande kommt, vermag ich so wenig wie ihr Verschwinden zu erklären. Ein Zwischenstadium ihres Auftretens besitze ich nicht. Fixiert man einige Stunden oder Tage nach Befeuchtung, so fehlen sie niemals, obgleich es vorkommt, daß sie sich ein wenig schwächer tingieren als es gewöhnlich der Fall ist (Textfig. 31). Auffällig ist an solchen kürzlich regenerierten Kernen stets ihre lockere Struktur. Sie erscheinen durchweg weniger dicht als das Plasma, im Gegensatz zu den Trockenkernen sowohl als zu den vor oder längere Zeit nach Eintrocknung fixierten. Es ist diese Erscheinung eine Folge der Art und Weise der Regeneration: Abhebung der Membran vom Inhalt, wodurch ein relativ großer, flüssigkeitserfüllter Raum im Kernlumen entsteht (Textfig. 28, 29, 31 u. Taf. 6 Fig. 2).

Einmal gelang es mir, an einem isolierten Kern ein Zwischenstadium der Reorganisation zu Gesicht zu bekommen (Textfig. 30). Die Membran war schon abgerundet und erschien, wie gewöhnlich, ziemlich dick und doppelt konkuriert; die Masse, die den Kern erfüllt, erschien homogen; jedenfalls ließen sich darin auch mit Immersionssystem keine Differenzierungen wie etwa Granula oder Nukleolen feststellen. An mehreren Stellen hatte dieser Inhalt noch mit der Membran Kontakt, füllte aber den von ihr umschlossenen Raum durchaus nicht völlig aus. Er erschien an der Oberfläche leicht höckerig.

Daß der isolierte Kern kugelig erschien (vgl. dagegen Textfig. 28), erklärt sich leicht daraus, daß das umgebende Wasser gegenüber dem kondensierten Kerninhalt ein stark hypotonisches Medium darstellt. Es muß dann (vorausgesetzt, daß die Kernmembran semipermeabel ist) Wasser aus dem umgebenden Medium in das Kernlumen gelangen. Der Druck, den dieses auf osmotischem Wege eingedrungene Wasser von innen her auf die Kernmembran ausübt, hat dann die Abrundung des Kerns zur Kugelgestalt zur Folge.



Textfig. 30. Isolierter Kern, knapp 10 Min. nach Wasserzugabe.

Nach dem Leben.

ZEISS. Oc. 10  $\times$  Öl-

Imm.  $\frac{1}{12}$ .

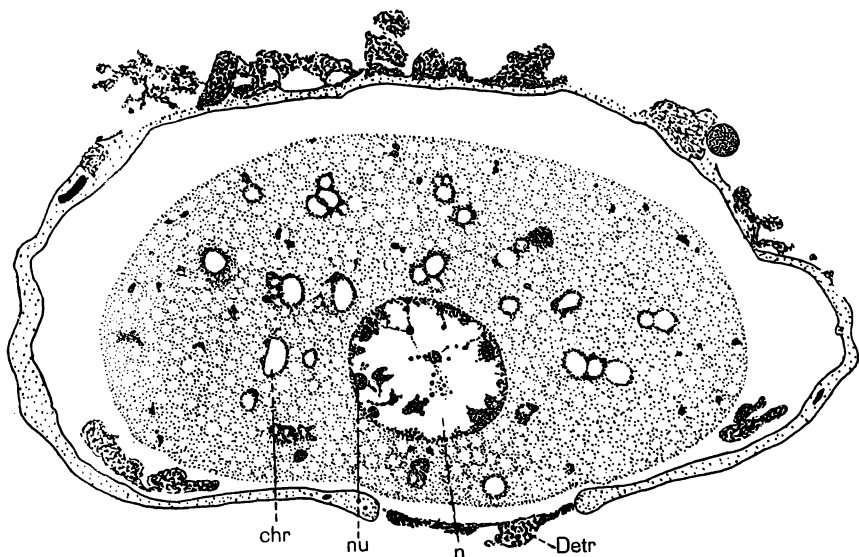
Vergr. 1100:1.

