

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.)

**Über Lebensweise, Morphologie und Physiologie
von *Amoeba sphaeronucleolus* GREEFF
und *Amoeba terricola* GREEFF.**

Von
Otto Mattes.

(Hierzu Tafel 17 u. 18 und 10 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Einleitung	387
B. Untersuchungsweise	388
C. Biologie	391
Vorkommen	391
Lebensweise	394
D. Morphologie	397
Äußere Gestalt	397
Plasma	398
Kern	400
E. Physiologie	402
Bewegung	402
Ernährung	404
Exkretion	407
F. Fortpflanzung	408
Literaturverzeichnis	410
Tafelerklärung	411

A. Einleitung.

Die hier behandelten, gewöhnlich als Erdamöben bezeichneten Arten *Amoeba sphaeronucleolus* und *Amoeba terricola* sind 1866 von GREEFF [7] beschrieben und benannt worden. In späteren Veröffentlichungen beschrieb GREEFF [8—11] noch weitere vier Erdamöben, darunter auch mehrkernige Formen. Weitere ausführliche Arbeiten über Erdamöben sind von PENARD [22, 23] und GROSSE-ALLERMANN [12] erschienen.

Wie schon GROSSE-ALLERMANN näher ausführt, sind in der Literatur auch verschiedentlich Erdamöben unter dem Namen *Amoeba verrucosa* EHRENB. aufgeführt worden, z. B. von LEIDY (Fresh-Water Rhizopods of North America 1879). Von GLÄSER [4] ist 1912 die Teilung einer im Wasser lebenden Amöbe, die er als *Amoeba verrucosa* EHRBG. bezeichnet, beschrieben worden. Dieselbe Form hat wohl auch in RHUMBLER'S [27] *Amoeba verrucosa* vorgelegen. Die hier untersuchte *Amoeba sphaeronucleolus* GREEFF (Fig. 1) besitzt eine große Ähnlichkeit mit der *Amoeba verrucosa* von GLÄSER und RHUMBLER sowohl in der äußeren Gestalt als auch in der Art der Bewegung und Nahrungsaufnahme. *A. sphaeronucleolus* ist jedoch eine typische Moosamöbe, die im Gegensatz zu *A. verrucosa* bei längerem Aufenthalt im Wasser zugrunde geht und auch sonst z. B. im Kernbau kleine Unterschiede aufweist. Ich glaube daher, daß die von GREEFF und PENARD beschriebene und hier untersuchte *A. sphaeronucleolus* zwar nahe verwandt mit der *A. verrucosa* von RHUMBLER und GLÄSER, aber nicht identisch ist.

Die sechs von GREEFF und PENARD aufgestellten Arten von Erdamöben, *A. terricola*, *A. sphaeronucleolus*, *A. papyracea*, *A. similis*, *A. alba* und *A. fibrillosa* hält GROSSE-ALLERMANN für verschiedene Erscheinungsformen einer Art. Ob es sich bei den vier letzten Arten nur um Übergangsstadien handelt, konnte ich nicht feststellen, da sich derartige Formen nur ganz vereinzelt in meinem Untersuchungsmaterial vorfanden. Aber *A. terricola* und *A. sphaeronucleolus* glaube ich nach meinen Untersuchungen für zwei verschiedene Arten halten zu müssen, die trotz der wohl durch die gleiche Lebensweise bedingten Ähnlichkeiten bestimmte Charaktere aufweisen. Der im folgenden näher ausgeführten Beschreibung der beiden Formen seien kurz die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale vorausgeschickt.

A. sphaeronucleolus (Fig. 1) besitzt eine Durchschnittsgröße von 75 μ . Ihr Ectoplasma besitzt nicht eine solche Zähigkeit wie

das von *A. terricola*. Die Granulationen des farblosen Entoplasmas sind sehr fein, so daß die Amöbe äußerst durchsichtig ist. Der gewöhnlich kugelige Kern besitzt eine sehr dünne Membran und einen großen, zentralen Binnenkörper. Die einzelnen Nahrungskörper bleiben meist getrennt und im Entoplasma verteilt. Bei der Verdauung tritt keine Färbung der Nahrungskörper ein wie bei *Amoeba terricola*. Die sich bildenden Assimilationsprodukte gehen sofort bei ihrer Entstehung ins Plasma über. Im Wasser vermag *A. sphaeronucleolus* länger zu leben als *A. terricola*. Ihr Vorkommen ist seltener als das von *A. terricola*.

A. terricola (Fig. 4) wird bedeutend größer als *A. sphaeronucleolus*. Ihre Durchschnittsgröße beträgt 110 μ . Jedoch ist eine Größe von 200 μ und darüber nicht selten. Das Ectoplasma besitzt eine sehr zähe Konsistenz. Die Granulationen des Entoplasmas sind ziemlich groß und lassen daher dieses undurchsichtiger als bei *A. sphaeronucleolus* erscheinen, so daß die Einschlüsse wie z. B. der Kern erst bei einem gewissen Deckglasdruck sichtbar werden. Der Kern ist oval und besitzt eine sehr derbe Kernmembran, an die sich im Innern eine Schicht von Chromatinballen anschließt. Das Innere ist von Kernflüssigkeit erfüllt. Die Nahrungskörper befinden sich in meist größeren Ballen zusammen und nehmen während der Verdauung eine auffallend gelbe bis dunkelbraune Färbung an. Die Assimilationsprodukte verteilen sich nicht gleich bei ihrer Entstehung im Plasma, sondern finden sich zunächst innerhalb der Nahrungsvakuolen in großen Tropfen. Im Wasser geht *A. terricola* früher zugrunde als *A. sphaeronucleolus*. Parasiten gegenüber zeigte sich *A. terricola* bedeutend widerstandsfähiger als *A. sphaeronucleolus*.

Besonders bei der Verfolgung der Kernveränderungen der beiden Amöben konnten unter anderen Beobachtungen allgemeinerer Bedeutung auch eine im Kern und später drei im Plasma parasitierende Chytridineen ziemlich eingehend untersucht werden (siehe II. Teil), die zum Teil irrtümliche Angaben über die Fortpflanzung von *A. terricola* veranlaßt haben.

B. Untersuchungsweise.

Materialgewinnung.

Die Moosamöben sind in ihrer Lebensweise an die Verhältnisse im Moosrasen weitgehend angepaßt, daß sie außerhalb desselben durch die anormalen Verhältnisse so beeinflußt werden, daß Fort-

pflanzungsvorgänge unterbleiben, auch die vegetativen Verrichtungen bald nachlassen und die Tiere verhältnismäßig schnell absterben.

Da die Beobachtung der Amöben an ihrem natürlichen Aufenthaltsort im Moosrasen für genauere Untersuchungen nicht in Frage kommt, so ist es wichtig, durch eine geeignete Methode die Amöben möglichst zahlreich an eine zur Untersuchung geeignete Stelle zu bringen, die auch ermöglicht, die Amöben möglichst lange zur Beobachtung am Leben zu erhalten. GREEFF und PENARD haben zu diesem Zwecke Moosaufgüsse hergestellt und die Amöben dem Bodensatz der Aufgüsse entnommen. GROSSE-ALLERMANN benutzte eine besondere Spülvorrichtung, mit deren Hilfe er bei einer Ernte im günstigsten Falle bis zu 200 Amöben gewann.

Solche Auswaschungen wurden bei den vorliegenden Untersuchungen auch zunächst angewandt, aber bald durch eine andere Methode, die erlaubte, kleinere Mengen beliebig oft ohne Zeitverlust dem Moos zu entnehmen, ersetzt. Eine Pipette mit nicht zu enger Öffnung (etwa 1,5—2 mm) wird voll Wasser gesogen, die Spitze der Pipette in den Moosrasen eingesenkt. Durch Zusammenpressen des Gummihutes und sofortiges Wiedernachlassen wird das Wasser in den Moosrasen gespritzt und sofort wieder aufgesaugt. Am besten wiederholt man dieses verschiedene Male an derselben Stelle. Bei dem Ansaugen werden neben vielen anderen Organismen und Detritus auch die Amöben mitgerissen. Der Inhalt der Pipette wird jedesmal in ein Uhrschälchen übertragen. Die mittelgroßen und großen Amöben lassen sich schon bei 16facher Lupenvergrößerung wahrnehmen, am leichtesten unmittelbar nach der Übertragung, solange sie noch nicht in die fließende Form übergegangen sind.

Da die dem Moose entnommenen Amöben nicht leicht von kleinen Sandkörnchen zu unterscheiden sind, so ist es beim Sammeln der Amöben eine große Erleichterung, wenn man Moos benutzt, welches nicht auf sandigem Boden, möglichst überhaupt nicht auf Erde gewachsen ist. Zur Entnahme größerer Mengen von Material wurde daher meist Moos benutzt, welches auf einem mit Teerpappe belegten Dach eines alten Holzschuppens sich angesiedelt hatte.

Untersuchung des lebenden Objekts.

Die Untersuchungen wurden in erster Linie am lebenden Objekt gemacht, was bei der Durchsichtigkeit der untersuchten Arten gut möglich ist. Auf dem Objektträger können die Amöben, ohne Schaden zu leiden, mit einem Deckglas ziemlich stark gepreßt werden.

Die kleineren Formen sind meist so elastisch, daß ein Zerdrücken auch bei Anwendung von Gewalt kaum gelingt. Bei wichtigen Objekten wurde nach der Beobachtung vorsichtig das Deckglas entfernt, die einzelnen Tiere auf je einen Objektträger in einen flachen Wassertropfen zusammen mit einigen Algen (meist *Ulothrix*-Fäden) gebracht und in einer feuchten Kammer aufbewahrt. Täglich wurden diese Objekte ein oder mehrere Male untersucht und gezeichnet. Auf diese Weise konnten morphologische Veränderungen, wie Kernveränderungen und vor allem der Entwicklungsverlauf der Kern- und Plasmoparasiten (siehe II. Teil), innerhalb eines Tieres verfolgt werden.

Vitalfärbung.

Die Beobachtung der Bewegungserscheinungen, besonders auch der durch die zähe Außenschicht bedingten Invaginationsvorgänge bei Nahrungsaufnahme, Defäkation usw., läßt sich erleichtern durch Vitalfärbung mit stark verdünnter wässriger Methylenblaulösung, wie sie zuerst von GREEFF angewandt wurde.

