

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 1641/1971

Diffugia oviformis (Testacea) Bewegung und Fortpflanzung

Mit 2 Abbildungen

GÖTTINGEN 1971

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Film E 1641

Diffflugia oviformis (Testacea) Bewegung und Fortpflanzung¹

H. NETZEL, Tübingen

Allgemeine Vorbemerkungen

Die Gattung *Diffflugia* ist die der Wissenschaft am längsten bekannte Thekamöben-Gattung. Sie wurde schon 1815 von LECLERC [12] aufgestellt. Der Name „Schmelztierchen“ (EHRENBERG [7]) spielt auf das Verhalten der Pseudopodien an.

Gegenwärtig sind über 100 Arten beschrieben, die sich in 10 Sektionen gruppieren lassen (GAUTHIER-LIÈVRE u. THOMAS [9]). CHARDEZ [4] führt 117 Spezies mit 107 Varietäten und Formen auf.

Unter den beschalteten Amöben kommen die Diffflugien am reinsten aquatisch vor. Die großen Vertreter gelten als Charakterformen des Gewässergrundes, besonders des profundalen Sediments der Seen (SCHÖNBORN [17], [18]). Jedoch begegnet man ihnen auch im Algenaufwuchs der Wasserpflanzen, in Moosen und Torfmoosen, dagegen nicht (CHARDEZ [3]) oder nur ganz selten im Erdboden (BONNET [1]).

Der Größenbereich der Gattung liegt zwischen 20 μm und 450 μm Schalenhöhe (hinsichtlich der Bezeichnung der Achsen siehe GAUTHIER-LIÈVRE u. THOMAS [9]).

Charakteristisch für die Diffflugien sind stark in die Höhe entwickelte, radiär-symmetrische Gehäuse mit terminaler Öffnung (Abb. 1), die aus Fremdkörpern (Sandkörnchen, Diatomeen-Schalen, Schwamm-Nadeln; LEIDY [13]) mittels einer organischen Masse zusammengekittet werden. Die Art des Baumaterials hängt weitgehend von der Natur des Substrates ab (HEAL [11], STEPANEK [19]).

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 10.

Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Einige wenige Diffflugien bauen ihre Schale aus selbstgefertigten, homogenen Elementen, so z. B. *D. oviformis* (CASH u. HOPKINSON [2]).

Diese Art besitzt ein eiförmiges Gehäuse von etwa 110 μm Länge mit einer gewöhnlich vierbuchtigen Öffnung, die von einem niedrigen, gewellten Kragen umgeben sein kann. Die Schale ist nach CASH außen

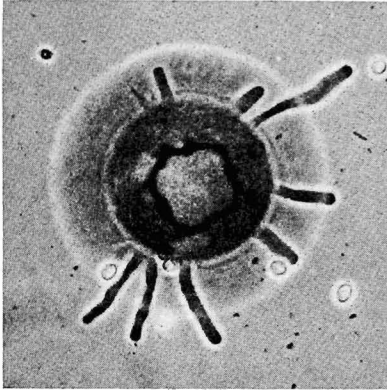


Abb. 1. *Diffflugia oviformis* CASH, Ansicht von unten. Gehäuse im Querschnitt kreisförmig. Fünfbuchtige Schalenöffnung von dunklem Kragen umgeben. Acht Lobopodien ausgestreckt. Mehrere Exemplare der Grünalge *Pseudochlorella* (helle Punkte). Phasenkontrast-Aufnahme aus dem Film, Durchmesser des Pseudostoms = 39 μm

bedeckt mit länglichen rechteckigen, plättchenartigen Partikeln in dichter und unregelmäßiger Anordnung. Auflagerungen anderer Art sind höchst selten zu finden (CASH u. HOPKINSON [2]). Nach CHARDEZ [5] sind die Plättchen oval. Die im Film vorgeführten Exemplare haben nagelförmige Schalenplättchen (Abb. 2).