Noch 6 Stunden nach Befeuchtung kann man sehr lockere Kerne antreffen (Textfig. 31). Textfigur 32 (24 Stunden nach Befeuchten fixiert), zeigt aber die Grundsubstanz wieder gleichmäßiger im Kernvolumen verteilt, wie es bei den aus frischem Material stammenden Exemplaren (Textfig. 21, 22) der Fall war; in der Form erscheint dieser Kern allerdings etwas abweichend; auf diese Besonderheit werden wir noch etwas weiter unten eingehen. Schließlich sei dar-



auf hingewiesen, daß Textfig. 23 b den Schnitt durch ein Tier darstellt, das eine Austrocknung durchgemacht hat — wenn auch die Wiederbefeuchtung mehrere (10) Tage zurückliegt. Der Kern läßt auch hier das normale Aussehen erkennen, nur erscheint er oval, was wir ja auf die Erfüllung des Plasmakörpers mit Nahrungspartikeln zurückführten, die den Kern zur Seite drängen.

Bei der Variabilität der Chromidien ist es nicht leicht, Grundzüge für ihr Verhalten bei der Reorganisation zu geben. So-



Textfig. 31. *Cystidina arcuata*. 6 Stunden nach Befeuchtung fixiert. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Schnittdicke 2  $\mu$ . ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

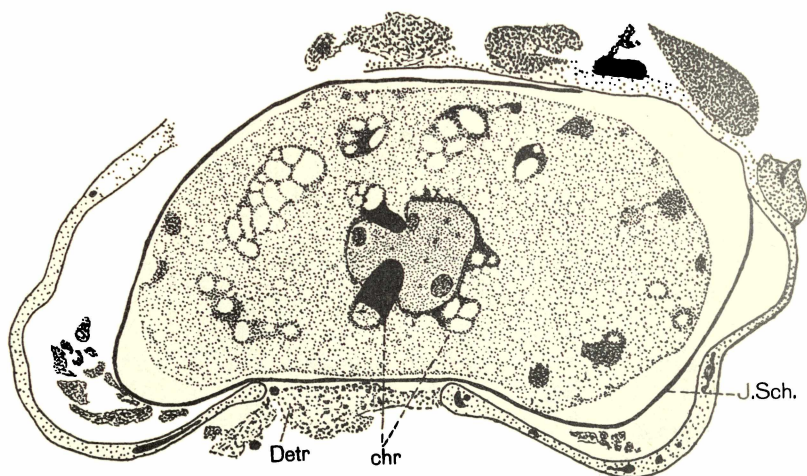
lange der Plasmakörper noch wenig gequollen ist, zeigen sie sich in mehr oder minder langgestreckten Strängen oder kürzeren Bälkchen angeordnet, wie sie für das Trockenstadium als charakteristisch bezeichnet wurden (Textfig. 28). Doch zeigt sich in Textfig. 29, eine halbe Stunde nach Befeuchtung, das Chromidium ganz ähnlich dem in Textfig. 21 dargestellten: gering entwickelt, und ausschließlich um Vakuolen herum angeordnet, also wieder dem Normalzustand entsprechend.

Besonderheiten bietet Textfig. 32. Auch hier ist das Chromidium in erster Linie um Vakuolen herum gelagert; diese liegen größtenteils in Komplexen zusammen. Außerdem aber finden wir Teile des Chromidiums dicht dem Kern angelagert; einmal Chromidialvakuolen, von färbbarer Substanz umschlossen, die einfach der Kernmembran

anliegen; das ist nicht allzu merkwürdig; zum anderen aber bemerkt man zwei, besonders intensiv geschwärzte Klümpchen, welche, die Kernmembran einstülpend, ziemlich weit in den Kern hinein vordringen. — Sie haben Verbindung mit der färbbaren Substanz um die Vakuolen herum. —

Ob diese Erscheinung mit der vorangegangenen Austrocknung in Beziehung steht, ist nach dem einen Fall nicht zu entscheiden.