Als Hilfsmittel beim Studium der Verdauungsvorgänge wurde neben Bismarckbraun und Auramin besonders Neutralrot verwandt, welches bei Stoffwechselfvorgängen auftretende Übergangsprodukte im lebenden Tiere färbt. Kern und Plasma nimmt dabei keine Farbe an, nur wenn die Tiere abzusterben beginnen.

Totalpräparate.

Zur Bestätigung der Beobachtungen am lebenden Objekt wurden zahlreiche Total- und Schnittpräparate hergestellt.

Zur Konservierung zeigte sich Sublimatalkohol (1 Teil konz. wässer. Sublimatlösung + 2 Teile Alkohol abs., 50–60° C) mit oder ohne Zusatz von Eisessig geeignet, was auch GLÄSER und GROSSE-ALLERMANN für Pelliculaamöben fanden. Mit osmiumsäurehaltigen Konservierungsmitteln wurden keine so günstigen Färbungsergebnisse erzielt, auch treten leicht Deformationen der charakteristischen äußeren Gestalt und Plasmaschrumpfung ein.

Zur Färbung der Totalpräparate wurde meist Boraxkarmin verwandt, da bei dieser Färbung (im Gegensatz zu Pikrokarmin-, Alaunkarmin- und DELAFIELD'scher Hämatoxylinfärbung) das Plasma sehr wenig Farbe annimmt und der Kern dadurch besonders deutlich hervortritt. (Färbungszeit 24 Stunden.) Mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN erreicht man auch sehr gute Kernbilder, wenn man das Plasma bei der Differenzierung wieder vollkommen entfärbt (Beize

1 Stunde, Farbe 24 Stunden). Bei DELAFIELD'scher Hämatoxylinfärbung ließen sich vielfach junge Kernparasitenstadien besonders gut von dem Binnenkörper des Amöbenkernes unterscheiden. Zur Nachfärbung des Plasmas wurde bei Boraxkarminfärbung Methylenblau oder Lichtgrün angewandt. Besonders deutlich lassen sich durch diese Doppelfärbungen auch die sonst schwer sichtbaren jungen Stadien der Kernparasiten unterscheiden. Während der Binnenkörper des Kernes rein rot gefärbt bleibt, nimmt der Pilz eine Mischfarbe durch Speicherung der Anilinfarbe an.

Schnittpräparate.

Bei der Herstellung von Schnittpräparaten wurden auf die oben beschriebene Weise etwa 1000—1200 Amöben in eine Uhrschale gebracht, mit heißem Sublimatalkohol übergossen. Durch vorsichtiges Bewegen der Schale erreicht man, daß die Amöben in der Mitte der Schale zu Boden sinken, wodurch das seitliche Absaugen und Zusetzen der einzelnen Flüssigkeiten ohne Materialverlust ermöglicht wird. Zur Einbettung wurde eine zweite Uhrschale etwa bis zur Hälfte mit flüssigem Paraffin angefüllt. Nach dessen Erkalten wurde eine kleine etwa 5 mm tiefe trichterförmige Vertiefung eingeschnitten und in diese die in Xylol sich befindenden Amöben mit einer Pipette übertragen. Nach dem Niedersinken der Amöben wurde das überschüssige Xylol abgesaugt und dann das Paraffin zum Schmelzen gebracht. Auf diese Weise blieben die Amöben auf der engbegrenzten Stelle zusammen und ließen sich auch ungefärbt im erkalteten Paraffin wiederfinden. Zur Schnittfärbung wurden hauptsächlich HEIDENHAIN'sches Hämatoxylin und Eosin verwandt.

Derartige Schnittpräparate zeigten besonders gut das Verhalten der chromatischen Körnchen im Plasma der Kernparasiten (s. II. Teil).

C. Biologie.

Vorkommen.

Um über die örtliche Verbreitung Genaueres festzustellen, wurden zahlreiche Moosproben von verschiedenen Gegenden ¹⁾ besonders West-

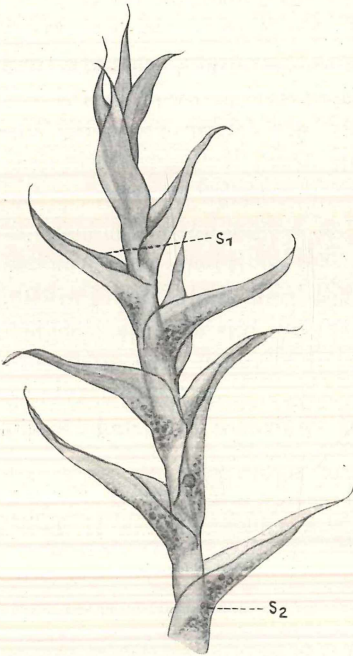
¹⁾ In der Umgegend von Cassel, Marburg, Gießen, am Rhein an verschiedenen Stellen zwischen Koblenz und Mainz, an zahlreichen Stellen zwischen Nahe und Mosel, zwischen Frankfurt a. M. und Fulda, und in der Umgebung von Berlin.

deutschlands auf das Vorkommen von Moosamöben untersucht. An fast allen Stellen, die genauer untersucht werden konnten, fanden sich unter der Moosfauna *A. terricola* und *A. sphaeronucleolus* meist beide Arten nebeneinander. *A. terricola* schien im allgemeinen verbreiteter, *A. sphaeronucleolus* etwas seltener, aber an Zahl der Individuen der *A. terricola* meist überlegen zu sein. Bisweilen fand sich unter dem Material *A. papyracea* GREEFF und an nassen Standorten *A. vespertilio*. Nur ganz vereinzelt wurden vielkernige Erdamöben angetroffen.

Bei diesen Feststellungen zeigte es sich, daß das Vorkommen der Moosamöben nicht an bestimmte Pflanzenarten oder Moosarten gebunden ist, höchstens insofern, als die betreffenden Arten bestimmte Standorte bevorzugen.

Fast immer sind sie in Moosen anzutreffen, die an schattigen, nicht zu nassen Stellen Überzüge über Steine, Mauern, Dächer und ähnlichem bilden, während man in Moosen, die auf gewöhnlichem Waldboden ihren Standort haben, vielfach vergeblich nach ihnen sucht. Eine fast nie versagende Fundstelle bilden auf älteren schattigen Friedhöfen die oft ganz unscheinbaren Moosansiedlungen auf Grabsteinen, Mauern usw.

Das an derartigen Stellen sehr häufige Laubmoos *Ceratodon purpureus* scheint besonders günstige Lebensbedingungen zu bieten, da in den von ihm gebildeten Rasen häufig eine auffallend große Anzahl von Amöben zu beobachten war. Aus diesem Grunde wurde diese Moosart dazu benutzt, um festzustellen, an welcher Stelle im Moosrasen die Amöben sich hauptsäch-

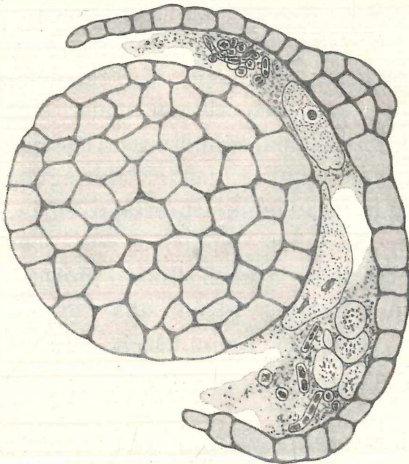


Textfig. I.

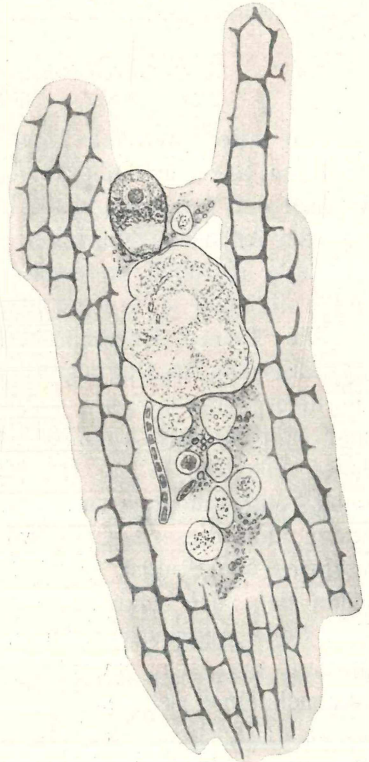
lich aufhalten und inwiefern die Verhältnisse im Moosrasen es ermöglichen, daß Organismen wie Amöben trotz der oft und auch ganz plötzlich eintretenden Trockenperioden an den Moospflanzen selbst leben. Früher glaubte man, wie schon die Bezeichnung „Erdamöben“ zeigt, daß die feuchte Erde, ja sogar trockener Sand, vor allem der Aufenthaltsort sei. GROSSE-ALLERMANN jedoch erwähnt

schon, daß sich die Amöben meist auf den Moospflanzen selbst aufhalten, konnte auch in einem Falle eine an einem Moosblatte haftende Amöbe beobachten und abbilden. Derartige Beobachtungen gelingen jedoch sehr selten, da zwischen den unregelmäßigen Zellgrenzen der verhältnismäßig undurchsichtigen Moospflanzen die zarten Konturen der Amöben nicht hervortreten, während Foraminiferen, besonders *Arcella*, infolge der bestimmten Gestalt und Färbung der Schale leicht zu erkennen sind.

Die *Arcella*-Schalen lenkten auch die Aufmerksamkeit auf die Wasserbehälter, die durch die Verwachsung von Blatt und Stengel zustande kommen (Textfig. I). Die große Bedeutung dieser Einrichtung der Moospflanze für die Amöben ergibt sich aus einigen Beobachtungen. In feuchter Luft und genügender Bodenfeuchtigkeit stehen die Blätter vom Stengel ab, und in den von Blatt und Stengel gebildeten Behältern sammelt sich Tau und Regenwasser. Bei Trockenheit krümmen sich die Blätter aufwärts und legen sich an den Stengel an, wodurch die Verdunstung der eingeschlossenen Feuchtigkeits-



Textfig. II.



Textfig. III.

mengen herabgesetzt wird. Schon bei der lebenden Pflanze kann man in frischem grünen Zustand an diesen Stellen eine dunkel durch die Zellen durchschimmernde Ansammlung von Detritus

erkennen (Textfig. I). Um Genaueres über die Zusammensetzung dieser Ansammlungen zu erfahren, wurden kleine Stücke des Moosrasens eingebettet und Schnitte davon hergestellt. Diese ließen erkennen, daß der Inhalt der Feuchtigkeitsbehälter neben Schmutz, zahlreichen Algen (darunter sehr häufig *Ulothrix*) Rotatorien u. a., auch die Amöben enthält (Textfig. II u. III). Während Nematoden, zum Teil auch Rotatorien, Foraminiferen, z. B. *Euglypha*- und *Diffugia*-Arten, mehr an den unteren nicht mehr assimilierenden Teilen der Moospflanzen auf dem Boden zu finden sind, scheint *Arcella*, *A. terricola* und besonders *A. sphaeronucleolus* mehr die oberen noch grünen Teile der Moospflanzen zu bevorzugen. Vielleicht deshalb, weil diese Teile dem Licht zugänglich sind und daher zahlreiche Algen beherbergen, die einen beträchtlichen Teil der Amöbennahrung ausmachen.

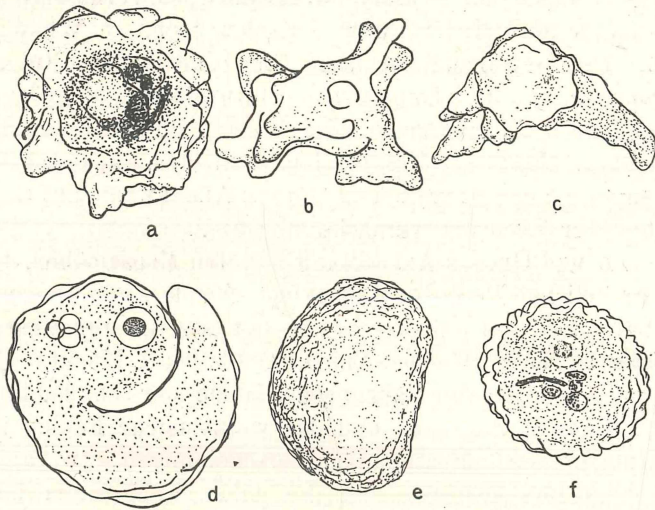
Lebensweise.

Wie alle typischen Vertreter der Dachrinnen- und Moosfauna vermögen auch die Moosamöben den schnell und oft eintretenden Wechsel der äußeren physikalischen Bedingungen zu ertragen. Infolge der Anpassungsfähigkeit des Ectoplasmas vermögen sie sowohl in Wasser als auch in feuchter Luft eine gewisse Zeit zu leben und auch vollkommene Trockenheit ohne Encystierung zu überdauern.

Die äußere Erscheinungsform ist den wechselnden äußeren physikalischen Bedingungen entsprechend eine sehr verschiedene. Die dem feuchten Moos entnommenen Amöben zeigen meist eine mehr oder weniger kugelige Gestalt mit vielen zähflüssigen Pseudopodien (Textfig. IV a). Da hierbei nur eine „rollende“ Bewegung (siehe S. 403) möglich ist, ohne Anhaften an eine Unterlage, so befanden sich diese Amöben vor der Entnahme wohl an den oben beschriebenen Stellen, in den Blattachsen. Neben diesen Formen finden sich auch solche, die deutlich erkennen lassen, daß sie mit einer Seite angeheftet waren. Die Teile des Ectoplasmas, die an die Luft grenzten, erwecken dann infolge der Erhärtung oft den Eindruck einer Schale.

In vollkommen ausgetrocknetem Moose findet man die „Trockenformen“ der Amöben nicht leicht. Weicht man das verdorrte Moos langsam in Wasser auf, so besitzen die Amöben, die man darin findet, schon bewegliche Pseudopodien. Um die Amöben möglichst schnell entnehmen zu können, wurde trockenes Moos ganz kurz in Wasserdampf gehalten, und dann wurden mit der Pipette, wie oben

beschrieben, die Amöben angesaugt und auf einen Objektträger gebracht. Geschieht dies genügend schnell, so besitzen die meisten Amöben noch das für den Trockenzustand charakteristische Aussehen. Da sie einem unscheinbaren, bräunlichen Sandkörnchen sehr ähnlich sehen, sind sie zunächst sehr schwer zu erkennen (Textfig. IV e). Preßt man sie etwas durch Deckglasdruck, so zeigt sich, daß sie elastisch sind und keine Cystenmembran vorhanden ist, sondern daß das Ectoplasma nur an der Außenschicht erhärtet ist. In verhältnismäßig kurzer Zeit verflüssigt sich diese wieder unter dem Einfluß



Textfig. IV.

des Wassers, die zuerst ziemlich undurchsichtige runzelige Oberfläche wird wellig und durchsichtig, so daß man die beginnende Körnchenströmung des Entoplasmas, das von einem deutlichen Ectoplasmasaum umhüllt ist, wahrnehmen kann (Fig. 3). Nach etwa 10 Minuten zeigt das Tier bereits ganz normales Aussehen. Die kontraktile Vakuole ist während des eingetrockneten Zustandes nicht vorhanden und tritt meist erst etwa 45 Minuten oder 1 Stunde nach der Anfeuchtung wieder auf. Cysten, wie sie von Wasseramöben bekannt sind, sind von keinem Autor bisher mit Sicherheit beobachtet worden. Möglicherweise ersetzt diese Art der Eintrocknung die sonst verbreitete Art, eine Cystenmembran auszuschleiden.

Versuche, auf dem Objektträger vollkommen eingetrocknete Amöben durch Anfeuchten wieder zum Leben zu erwecken, gelangen nicht, wenn die Amöben durch die Adhäsion der Glasfläche an der

Abkuglung (und dadurch an der für die Verdichtung der Außenschicht nötigen Oberflächenverminderung) verhindert wurden. Waren jedoch Schmutzteilchen, Algen usw. zwischen Amöbe und Glasfläche, so trat bei genügend langsamer Verdunstung Abkuglung ein, und bei späterem Anfeuchten zeigten die Tiere wieder normale Pseudopodienbildung. Hiernach erklären sich wohl auch die verschiedenen Resultate PENARD's und GROSSE-ALLERMANN's bei ähnlichen Versuchen.

Befinden sich die Moosamöben längere Zeit vollkommen in Wasser, wie es nach anhaltendem Regen der Fall sein kann, oder wenn man sie in einer Schale mit Wasser aufbewahrt, so verflüssigt sich das Ectoplasma, so daß sie in ihrem Aussehen mehr an Wasseramöben erinnern. Die Bewegung ist dann eine „fließende“. In größeren Wassermengen, z. B. in Tümpeln oder Kulturgläsern, vermögen weder *A. terricola* noch *A. sphaeronucleolus* dauernd zu leben, letztere Art jedoch länger. Es hängt dies wohl u. a. mit dem Sauerstoffbedürfnis zusammen, wie auch PENARD und GROSSE-ALLERMANN auf Grund der Resultate ihrer Züchtungsversuche vermuten.

PENARD und GROSSE-ALLERMANN konnten Moosamöben, trotzdem sie den natürlichen Verhältnissen entsprechende Anordnungen trafen, zwar längere Zeit am Leben erhalten (PENARD im günstigsten Falle *A. terricola* 92 Tage, GROSSE-ALLERMANN etwa 1 Monat), aber das allmähliche Aufhören von Nahrungsaufnahme, der sehr bald sinkende Widerstand gegen Parasiten und das vollkommene Fehlen jeglicher Beobachtungen von Fortpflanzungserscheinungen, worauf beide Autoren besonders achteten und die daher wohl kaum übersehen wurden, zeigen, daß die Moosamöben sich nicht mehr dauernd an das Wasserleben anpassen lassen. Andere Züchtungsversuche, wie sie bei anderen Amöben mit künstlichen Nährböden durchgeführt wurden, führten bisher zu keinem Erfolg.

Die Absterbeerscheinungen, wie sie bei längere Zeit im Wasser lebenden Amöben schließlich eintreten, sind schon früher beschrieben worden und zum Teil sind solche Formen mit Cysten verwechselt worden. Das Ectoplasma quillt infolge Wasseraufnahme sehr stark, nimmt vollkommene Kugelform an und läßt im Innern das Entoplasma mit seinen Einschlüssen erkennen. Schließlich platzt die hautähnliche Pellicula und der flüssige Inhalt entleert sich.

Schon GROSSE-ALLERMANN beobachtete, daß die günstigsten Temperaturen für die Lebensentfaltung von *A. terricola* zwischen 10° und 18° C liegen, daß die Amöben bei höheren Temperaturen bald absterben, während sie tiefere Temperaturen sehr gut ertragen können.

Während einiger Kälteperioden im Winter 1921/22 wurden einige Beobachtungen an im Freien lebenden Tieren, besonders *A. sphaeronucleolus*, gemacht. Gefrorene Stücke des Moosrasens, die eine Temperatur von -10° C aufwiesen bei einer Lufttemperatur von -14° C, wurden bei Zimmertemperatur aufgetaut. Die dann sofort entnommenen Amöben befanden sich sämtlich in Kältestarre. Sie waren abgekugelt und mit sehr zahlreichen, kleinen, warzigen Pseudopodien bedeckt (Textfig. IV f). Eine kontraktile Vakuole war zunächst nicht vorhanden. Nach etwa 30 Minuten begannen erst die Plasmaströmungen im Innern, und nach weiteren 30 Minuten zeigten die Tiere normale Pseudopodienbildung. Die kontraktile Vakuole trat erst nach $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden auf.

Im allgemeinen ließen die Tiere äußerlich keine Schädigungen infolge der Kälte erkennen. Nur zeigten sich am Binnenkörper fast aller Kerne von *A. sphaeronucleolus* eine auffallende Körnerbildung, die sonst auch ganz vereinzelt beobachtet wurde, aber wohl mit der Kälte in Zusammenhang stand. Daß die tiefe Temperatur schädlichen Einfluß auf den Organismus, besonders auch auf den Kern, ausübte, zeigte sich auch deutlich darin, daß nach solchen Kälteperioden die Zahl der von Kernparasiten befallenen Amöben (*A. sphaeronucleolus*) auffallend hoch war (vgl. II. Teil).