Der Kern besitzt Nachgiebigkeit gegen Druck (s. S. 386): es kann also mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden: daß die



Textfig. 32. *Cystidina arcuata*. 24 Stunden nach Befeuchten fixiert. Pi-Ess, HEIDENHAIN. Schnittdicke 2  $\mu$ . ZEISS. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1600:1.

beiden schwarzen Klümpchen, welche seine Deformierung veranlassen, eine festere Konsistenz besitzen als er selbst. Da sie in kontinuierlicher Verbindung mit der färbbaren Substanz stehen, welche die Chromidialvakuolen umgibt, wird man sie ebenfalls dem Chromidium zurechnen dürfen.

Welche Bedeutung kommt dieser Erscheinung zu? Ein Anlegen der Chromidien an den Kern ist schon öfters beobachtet, so vor allem im Hungerzustande (ZÜLZER u. a.). Man wird daher in erster Linie an Stoffwechselvorgänge denken, und kann dann die Bedeutung dieser engen Verbindung, die sich in Textfig. 32 zwischen Kern und Chromidien zeigt, in einer Vergrößerung der stoffaustauschenden Oberfläche suchen. Der ganze Bau der Chromidien in seiner typischen Anordnung um Vakuolen herum (welche nach ZÜLZER bei *Diffugia urceolata* ein glykogenartiges Kohlehydrat ent-

halten) weist ja darauf hin, daß sie für den Stoffwechsel wichtig sein dürften.

3. Das Verschlüßhäutchen der Außenschalenöffnung (h) ist an einer ganzen Reihe von Serien noch ziemlich lange Zeit nach Befeuchtung nachweisbar. Noch nach 3 Tagen konnte ich sein Vorhandensein einmal feststellen (Textfig. 33). In Textfig. 31 und, wenngleich etwas weniger ausgesprochen, Textfig. 32, verrät sich seine Anwesenheit durch die scharfe Begrenzung der Detritusansammlung, welche die Öffnung der Außenschale verschließt, an ihrer Innenseite. Es handelt sich hier um Individuen, deren Plasmakörper völlig oder nahezu völlig reorganisiert ist; dieser Vorgang der Reorganisation geht unter starker

Wasseraufnahme und Quellung vor sich. Wasser muß also notwendig eindringen, auch wenn die Außenschalenöffnung mit einer Membran verschlossen ist. Auf welchem



Textfig. 33. *Cystidina arcula*. 3 Tage nach Wiederanfeuchten fixiert. Das Schalenverschlüßhäutchen ist deutlich zu sehen. Plasma usw. weggelassen, da es nichts Besonderes zeigt. Pi-Ess, Methylgrün-Fuchsin-S. Schnittdicke 2  $\mu$ . LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1240:1.

Wege ist das geschehen? Entweder durch die gesamte Schale oder nur durch das Verschlüßhäutchen hindurch. Letztere Möglichkeit hat mehr für sich, da das Verschlüßhäutchen bedeutend dünner ist. Dieses muß also für Wasser permeabel sein; ob der Durchtritt in flüssiger oder Dampfform erfolgt, soll unerörtert bleiben.

Solange dies Häutchen vorgefunden wird, kann das betreffende Tier kein Pseudopodium ausgestreckt haben; wir müssen also schließen, daß dies bei *Cystidina* oft längere Zeit nicht vorkommt.

In welcher Weise schließlich die Beseitigung dieser Membran zustande kommt, ob hierbei etwa das Pseudopodium eine Rolle spielt, vermag ich nicht zu entscheiden.