Amöben, die in einem Wassertropfen auf einem Objektträger der Kälte ausgesetzt wurden, zeigten nach dem Auftauen keine Lebenserscheinungen mehr.

Im allgemeinen zeigen *A. sphaeronucleolus* und *A. terricola* in ihrer Lebensweise sehr ähnliches Verhalten. Nach der zäheren Beschaffenheit des Ectoplasmas bei *A. terricola* scheint es, daß diese Art noch mehr an das Landleben angepaßt ist als *A. sphaeronucleolus*, die auch in Aufgüssen meist länger am Leben zu erhalten ist.

D. Morphologie.

Äußere Gestalt.

Da die Gestalt der Moosamöben noch mehr als bei den Wasseramöben je nach Art der äußeren Bedingungen wechselt, so ist diese zur Bestimmung einer Art kaum geeignet. Im allgemeinen läßt sich jedoch in der Größe, der zäheren Konsistenz des Ectoplasmas, der Größe der Granulationen im Entoplasma und auch in der Größe

und Farbe der Verdauungsvakuolen ein Unterschied erkennen. Aber vielfach weisen *A. sphaeronucleolus* und *A. terricola* auch in diesen Punkten so große Übereinstimmung auf, daß dann nur noch der Kernbau das einzige Unterscheidungsmerkmal darstellt.

Die Angaben früherer Autoren über die Größe von *A. terricola* und *A. sphaeronucleolus* weichen zum Teil sehr voneinander ab. GREEFF gibt für *A. terricola* 350—400 μ , PENARD 77—121 μ , GROSSE-ALLERMANN 90—200 μ an, und für *A. sphaeronucleolus* 60—70 μ für die Durchschnittsgröße an. Wenn auch die Größe je nach dem Fundort eine wechselnde ist, so scheinen doch die GREEFF'schen Angaben zu hoch zu sein. Die größte von mir beobachtete *A. terricola* besaß bei leichtem Deckglasdruck eine Größe von $160 \times 300 \mu$, und der Kern eine Größe von 45—50 μ . Im Durchschnitt zeigte *A. terricola* einen Durchmesser von 110 μ . *A. sphaeronucleolus* besaß durchschnittlich einen Durchmesser von 60—90 μ (selten bis 160 μ).

Plasma.

Der Bau des Plasmas ist von den früheren Autoren schon eingehend beschrieben worden, so daß hier nur kurz darauf eingegangen werden soll.

Auffallende Unterschiede im Aussehen des Plasmas von *A. terricola* und *A. sphaeronucleolus* sind nicht vorhanden. Im allgemeinen sind jedoch die Granula des Entoplasmas bei letzterer feiner, und daher erscheint das ganze Plasma bei ihr durchsichtiger.

Das Ectoplasma stellt im Leben eine farb- und strukturlose, stark lichtbrechende Flüssigkeit dar, die das Entoplasma in einem besonders bei der Bewegung sehr wechselnden Volumen umgibt. Im Präparat erscheint es schwach getrübt, ohne deutliche Struktur aufzuweisen. Nach außen nimmt es an Dichte zu und besitzt an der Oberfläche eine zähelastische Grenzschicht. Diese „Pellicula“, wie sie von PENARD bezeichnet wird, läßt sich auch im Leben mit Methylenblau nachweisen.

Das Entoplasma besteht aus einer ebenfalls strukturlosen Grundmasse, die sich nicht vom Ectoplasma unterscheidet. In ihr eingeschlossen sind zahlreiche Granula. GREEFF unterschied zwei Arten von Granula, Elementargranula und Glanzgranula. Letztere sind von GROSSE-ALLERMANN und mir leicht nach der Beschreibung GREEFF's wiedererkannt worden. Es sind sehr verschieden große, bei *A. sphaeronucleolus* meist sehr kleine Tröpfchen, die bei mittlerer Einstellung der Mikrometerschraube blaßgrünlich aussehen, bei hoher Einstellung als kleine glänzende Pünktchen erscheinen. Besonders

treten sie bei den Bewegungserscheinungen deutlich hervor. Da es Stoffwechselprodukte sind, so soll auf ihre Entstehung im Kapitel über Verdauung eingegangen werden.

Die Elementargranula beschreibt GREEFF als größere, schwer sichtbare, vakuolenartige Gebilde mit stärker lichtbrechenden Centren. GROSSE-ALLERMANN und ich konnten keine derartigen Elemente mit Sicherheit feststellen. Nur in einigen Fällen konnte ich bei *A. sphaeronucleolus* Vorgänge beobachten, in deren Verlauf Gebilde, die jedoch vielleicht nur äußerliche Ähnlichkeit aufwiesen, auftraten. Ähnliche Vorgänge beschreibt auch NERESHEIMER [20] bei *Amoeba Dofleini*.

Die Vorgänge wurden in sechs Fällen bei *A. sphaeronucleolus* beobachtet. Die betreffenden Tiere fielen durch eine lebhafte Plasmaströmung im Innern ohne merkliche Pseudopodienbildung auf. Die Entleerung der kontraktilen Vakuole fand häufiger als sonst statt. Drei von den Tieren zeigten im Innern keinerlei Nahrungskörper, die drei anderen waren, als sie zur Beobachtung kamen, noch mit der Ausstoßung von Verdauungsresten beschäftigt, so daß sich bei ihnen während der Umwandlung auch keine Nahrungskörper im Plasma befanden, während alle normalen Amöben aus demselben Moosrasen davon erfüllt waren. Im Plasma fielen schon bei schwacher Vergrößerung sehr stark lichtbrechende Pünktchen auf, die sich bei stärkerer Vergrößerung als stärker lichtbrechende Teile kleiner blasser Vacuolen darstellten (Fig. 7—9). Wie die genauere Beobachtung ergab, stammten diese Gebilde aus dem Kern, dessen Membran nur schwach oder gar nicht erkennbar war. Der Binnenkörper war unregelmäßig gestaltet. In seinem Innern und im Außenkern fanden sich dieselben Gebilde wie im Plasma. Ihre Zahl im Kern verminderte sich langsam, während die im Plasma zunahm (Fig. 7 u. 8). In diesem Stadium fiel eine weißliche Trübung des Plasmas auf, und bei Ablendung zeigte sich, daß die Tiere ganz ähnlich wie *Opalina ranarum* opalisierten. Nach 1—2 Stunden nahm die lebhafte Plasmaströmung wieder ab, die Vacuolen verschwanden langsam und das Opalisieren ließ nach. Nach 3—4 Stunden hatten die Amöben wieder normales Aussehen, das Plasma erschien durchsichtiger als gewöhnlich. Die Kontur des Kernes und Binnenkörpers war wieder gut sichtbar, der Binnenkörper jedoch verhältnismäßig schwach lichtbrechend.

Bei *A. Dofleini* zeigt sich nach NERESHEIMER das vorher undurchsichtige und gelbliche Plasma nach der Umwandlung auch auffallend durchsichtig. In seinen Kulturen machten alle Amöben solche Umwandlungsprozesse durch.

Kern.

Vor der Beschreibung weiterer bei *A. sphaeronucleolus* beobachteter Kernveränderungen soll zunächst auf die normalen Kernformen von *A. sphaeronucleolus* und *A. terricola* eingegangen werden.

Der Kern von *A. terricola* ist schon von den früheren Autoren genau beschrieben worden. Seine Durchschnittsgröße beträgt (bei einer durchschnittlichen Größe des Tieres von $110\ \mu$) etwa $18 \times 30\ \mu$. Er besitzt längliche Form. Das Verhältnis des Längen- und Breiten-durchmessers ist dabei ziemlich variabel. Bei der Bewegung wird seine Gestalt durch die Strömung des Plasmas oft vorübergehend deformiert. Nach außen ist der Kern mit einer hyalinen, zähelastischen, meist ziemlich breiten Schicht umgeben, einer im Verhältnis zu *A. sphaeronucleolus* sehr dicken Kernmembran. An deren Innenwandung legt sich eine Schicht von unregelmäßig geformten Chromatinbrocken an (Fig. 4 u. 10—15). Der von diesen umgebene Innenraum ist von einer Flüssigkeit erfüllt, die in älteren Kernen getrübt erscheint. In Präparaten treten diffus verteilte chromatische Körnchen auf (Fig. 13).

Größe, Lichtbrechungsvermögen und besonders die Art der Anordnung der chromatischen Brocken kann sehr wechseln, so daß sehr verschiedene Kernbilder zustande kommen (Fig. 10—18). Häufig finden sich die Chromatinteile nur polar angeordnet, so daß Kern-teilungsstadien vorgetäuscht werden (Fig. 19 u. 20). Infolge der Verschiedenheiten im Kernbau ist es daher schwer, mit Sicherheit einzelne Varietäten und Arten zu unterscheiden, wie GREEFF und PENARD es getan haben. Die Kerne von *A. terricola* und *A. sphaeronucleolus* weisen jedoch meist so erhebliche Unterschiede auf, daß gewöhnlich eine Unterscheidung nicht schwierig ist.

Schon im lebenden Tier läßt sich der Kern von *A. sphaeronucleolus* infolge des durchsichtigen Plasmas leicht erkennen. In den meisten Fällen besitzt er kugelige Gestalt (Fig. 21). Sein Durchmesser schwankt zwischen $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ des Amöbendurchmessers, also im Mittel 10 und $20\ \mu$. Die Kernmembran ist bedeutend feiner als bei *A. terricola*. Im Centrum befindet sich gewöhnlich ein großer, stark lichtbrechender, kugeligter Binnenkörper. Der noch bleibende Raum, der Außenkern, ist im Leben von einer leicht getrühten Flüssigkeit erfüllt. Im Präparat erscheinen statt der leichten Trübung zahlreiche feine chromatische Körnchen (Fig. 22). Der Binnenkörper weist im Durchschnitt einen Durchmesser von $10\ \mu$ auf. Infolge der weichen Konsistenz wird der Kern bei den Plasmaströmungen

vorübergehend deformiert. Außer solchen vorübergehenden Deformationen finden sich nicht selten Kerne, die ständig ovoide Gestalt besitzen. Der Binnenkörper bleibt dabei kugelig und ist mitunter exzentrisch gelagert (Fig. 22 u. 24). Die Streckung ist manchmal so stark bei polarer Anordnung des Chromatins des Außenkernes, daß der Kern eine seitliche Eindellung erfährt (Fig. 23).

Nicht selten finden sich außer einem großen Binnenkörper noch kleinere von ihm getrennte Teile, auch zwei oder mehrere gleich große oder eine größere Anzahl kleiner Teile (Fig. 24—29). Solche Kerne, deren Entstehung wohl auf Störungen während der Kernteilung zurückzuführen sind (siehe S. 409), lassen sich oft leicht, besonders im Leben, mit solchen verwechseln, die von Kernparasiten befallen sind (vgl. II. Teil, Fig. 18, 41, 56).

Bei der bereits erwähnten Körnerbildung, die besonders stark nach Kälteperioden auftrat, scheint es sich um den Ausdruck einer durch Kälte oder sonstige Einflüsse hervorgerufenen Schädigung zu handeln. Mitunter zeigte der Binnenkörper eine Vergrößerung und stärkere Färbbarkeit (Fig. 30). Die Körnchen bildeten sich an der Außenseite des Binnenkörpers und hafteten an diesem fest. Sehr oft rotierte der Binnenkörper langsam mit den anhaftenden Körnchen im Innern des Kernes. Möglicherweise findet diese Rotation auch sonst statt und wurde hier nur durch die sich mitbewegenden Körner sichtbar. Gestalt und Größe der Körnchen war ziemlich verschieden. Oft erweckten sie den Eindruck kleiner Tröpfchen, manchmal besaßen sie kristallähnliche Gestalt (Fig. 30—32). Nach einigen Tagen verschwanden die Körner wieder. Ein Austreten ins Plasma konnte nicht beobachtet werden.

Eine nicht seltene Erscheinung, die wohl mit Stoffwechsellvorgängen in Zusammenhang steht, ist die vorübergehend auftretende Vakuolenbildung innerhalb des Binnenkörpers. PENARD erwähnt schon, daß der Binnenkörper manchmal ringförmiges Aussehen besitzt. Ähnliche Bildungen treten wohl ziemlich allgemein in Zellkernen auf. KORSCHULT [16] beschreibt eine ganz ähnliche Vakuolenbildung bei den Kernen von Spinneneiern.

Zunächst treten im Binnenkörper meist mehrere sehr kleine helle Vakuolen auf, die bald zu einer größeren sich vereinigen (Fig. 33 u. 34). Diese vergrößert sich langsam, bis nach etwa 2 Tagen der Binnenkörper einem dünnen Ringe gleicht, dem optischen Ausdruck eines dünnen Kugelmantels (Fig. 35). Im Innern der Vakuole finden sich oft kleine Teile des Binnenkörpers, die ebenfalls eine Vakuole in ihrem Innern aufweisen (Fig. 35). Nach etwa 1 Tage

nimmt die Vakuole wieder an Größe ab, bis der Binnenkörper schließlich wieder normal erscheint (Fig. 36). Im Präparat weist die Substanz innerhalb der Vakuole keine Struktur auf (Fig. 37).

Andere Vorgänge, die besonders nach lange andauernder Feuchtigkeit beobachtet wurden, führten zum Teil zur vollkommenen Auflösung des Kernes. Der Kern war bei solchen Tieren meist auffallend groß, während der Binnenkörper kleiner und weniger lichtbrechend als gewöhnlich war (Fig. 39). Im Präparat zeigte der Außenkern einen wabigen Bau (Fig. 38). Zum Teil hatte der Binnenkörper pseudopodienähnliche Fortsätze, deren Form beständig wechselte (Fig. 40). In späteren Stadien wurde die Kontur des Binnenkörpers undeutlich, und der Binnenkörper löste sich, offenbar durch Substanzabgabe an Außenkern und Plasma, schließlich ganz auf. Im Plasma traten ziemlich stark lichtbrechende, homogene Tröpfchen auf (Fig. 41). Während einiger Zeit hatte der Kern das Aussehen einer großen Vakuole, ohne eine Struktur im Innern aufzuweisen. Allmählich schwand auch die Kernmembran, und schließlich ließ sich nichts mehr vom Kerne nachweisen. Die Amöben machten dabei im übrigen einen normalen Eindruck. Eine Anzahl solcher Tiere wurde über eine Woche lang beobachtet, ohne daß eine weitere Veränderung eintrat. Trotzdem ist wohl anzunehmen, daß die Tiere unter natürlichen Bedingungen eine weitere Umwandlung durchgemacht hätten. In den Präparaten, die von den kernlosen Tieren hergestellt wurden, zeigte das Plasma eine stärkere Färbbarkeit, aber keine Andeutung von einem Kern.

In diesem Zustande glichen die Amöben ganz den kernlosen „lobosen Zoomoneren“ HAECKEL'S, die wohl auch ähnliche Stadien sonst kernhaltiger Amöben darstellen.

Möglicherweise handelt es sich hier bei der Auflösung des Kernes um ähnliche Vorgänge, wie sie bei einer Reihe von Rhizopoden im Zusammenhang mit der Bildung von Sekundärkernen, bzw. von Gametenkernen beschrieben worden sind.

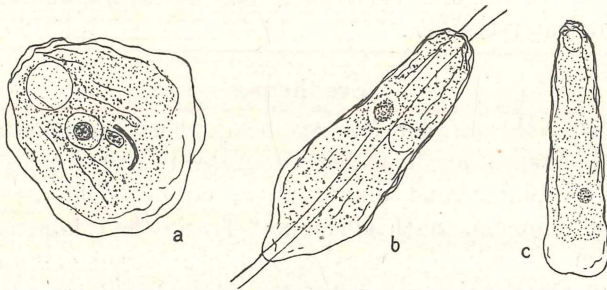
E. Physiologie.

Bewegung.

A. terricola und *A. sphaeronucleolus* zeigen die Bewegungserscheinungen der „rückstromlosen“ Amöben, die RHUMBLER [27, 28] bei *A. verrucosa* genau beschrieben hat. Da jedoch besonders bei *A. terri-*

cola die hautartige äußere Ectoplasmaschicht bedeutend derber ist als bei *A. verrucosa*, so sind die Bewegungserscheinungen bei *A. terricola* zum Teil noch charakteristischer als bei der letzteren.

Daß die von RHUMBLER als „rollende“ bezeichnete Bewegung bei den Moosamöben an ihrem gewöhnlichen Aufenthaltsort sehr häufig in Erscheinung tritt, zeigt sich darin, daß die bei normalen Verhältnissen dem Moosrasen entnommenen Amöben zum großen Teil die für diese Bewegungsart charakteristische Form aufweisen (Textfig. IV a—c). Besonders findet sich wohl diese Art der Bewegung bei den in den Blattachsen auf Schmutzteilen, Algen usw. liegenden Amöben, während die „fließende“ Form bei den an Stengel und Blättern kriechenden und in Wasser befindlichen Amöben zu beobachten ist (Textfig. V).



Textfig. V.

Der Unterschied zwischen „rollender“ und „fließender“ Bewegung ist der, daß bei ersterer die Pseudopodienbildung ohne Anhaften an eine Unterlage stattfindet, während bei der „fließenden“ Form der Bewegung eine innige Berührung mit der Unterlage stattfindet. Daß die Bewegungsformen von den äußeren physikalischen Bedingungen veranlaßt werden, zeigt z. B. das Verhalten bei niederen Temperaturen. Wenn vorher die Amöben „fließende Form“ der Bewegung zeigten, so gingen sie bei Sinken der Temperatur regelmäßig in die andere Form über.

Bei längerem Aufbewahren im Uhrschälchen nehmen die Amöben, die anfangs zähflüssiges Ectoplasma besaßen, unter dem Einfluß des Wassers eine leichtflüssige Konsistenz an.

Die Art der Pseudopodienbildung konnte am besten bei *A. terricola*, die frisch dem Moose entnommen noch zähflüssiges Ectoplasma besaß, beobachtet werden. Die dabei auftretenden Erscheinungen stimmen sehr gut mit den Erklärungsversuchen RHUMBLER's überein, der annimmt, daß die Pseudopodienbildung auf einer Umbildung von

Ento- in Ectoplasma beruht, hervorgerufen durch Änderungen der Oberflächenspannung in den äußeren Schichten des Ectoplasmas. Daß andererseits wieder eine Umbildung von Ecto- in Entoplasma möglich ist, zeigen am besten die Invaginationerscheinungen bei der Nahrungsaufnahme, wobei Teile des Ectoplasmas ins Innere gelangen und langsam „eingeschmolzen“ werden.

Unter den mannigfaltigen Formen, die sich unter den Amöben finden, kann man nicht selten auch eine von RHUMBLER bei *A. verrucosa* beobachtete Schneckenform (Textfig. IV d) antreffen, die dadurch entsteht, daß sich ein Pseudopodium über die Oberfläche der Amöbe schiebt. Nach einiger Zeit läßt die Bewegung des Pseudopodiums nach. Das ins Innere verlagerte Ectoplasma sieht zunächst aus, wie ein weiter unten beschriebener Invaginationskanal bei der Nahrungsaufnahme, und schließlich läßt es sich vom Entoplasma nicht mehr unterscheiden.

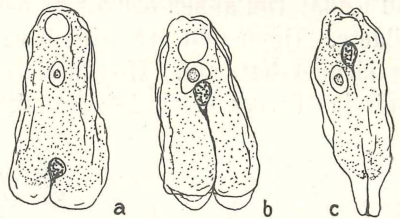
Ernährung.

Zu der Nahrung der Moosamöben gehört ziemlich alles, was sich im Moosrasen an lebenden Organismen und toten, faulenden Bestandteilen findet und eine gewisse Größe nicht überschreitet. Man findet besonders nach einem auf Trockenheit folgenden Regen die Amöben oft mit Nahrungskörpern der verschiedensten Art so erfüllt, daß ein Erkennen der Amöben nicht leicht ist. Häufig sind selbst Nematoden, Rotatorien, Steinchen und auch Amöben unter den aufgenommenen Nahrungskörpern. Die aufgenommenen Amöben, die auch derselben Art mitunter angehörten (Fig. 5), zeigten zunächst noch lebhafte Pseudopodienbildung, kugelten sich dann ab und nach einem Tage machte sich deutlich die bereits eingetretene Verdauung bemerkbar (Fig. 6).