Das Vorhandensein des geschilderten Trockenstadiums bei *Cystidina* ist wieder ein Zeichen dafür, daß der Zustand, in dem diese Form gewöhnlich angetroffen wird, nicht bereits ein Schutzstadium darstellt, das etwa dem Kapselstadium der Euglyphiden entspräche; eine Reihe von Argumenten gegen diese letztere Ansicht habe ich ja bereits auf Seite 385 angeführt; wer sie dennoch verfechten will, muß zu der Annahme greifen, daß hier zwei Schutzstadien, ein primäres und ein sekundäres, vorhanden seien; dieses

tritt bei Trockenheit auf, geht bei Befeuchtung wieder in jenes über. Ein solches Verhalten stünde meines Wissens ohne Analogie da.

f) Begründung der Abtrennung von der Gattung *Diffflugia*.

Auf Seite 385 sind die Gründe zusammengestellt, die dazu geführt haben, *Cystidina* nicht als einen Schutzzustand (etwa ein Kapselstadium) einer *Diffflugia* aufzufassen, sondern als eine auch normal von zwei Hüllen — einer inneren hyalinen, farblosen und einer äußeren einer Diffflugienschale ähnlichen — umgebene Form. Ein weiteres Argument für diese Ansicht ist soeben hinzugefügt worden.

Es kann deshalb die Art nicht bei der Gattung *Diffflugia* gelassen werden, sondern muß einem neu aufzustellenden Genus zugeteilt werden. Ich bringe dafür den Namen *Cystidina* in Vorschlag, um das cystenartige Aussehen des Tieres zu bezeichnen.

*Cystidina* gehört in die Reihe der Thekamöben mit doppelter Schale, gemeinsam mit den Gattungen *Diplochlamys* GREEFF und *Frenzelina* PENARD. Die drei Gattungen würden folgendermaßen zu unterscheiden sein:

Die Außenschale erstreckt sich auch auf die Unterseite des Tieres, wo sie nur eine kleine Schalenöffnung frei läßt; die Innenschale ist also völlig von der Außenschale umschlossen

*Cystidina* nov. gen. mit *C. arcula* LEIDY.

Die Außenschale erstreckt sich nicht auf die Unterseite; der rundliche bis nierenförmige Plasmakörper, von der hyalinen Innenschale umgeben, füllt sie nur zum Teil aus

*Frenzelina* PEN. mit *F. reniformis* PEN.

Die Außenschale erstreckt sich nicht auf die Unterseite; der Plasmakörper füllt sie fast ganz aus; wahrscheinlich ist die Innenschale an der Außenschale festgewachsen (GREEFF)

*Diplochlamys* GREEFF mit 5 Arten (PENARD 1909).

Für *Parmulina* PEN. läßt PENARD die Frage nach der Existenz einer Innenschale offen; die bei gesunden Tieren langgestreckte Schalenöffnung (PENARD 1909) wird aber nach ihm von der Außenschale umgeben. Als fünfte Gattung kann man noch, wenn man will, *Pseudochlamys* anreihen, deren Oberseite von einer strukturierten Schale, deren Unterseite von einem feinen hyalinen Häutchen gebildet wird.

### Zusammenfassung.

1. Es wird die Thekamöbenfauna der Böden aus der Umgebung Leipzigs, vor allem der Auwälder behandelt, und eine Liste von 21 Arten mitgeteilt.

2. Deren ökologische Verbreitung ergibt, daß Feuchtigkeit und Gehalt des Bodens an organischer Substanz diejenigen Bedingungen sind, die auf die Art der Besiedlung des Bodens den größten Einfluß haben.

3. In Moosrasen (*Hypnum cupressiforme*), die den größten Teil des Jahres trocken liegen, kommen Thekamöben, vor allem *Corythion dubium* und *Assulina semilunum*, in oft ziemlich großer Menge vor.