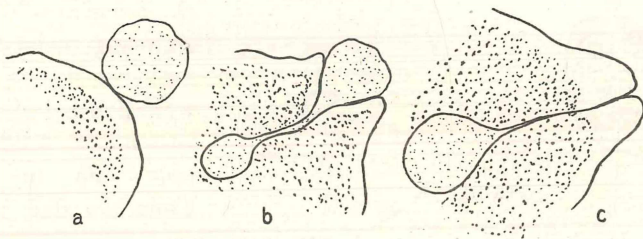
Der Vorgang der Nahrungsaufnahme ist infolge der zähen Außenschicht komplizierter als bei den Amöben ohne Pellicula. Obwohl solche Aufnahmen bei der großen Gefräßigkeit der Amöben sehr häufig stattfinden müssen, so sind sie doch sehr selten zu beobachten, wie auch PENARD und GROSSE-ALLERMANN für *A. terricola* und RHUMBLER für *A. verrucosa* angeben. RHUMBLER glaubt, daß dies mit der starken Belichtung während der Beobachtung zusammenhinge. Da nachts die Feuchtigkeitsverhältnisse für die Moosamöben wohl meist günstiger sind, so ist schon aus diesem Grunde verständlich, daß auch zu dieser Zeit die Nahrungsaufnahme und andere mit Bewegungserscheinungen verbundenen Vorgänge sich abspielen. Bemerkenswert ist, worauf auch RHUMBLER bei *A. verrucosa* hinweist, daß auch bei *A. sphaero-*

nucleolus und *A. terricola* die Ausstoßung der Verdauungsreste sehr häufig auch am Tage zu beobachten ist.

Die Aufnahme während der fließenden Bewegung geht meist ziemlich schnell vonstatten und besteht in einem Umfließen des Nahrungskörpers (Textfig. VI a—c). Es kann jedoch auch, während das Tier selbst ruht oder während der rollenden Bewegung, eine Nahrungsaufnahme stattfinden, durch „Import“, wie RHUMBLER diese Art bezeichnet. Hierbei kann man besonders deutlich die Wirkung der dabei beteiligten Adhäsionskräfte beobachten, wenn man die Aufnahme eines elastischen und eines festen Nahrungskörpers vergleicht. Berührt der Nahrungskörper die Amöbe, so sucht sich die zähe, klebrige Oberfläche der Amöbe an den Nahrungskörper anzulegen. Ist dieser elastisch, so wird er durch die wallartig sich um ihn legende Amöbenoberfläche deformiert und stielartig ins Innere gedrückt. Die Bewegung ins Innere geht nur so lange vor sich, bis die Ränder des Walles sich geschlossen haben, und somit keine Adhäsionskräfte mehr wirksam sind (Textfig. VII a—c). Auf diese

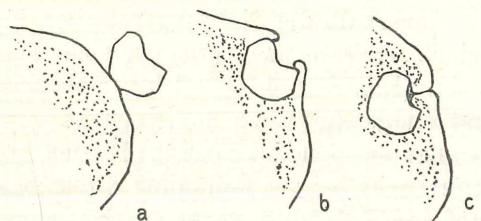


Textfig. VI.



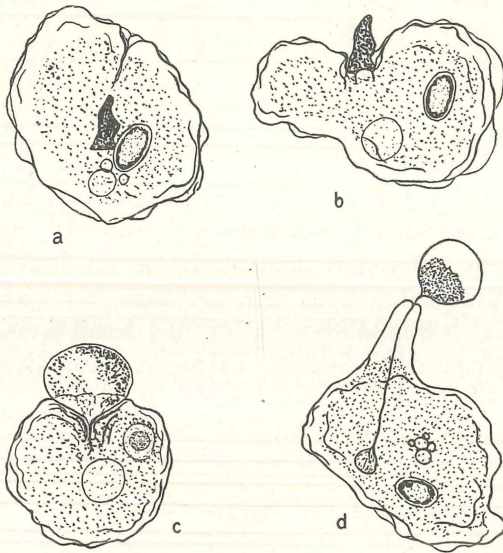
Textfig. VII.

Weise wird ein elastischer Nahrungskörper durch den auf ihn wirkenden Druck meist sehr tief ins Innere verlagert, während ein formbeständiger Körper in den äußeren Schichten des Entoplasmas zur Ruhe kommt, sobald sich das Ectoplasma über ihm zusammengeschlossen hat (Textfig. VIII a—c).



Textfig. VIII.

Die Ausstoßung von Verdauungsresten geht ähnlich, aber in umgekehrter Weise vor sich. Bei der schematischen Darstellung eines solchen Vorganges, wie sie GROSSE-ALLERMANN (p. 30) gibt, scheinen mir die drei ersten Stadien eine verhältnismäßig seltene Erscheinung zu sein. Weit öfter konnte ich beobachten, daß die auszustoßenden Teile zunächst tief im Innern blieben und daß sich ein Kanal von außen her bis zu den Nahrungsresten (Textfig. IX a, b) bildete. Dann erst trat eine Ringfurche, wie sie GROSSE-ALLERMANN gezeichnet hat, auf. Hierdurch erklärt sich auch der häufig sehr weit ins Innere reichende Kanal (Textfig. IX c, d).



Textfig. IX.

Die Verdauung der Nahrung erfolgt meist sehr schnell. Bei *A. terricola* sind die Nahrungsballen einige Zeit nach der Aufnahme oft, jedoch nicht immer, gelb bis braun gefärbt, während bei *A. sphaeronucleolus* eine deutlich sichtbare Färbung nicht beobachtet wurde. Auch bleibt bei *A. sphaeronucleolus* die Nahrung meist nicht in größeren Ballen, wie gewöhnlich bei *A. terricola*, zusammen, sondern verteilt sich in kleinere Teile, so daß man, be-

sonders deutlich bei vitaler Neutralrotfärbung, oft schon an der Form der Nahrungsvakuolen die beiden Arten unterscheiden kann.

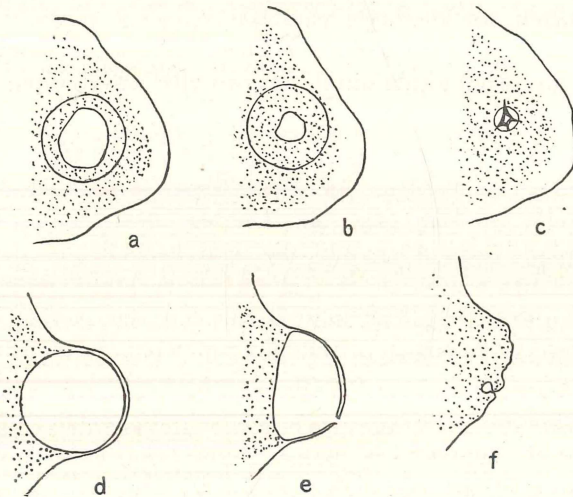
Innerhalb der Nahrungsvakuolen kann man, besonders deutlich bei *A. terricola*, das Auftreten einer stark lichtbrechenden Substanz sehen (Fig. 3 u. 4, G). Diese Substanz färbt sich mit Neutralrot erst einige Zeit nach der Entstehung und nur vorübergehend. Sie gelangt aus den Vakuolen ins Plasma, was man während der Plasmaströmungen bei der Bewegung direkt beobachten kann. Die anfangs größeren Tröpfchen verteilen sich langsam im Entoplasma, bis sie die Größe der oben beschriebenen Granula (GREEFF'S Glanzgranula) erreicht haben, mit denen sie wohl identisch sind. Bei *A. terricola* sind die Tröpfchen nach dem Übertreten ins Plasma schon meist

nicht mehr gefärbt (Neutralrot). Aber bei *A. sphaeronucleolus* lösen sich gleich während der Entstehung von den Verdauungsvakuolen kleine Tröpfchen los und verteilen sich schon im Plasma, während sie noch mit Neutralrot gefärbt sind. Daher sieht nach Neutralrotfärbung bei schwächerer Vergrößerung *A. sphaeronucleolus* mehr gleichmäßig rosa gefärbt aus, während bei *A. terricola* hauptsächlich die Nahrungsballen intensiv rot gefärbt sind.

Excretion.

Auf die Tätigkeit der Vakuole soll hier nur kurz eingegangen werden.

Wie schon oben erwähnt, fehlt die kontraktile Vakuole bei den Trockenformen und solchen, die sich in Kältestarre befinden, während die Entleerung besonders lebhaft bei den oben geschilderten, mit Opalisieren verbundenen Kernumwandlungen stattfand. Auch bei lebhaft kriechenden Tieren tritt die Entleerung häufiger ein als bei ruhenden.



Textfig. X.

Es läßt sich besonders bei großen Exemplaren von *A. terricola*, die man aus ziemlich trockenem Moose entnommen hat und die daher eine ziemlich zähe Oberfläche besitzen, sehr gut der Entleerungsvorgang verfolgen. Dieser findet, wie es in der Textfig. X a—c und d—f dargestellt ist, manchmal nach oben, mitunter nach der Seite hin statt.

F. Fortpflanzung.

Obwohl von den früheren Autoren besonderes Gewicht auf die Feststellung der Fortpflanzungsverhältnisse der Moosamöben gelegt worden ist, ist bisher nichts Bestimmtes darüber bekannt. Die Beschreibung der Bildung von Keimkugeln im Kern von *A. terricola* durch GREEFF beruht wohl auf einer Täuschung durch einen Kernparasiten, dessen Sporenbildung im Kern GREEFF beobachtete (vgl. Kap. C. V des II. Teils S. 424). Ebenso waren wohl die von GROSSE-ALLERMANN beobachteten kugeligen Gebilde, in denen er Fortpflanzungsprodukte der Amöbe vermutete, Parasiten (vgl. II. Teil Einl. S. 415). Auch waren bisher keinerlei Andeutungen für das Vorkommen einer Zweiteilung beobachtet worden.