4. Die Thekamöbenfauna des Waldbodens zeigt Verwandtschaft mit der der Torfmoose.

5. Im Trockenzustand finden sich *Trinema*, *Euglyph*a, *Assulina* und *Corythion* nicht encystiert, sondern sie scheiden lediglich ein Häutchen nach außen zu ab. Dieses Stadium wurde als „Kapselstadium“ bezeichnet. Hierbei verliert das Plasma in verschieden hohem, aber für die Art jeweils charakteristischem Grade an Volumen. Ein ähnliches Stadium bildet auch *Cystidina*. Siehe unter 8.

6. *Nebela* und *Heleopera* sowie *Hyalosphenia* dagegen bilden unter gleichen Umständen echte Cysten.

7. Es wird sodann *Diffugia arcula* LEIDY besonders studiert. Es ergibt sich die Notwendigkeit, die Art als *Cystidina* nov. gen. von der Gattung *Diffugia* abzutrennen, da sie außer der äußeren Schale auch noch eine farblose und hyaline, nachgiebige innere Hülle besitzt.

8. *Cystidina arcula* vermag Austrocknung zu überstehen. Hierbei schrumpft ihr Plasma auf etwa die Hälfte seines Volumens zusammen und es entsteht dann die Gestalt eines Kegelstumpfs.

9. Der Kern wird zu einem lappigen Gebilde. Seine Struktur wird dicht und homogen. Nucleolen sind darin nicht mehr nachzuweisen.

10. Die Öffnung der Außenschale wird durch ein feines Häutchen verschlossen.

11. Nach Befeuchtung geht das Tier wieder zum Normalstadium über.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. MEISENHEIMER, meinen Dank abzustatten sowohl dafür, daß er mich auf diese interessante Tiergruppe hinwies, als für das rege Interesse, mit dem er das Zustandekommen dieser Arbeit in

all ihren Stadien verfolgte. Für mannigfache Hilfe mit Rat und Tat schulde ich auch Herrn Dr. A. WETZEL Dank. Herrn MÖNKE-MEYER, Inspektor des Botanischen Gartens zu Leipzig, verdanke ich die Bestimmung einiger Moose.

## VII. Literaturverzeichnis.

- AWERINZEW, S. (1906): Die Süßwasserrhizopoden (Russ. mit deutschem Resumée). Travaux de la Société Imp. des Nat., St. Petersburg Vol. 36 livre 2 Zool. et Phys.
- (1906): Rhizopodenstudien. Ann. de Biol. lac. 1.
- (1907): Über einige Süßwasserprotozoen der Bäreninsel. Zool. Anz. 31.
- (1907): Über die Süßwasserprotozoen der Insel Waigatsch. Zool. Anz. 31.
- (1907): Struktur und chemische Zusammensetzung der Gehäuse der Süßwasserrhizopoden Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
- (1907): Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserrhizopoden. Ibid. Bd. 8.
- BĚLAŘ, KARL (1921): Untersuchungen über Thekamöben der Chlamydomorphs-Gruppe Arch. f. Protistenk. Bd. 43.
- (1926): Der Formwechsel der Protistenkerne. Ergebn. u. Fortschr. d. Zool. Bd. 6.
- (1928): Untersuchung der Protozoen. Methodik d. wissenschaftl. Biol. herausg. von PETERFI Bd. 1.
- CASH, J. u. HOPKINSON, H. (1905 u. 1910): The British fresh water rhizopoda and heliozoa 2 Bde. London.
- CIENKOWSKI, L. (1876): Über einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. mikr. Anat. Bd. 12.
- DIEM, C. (1901/02): Untersuchungen über die Bodenfauna in den Alpen. Jahrb. Nat. Ges. St. Gallen.
- DOFLEIN, FRANZ (1916): Pyxidicula operculata. Agardh. Zool. Jahrb. Bd. 39 Abt. Anatomie.
- DOGIEL, W. (1926): Gegenwärtiger Zustand der Frage über die Bodenprotozoen. Nachr. d. Staatl. Inst. d. Versuchsagr. Bd. 4 Nr. 3 (Russ. daher unberücksichtigt).
- EFFMOFF, W. (1922): Erfrieren und Unterkühlen der Protozoen. Arch. d. Russ. Prot. Ges. Bd. 1 (Russ. daher unberücksichtigt).
- EHRENBERG, CHR. (1854): Microgeologie. Sowie die anderen Arbeiten EHRENBERG's, zit. b. HEINIS 1910.
- ENRIQUES, P. (1912): Il dualismo nucleare negli infusori e il suo significato morfologico e funzionale. II. Die Nahrung und die Struktur des Macronucleus. Arch. f. Protistenk. Bd. 26.
- FERMOR, XENIA (1913): Einige neue Befunde aus der Entwicklungsgeschichte von Arcella vulgaris. Arch. f. Protistenk. Bd. 31.
- FRANCÉ, R. H. (1921): Das Edaphon, 2. Aufl. München.
- GOETTE, A. (1916): Über den Lebenszyklus von Diffugia lobostoma. Arch. f. Protistenk. Bd. 37.
- GOLDSCHMIDT, R. (1904): Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.

- GOLDSCHMIDT, R. u. POPOFF, M. (1907): Die Karyokinese der Protozoen und der Chromidialapparat der Protozoen- und Metazoenzelle. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
- GREEFF, R. (1866): Über in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. II.
- (1888): Studien an Protozoen: Landprotozoen. Sitz.-Ber. d. Ges. f. d. ges. Naturw. Nr. 3. Marburg.
- GROSSE-ALLERMANN, W. (1908): Studien an *Amoeba terricola*. Arch. f. Protistenk. Bd. 17.
- HARNISCH, OTTO (1925): Studien zur Ökologie und Tiergeographie der Moore. Zool. Jahrb. Bd. 51 Abt. Syst.
- HARTMANN, MAX (1913): Rhizopoda, im Handw. d. Naturw.
- HEINIS, FRITZ (1910): Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden der Umgebung von Basel mit Berücksichtigung der übrigen Schweiz. Arch. f. Hydrobiologie Bd. 5.
- (1921): Über die Microfauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen. Festschr. f. ZSCHOKKE Nr. 6.
- HERTWIG, R. u. LESSER, E. (1874): Untersuchungen über Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 10 Suppl.
- IVANIC, M. (1928): Kannibalismus bei Erdamöben. Zool. Anz. Bd. 74.
- JOLLOS, VIKTOR (1924): Über Erbllichkeit und Variabilität bei Arcellen. Arch. f. Protistenk. Bd. 49.
- KLITZKE, M. (1913): Über *Nebela collaris*. Arch. f. Protistenk. Bd. 31.
- LEIDY, J. (1879): Fresh water Rhizopods of North America.
- LEINER, MICHAEL (1924): Das Glykogen in *Pelomyxa palustris* mit Beiträgen zur Kenntnis des Tieres. Arch. f. Protistenk. Bd. 47.
- MARKUS, E. (1928): Zur Ökologie und Physiologie der Tardigraden. Zool. Jahrb. (Allg. Zool.) 44.
- MATTES, O. (1924): Über Lebensweise, Morphologie und Physiologie von *Amoeba sphaeronucleolus* und *Amoeba terricola*. Arch. f. Protistenk. Bd. 47.
- (1928): Kannibalismus bei Erdamöben. Zool. Anz. Bd. 76.
- MAYER, P. (1920): Zoomicrotechnik. Berlin.
- MEYER, A. (1904): Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. Botan. Ztg. Bd. 62.
- (1918): Die biologische Bedeutung der Nucleolen. Zool. Anz. Bd. 49.
- PATEFF, PAUL (1925): Über Fortpflanzungserscheinungen bei *Diffugia mammillaris* und *Clypeolina marginata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 55.
- PENARD, E. (1890): Études sur les Rhizopodes d'eau douce. Mémoires de la Soc. Phys. de Genève. T. 31 H. 2.
- (1902): Faune rhizopodique du bassin du Leman, Genève.
- (1905): Sarcodinés, in Catalogue des invertébrés de la Suisse.
- (1908): Sur quelques Rhizopodes des mousses. Arch. f. Protistenk. Bd. 17.
- (1910): Rhizopodes nouveaux, Revue Suisse de Zool. Vol. 18.
- (1912): Notes sur quelques Sarcodinés. Ibid. Vol. 20.
- POPOFF, M. (1912): Über die geschlechtliche Fortpflanzung der *Euglypha alveolata*, Duj. Arch. f. Protistenk. Bd. 25.
- REUKAUF, R. (1912): Zur Encystierung von *Euglypha alveolata*. Zool. Anz. Bd. 39.
- RHUMBLER, W.: Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden I—V. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 52, 57, 61.