Daß außer einer gewöhnlichen Zweiteilung, die bei diesen Untersuchungen bei *A. sphaeronucleolus* in den späten Stadien beobachtet werden konnte, auch eine Art von multipler Vermehrung stattfindet, zeigt das mitunter plötzliche Auftreten zahlreicher ganz kleiner Amöben, die in ihrem charakteristischen Aussehen ihre Zugehörigkeit zu den erwachsenen Formen bereits deutlich erkennen lassen, und die wohl kaum durch fortgesetzte Zweiteilung entstanden sein können.

Die Zweiteilung von *A. sphaeronucleolus* konnte an etwa 20 Exemplaren beobachtet werden. In allen diesen Fällen war die Kernteilung bereits vorüber, als die Amöben dem Moose entnommen wurden. Meist begann gerade die Durchschnürung des Plasmas. Nachdem bei den etwas in die Länge gestreckten Tieren eine rings herum verlaufende Einschnürung entstanden war, setzte eine immer stärker werdende Pseudopodienbildung ein, wodurch die Einschnürung immer tiefer wurde. Die Verbindungsbrücke zwischen beiden Tieren zog sich jedoch nicht in die Länge, sondern die beiden Tochterhälften blieben nahe beieinander, so daß es kurz vor der Trennung aussah, als ob zwei gewöhnliche Tiere sich mit ihren Pseudopodien berührten, wie es häufig vorkommt. Im Präparat ließ sich jedoch deutlich die Verbindungsbrücke nachweisen. Die Längsstreckung und Einschnürung der Tiere dauerte etwa 10—15 Minuten. Die endgültige Trennung erfolgte aber oft erst nach Stunden.

Im Leben waren die Tochterkerne (kurz vor der Durchschnürung des Plasmas) zunächst schwer festzustellen, da die Kernmembran sehr undeutlich war. Das Chromatin des Kernes war im ganzen Kernraum verteilt, wie sich auch auf den Präparaten zeigte. Von

diesem Stadium ab konnte die Umlagerung der Substanzen in den Tochterkernen bis zur Wiederherstellung der normalen Kernform verschiedentlich verfolgt werden (Fig. 47—50). In einigen Fällen führte diese Umlagerung zu einem mehrteiligen Binnenkörper (Fig. 43—46), wie er oben bei der Beschreibung der Kernformen, die keine vorübergehenden Stadien darstellten, erwähnt wurde (vgl. Fig. 24—29). Ihre Entstehung ist wohl auf Störungen während oder unmittelbar nach der Kernteilung zurückzuführen. Eine spätere Verschmelzung zu einem Binnenkörper wurde nicht beobachtet. Es zeigten in solchen Fällen jedesmal beide Tochterkerne dieselbe Erscheinung, doch war die Zahl der Binnenkörperteile meist verschieden.

Die Teilungsvorgänge wurden zum Teil in späten Abendstunden, einige auch vormittags zwischen 8 und 10 Uhr beobachtet.

Eine Beobachtung, die auch von BĚLAŘ an Teilungsstadien gemacht wurde, sei noch erwähnt. Es zeigte sich, daß bei der Konservierung der Teilungsstadien sehr leicht Schrumpfungen eintraten. Selbst wenn die Objekte bereits gefärbt waren und dann zur Weiterbehandlung in schwachen Alkohol gebracht wurden, so ging ein großer Teil derselben durch Platzen der Pellicula zugrunde, was bei normalen Amöben nie eintrat. Der Rest zeigte eine nur sehr schwache Färbbarkeit.

Verhältnismäßig häufig fanden sich bei *A. sphaeronucleolus* zwei, vereinzelt sogar drei normale Kerne. Bei *A. terricola* wurden in zwei Fällen zwei normale Kerne vorgefunden. In mehreren Fällen zeigten beide Kerne von *A. sphaeronucleolus* einen mehrteiligen Binnenkörper, wie er nach der Zweiteilung verschiedentlich beobachtet wurde. Es ist danach anzunehmen, daß die zweikernigen Formen nicht durch Verschmelzung zweier Tiere, wie bei *A. diploidea*, sondern durch Kernteilung ohne nachfolgende Plasmateilung entstanden sind. Das Unterbleiben der Plasmateilung und die Entstehung sogar dreikerniger Tiere beruht vielleicht auf denselben Gründen, wie die Entstehung zwei- und dreikerniger (aus einer dreipoligen Kernteilungsspindel hervorgegangenen) *Limax*-Amöben, die KÜHN [17] durch Deckglasdruck oder durch eine nur sehr dünne Flüssigkeitsschicht, in der die Amöben nur ganz flache Form annehmen konnten, künstlich hervorbrachte.

Daß außer über die Zweiteilung der Moosamöben bisher keine bestimmten Beobachtungen über sonstige Fortpflanzungserscheinungen gemacht werden konnten, liegt vielleicht daran, daß alle derartigen Vorgänge unterbleiben, sobald die Amöben ihrem natürlichen Aufenthaltsort entnommen sind und im Wasser aufbewahrt werden,

wie es zur Beobachtung nötig ist. Auch die Zweiteilungsstadien wurden immer nur in ganz frisch entnommenem Material vorgefunden.

Möglicherweise stellen die oben beschriebenen Vorgänge am Kern (Substanzauswanderung aus dem Kern und schließliches Verschwinden des Kernes) den Beginn einer Fortpflanzung dar, die aber außerhalb des natürlichen Mediums nicht zur Vollendung kommt. Es besteht wenigstens eine große Ähnlichkeit mit der bei anderen Rhizopoden beobachteten Bildung von Sekundärkernen bei Auflösung des Primärkernes.

Literaturverzeichnis.

- 1) AWERINZEW, S.: Beiträge zur Struktur des Protoplasmas und Kernes. Zool. Anz. Bd. 32 1907.
- 2) DOPFLEIN, F.: Studien über die Naturgeschichte der Protozoen. V. Amöbenstudien. I. Arch. f. Protistenk., Suppl.-Band I 1907.
- 3) —: Lehrbuch der Protozoenkunde. G. Fischer, Jena 1916.
- 4) GLÄSER: Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben und Phylogenie des Centrosomens. Arch. f. Protistenk. Bd. 25 1912.
- 5) —: Kernteilung, Encystierung und Reifung von *Amoeba mira*. Arch. f. Protistenk. Bd. 27 1914.
- 6) GOLDSCHMIDT, K.: Lebensgeschichte der Mastigamöben *Mastigella vitrea* n. sp. und *Mastigina setosa* n. sp. Arch. f. Protistenk., Suppl.-Bd. I 1907.
- 7) GREEFF, R.: Über einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 2 1866.
- 8) —: Studien über Protozoen. 1888. Sitz.-Ber. d. Ges. z. Bef. d. ges. Naturw. z. Marburg 1888 Nr. 2.
- 9) —: Über den Organismus der Amöben. Ibid. 1890 Nr. 3.
- 10) —: Über die Erdamöben. Ibid. 1891 Nr. 1.
- 11) —: Über Amöben. Ibid. 1892 Nr. 1.
- 12) GROSSE-ALLERMANN: Studien über *Amoeba terricola* GREEFF. Arch. f. Protistenk. Bd. 17 1909.
- 13) GRUBER, A.: Amöbenstudien. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. B. Bd. 8 1894.
- 14) HAECKEL, E.: Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. I. Teil. 1894.
- 15) HARTMANN, M. u. NÄGLER, K.: Copulation bei *Amoeba diploidea* n. sp. mit Selbstständigbleiben der Gametenkerne während der ganzen Lebenszeit. Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Berlin Nr. 4 1908.
- 16) KORSCHULT, E.: Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 4 1889.
- 17) KÜHN: Analyse der Chromatinverhältnisse und der Teilungsmechanik des Amöbenkernes mit Hilfe mehrpoliger Mitosen. Zool. Anz. Bd. 45 1915.
- 18) KÜHN u. WASIELEWSKI: Untersuchungen über Bau und Teilung des Amöbenkernes. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 38 1914.
- 19) NÄGLER, K.: Entwicklungsgeschichtliche Studien über Amöben. Arch. f. Protistenk. Bd. 15 1909.

- 20) NERESHEIMER, E.: Über vegetative Kernveränderungen bei *Amoeba Dofeini* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905.
- 21) PENARD, E.: Faune Rhizopodique du Bassin de Léman. Genf 1902.
- 22) —: Observations sur les Amibes à pellicule. Arch. f. Protistenk. Bd. 6 1905.
- 23) —: Nouvelles recherches sur les Amibes du groupe Terricola. Ibid. Bd. 28 1913.
- 24) POPOFF, M.: Über den Entwicklungszyklus von *Amoeba minuta* n. sp. Arch. f. Protistenk. Bd. 22 1911.
- 25) PRANDEL, H.: Die physiologische Degeneration von *Amoeba proteus*. Arch. f. Protistenk. Bd. 8 1907.
- 26) RAHM, P. G.: Biologisches und Physiologisches zur Kenntnis der Moosfauna. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 20 1922.
- 27) RHUMBLER, L.: Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 7 1898.
- 28) —: Zur Theorie der Oberflächenkräfte der Amöben. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 83 1905.
- 29) SCHEEL: Beitrag zur Fortpflanzung der Amöben. Festschr. f. K. v. KUPFER. Jena 1899.
- 30) SCHIRSCH, P.: Lebenszyklus von *Arcella vulgaris* und *Pelomyxa palustris*. Arch. f. Protistenk. Bd. 33 1914.
- 31) STOLČ: Über das Verhalten des Neutralrots im lebenden Protoplasma nach Versuchen an *Amoeba proteus*. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 1 1902.

Tafelerklärung.

Abkürzungen: *N* = Nucleus, *B* = Binnenkörper, *KM* = Kernmembran, *Na* = Nahrungskörper oder Nahrungsvakuole, *CV* = Kontraktile Vakuole.

Außer Fig. 13, 22, 23, 24, 30, 37, 38 sind die Figuren nach dem Leben gezeichnet.

Tafel 17.