- SANDON, H. (1927): The Composition and Distribution of the Protozoan Fauna of the Soil. Edinburgh u. London.
- SCHIRCH, PAUL: Beitrag zur Kenntnis des Lebenszyklus von *Arcella vulgaris* EHRBG. u. *Pelomyxa palustris* GREEFF. Arch. f. Protistenk. Bd. 33.
- SCHMID, GÜNTHER (1927): Zur Ökologie der Luftalgen. Ber. d. deutsch. Botan. Ges. Bd. 45 H. 8.
- SCHMIDT, HANS (1913): Faunistisch-entwicklungsgeschichtliche Studien an Sarcodinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 29.
- (1926): Untersuchungen an Rhizopoden aus Buchenhöhlen. Verhandl. d. Naturf. Vereins d. Rheinld. Bd. 82.
- SCHULZE, F. E. (1874): Rhizopodenstudien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 10.
- SCHOUTEDEN, H. (1906): Les Rhizopodes testacés d'eau douce, d'après la monographie du Prof. AWERINZEW. Ann. de biol. lacustre T. 1 H. 3.
- STEINECKE (1913): Die beschalteten Wurzelfüßler des Zehlaubruches. Schriften f. phys. ökon. Ges. Königsberg Jahrg. 54.
- STRASSBURGER-KOERNICKE: Das botanische Praktikum 7. Aufl. Jena 1923.
- TARANEK, K. J. (1882): Monographie der Nebeliden Böhmens. Abhandl. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wissenschaften.
- WAKSMAN, SELMAN A. (1927): Methoden der microbiologischen Bodenforschung. ABDERHALDEN's Handb. d. biol. Arbeitsmeth. Lief. 220, aus Abt. XI Teil 3. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen.
- (1927): Principles of soil microbiology. London.
- WOLFF, MAX (1909): Der Einfluß der Bewässerung auf die Fauna der Ackerkrume mit besonderer Berücksichtigung der Bodenprotozoen. Mitt. d. Kaiser-Wilh. Inst. f. Landw. Bromberg Bd. 1 H. 4.
- (1912): Über Bodenprotozoen. Zentralbl. f. Bakt. u. Parasit. Ab. II Bd. 33.
- ZÜLZER, MARGARETE (1904): Beiträge zur Kenntnis von *Diffugia urceolata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.

## Tafelerklärung.

### Tafel 6.

Fig. 1. *Cystidina arcula*. Trockenstadium. SCHAUDINN, Methylgrün = Fuchsin-S. Schnittdicke  $2\frac{1}{2} \mu$ . Die Außenschale ergänzt (linke Seite) und vereinfacht. Innenschale etwas übertrieben deutlich. Die roten runden Einschlüsse des Plasmas treten nur in dieser Serie auf; daher vermag ich sie nicht zu deuten. LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1550:1.

Fig. 2. *Cystidina arcula*. 45 min. nach Befeuchten fixiert. SCHAUDINN, Methylenblau nach Unna. Schnittdicke  $3 \mu$ . LEITZ. Comp. Oc. 12. Apochr. Imm. 2 mm. Vergr. 1550:1.