- Fig. 1. Ruhende *Amoeba sphaeronucleolus*. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 2. *A. terricola* in fließender Bewegung. LEITZ Obj. 5 Oc. 3.
- Fig. 3. „Trockenform“ von *A. terricola* 5 Minuten nach Entnahme aus trockenem Moos mit zahlreichen Verdauungsvakuolen. LEITZ Obj. 7 Oc. 1.
- Fig. 4. Große *A. terricola* mit zahlreichen Verdauungsvakuolen. LEITZ Obj. 7 Oc. 1.
- Fig. 5. *A. terricola* mit einer kleineren lebenden *A. terricola* (*A*) im Innern. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 6. Dieselbe Amöbe einen Tag später, die kleinere (*A*) verdauend. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 7 u. 8. *A. sphaeronucleolus*. Aus dem Kern treten Substanzen ins Plasma über. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 9. Die ins Plasma übergetretenen Gebilde. LEITZ Immers. $\frac{1}{12}$, Oc. 3.

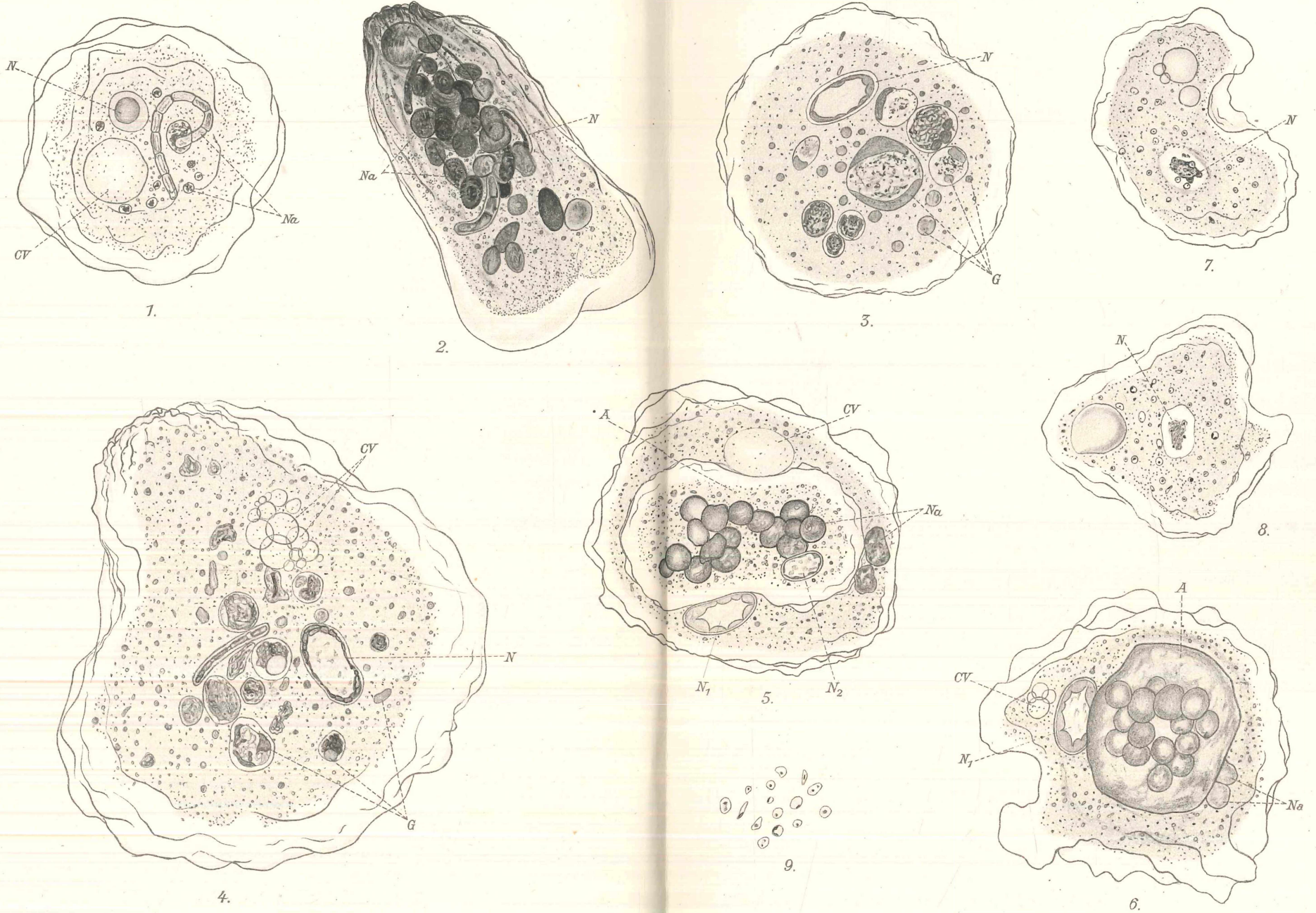
Tafel 18.

Fig. 10—38 LEITZ Immers. $\frac{1}{12}$, Comp. Oc. 12.

Fig. 10. Kernformen von jungen *A. terricola*.

Fig. 11, 12, 14—20. Verschiedene Kernformen von *A. terricola*.

- Fig. 13. Kern von *A. terricola*. Boraxkarmin.
- Fig. 21. Normaler Kern von *A. sphaeronucleolus*.
- Fig. 22. Ovaler Kern von *A. sphaeronucleolus*. Boraxkarmin.
- Fig. 23. Desgl. mit polar angeordnetem Chromatin des Außenkernes und seitlicher Eindellung.
- Fig. 24. Kern von *A. sphaeronucleolus*. Teile des Binnenkörpers im Außenkern. Boraxkarmin.
- Fig. 25—29. Kerne von *A. sphaeronucleolus* mit zwei- und mehrteiligen Binnenkörpern.
- Fig. 30. Kern von *A. sphaeronucleolus* mit stark lichtbrechenden Körnern am Binnenkörper. Boraxkarmin.
- Fig. 31 u. 32. Kerne von *A. sphaeronucleolus* mit stark lichtbrechenden Körnern am Binnenkörper.
- Fig. 33. Kern von *A. sphaeronucleolus* mit beginnender Vakuolenbildung im Binnenkörper.
- Fig. 34 u. 35. Derselbe Kern je einen Tag später.
- Fig. 36. Derselbe Kern noch einen Tag später, Vakuole wieder fast verschwunden.
- Fig. 37. Kern von *A. sphaeronucleolus* mit einer Vakuole im Binnenkörper. Boraxkarmin.
- Fig. 38. Großer Kern von *A. sphaeronucleolus* mit Wabenstruktur. Boraxkarmin.
- Fig. 39. *A. sphaeronucleolus* mit stark vergrößertem Kern. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 40. *A. sphaeronucleolus* mit großem Kern, Binnenkörper mit pseudopodienähnlichen Fortsätzen. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 41. *A. sphaeronucleolus*. Binnenkörper in Auflösung. Im Plasma Auftreten chromatischer Substanz (*Chr*). LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 42. *A. sphaeronucleolus*. Binnenkörper vollständig verschwunden. LEITZ Obj. 7 Oc. 3.
- Fig. 43—46. Rekonstruktion eines Tochterkernes nach der Kernteilung. Entstehen eines mehrteiligen Binnenkörpers. In dem Stadium der Fig. 43 begann die Durchschnürung der Amöbe. LEITZ Obj. 7 Oc. 6.
- Fig. 47—50. Rekonstruktion eines Tochterkernes von *A. sphaeronucleolus*. Entstehen eines normalen Binnenkörpers. LEITZ Obj. 7 Oc. 6.





10.



11.



12.



13.



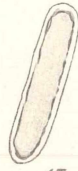
14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



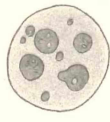
25.



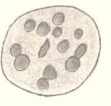
26.



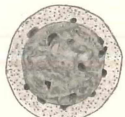
27.



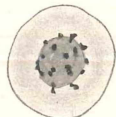
28.



29.



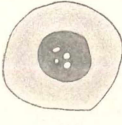
30.



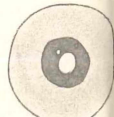
31.



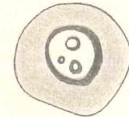
32.



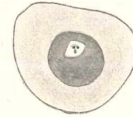
33.



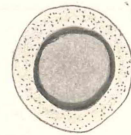
34.



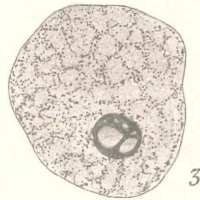
35.



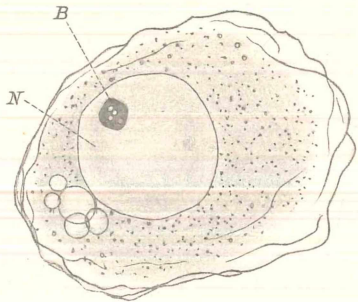
36.



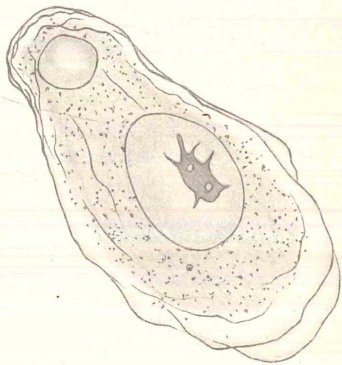
37.



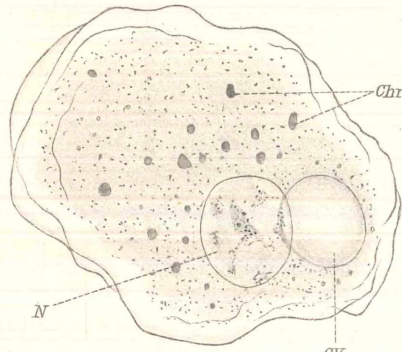
38.



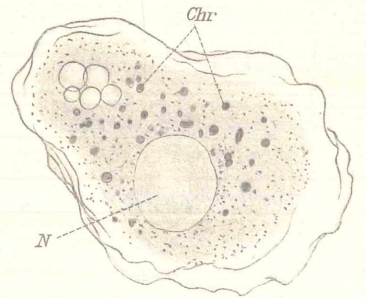
39.



40.



41.



42.



43.



44.



45.



46.



47.



48.



49.



50.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [47_1924](#)

Autor(en)/Author(s): Mattes Otto

Artikel/Article: [Über Lebensweise, Morphologie und Physiologie von Amoeba sphaeronucleolus Greeff und Amoeba terrícola Greeff 386-412](#)