In dieser Schale ist das Tier mittels kontraktiler, plasmatischer Fortsätze, sogenannter Epipodien, befestigt. Nahe der Öffnung hat es in einer ringförmigen Zone Kontakt mit der Wand. Die Größe des Zellleibes und dementsprechend der Grad der Schalenfüllung ist abhängig vom jeweiligen Stadium zwischen zwei Zellteilungen.

Der Protoplast zeigt die typische bipolare Dreizonierung der Thekamöben. Hyalines Plasma, in das der große kugelige Kern eingebettet ist, liegt im Fundus der Schale. Die Zone der Nahrungsvakuolen und pulsierenden Vakuolen nimmt die Mitte der Zelle ein. Zur Schalenöffnung hin folgt pseudopodienbildendes Plasma, das in die Scheinfüßchen überleitet. Die Pseudopodien sind zylindrisch mit abgerundeter Spitze. Dieser Typ wird als Lobopodium bezeichnet (Abb. 1).

Die Lokomotion geschieht nicht — wie in manchen Lehrbüchern behauptet wird — nach Art der Spannerraupen, sondern durch: Vorstrecken von Pseudopodien, Anheften an das Substrat, Kontraktion und Nachziehen des Zelleibes samt Gehäuse, Einschmelzen der Pseudopodien, Aussenden neuer Pseudopodien usw.

Beim Kriechen erfahren die Pseudopodien charakteristische Umformungen (PENARD [15]). Das auswachsende Scheinfüßchen ist relativ

steif und zeigt einen glatten, geradlinigen Rand. An der Anheftungsstelle verbreitert es sich und flacht sich ab. Beim Zurückziehen wird es schlaff, sein Rand gewellt, und es entstehen kurze seitliche Fortsätze. Schließlich fusioniert das pseudopodiale Plasma mit dem Zelleib (DEFLANDRE [6]).

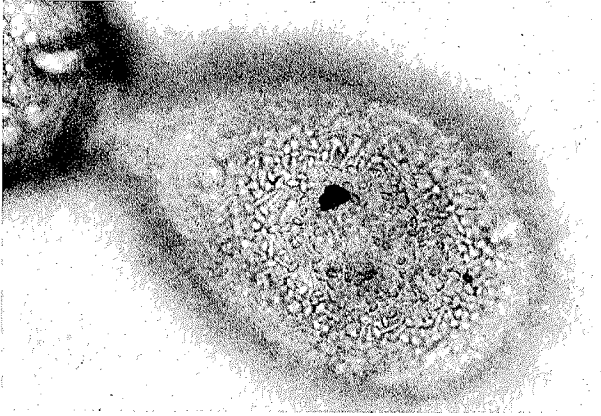


Abb. 2. Aufsicht auf die Oberfläche einer entstehenden Schale von *Diffugia oviformis* CASH. Bauelemente nagelförmig, ungeordnet, tangential orientiert. Dazwischen ein dunkler Fremdkörper. Interferenzkontrast-Aufnahme aus dem Film, Länge der Anlage etwa 117 μ m

Mit der Anheftung an das Substrat wird nahe der Pseudopodienspitze für kurze Zeit eine Doppelbrechung sichtbar, die auf der vorübergehenden Anwesenheit von parallel zur Längsachse der Pseudopodien orientierten Mikrofilamenten beruht (WOHLMAN u. ALLEN [22]).

Als Nahrung dienen Bakterien, nackte Amöben, Flagellaten, Diatomeen, Desmidiaceen und fädige Algen, die seitlich an den Pseudopodien kleben bleiben und in den Nischen zwischen ihnen von Plasma umflossen und ins Innere der Schale transportiert oder aber von Pseudopodien „ausgesaugt“ werden.

Die Teilung lebender *Diffugien* ist schon wiederholt beobachtet und in den wesentlichen Zügen zutreffend beschrieben worden (VERWORN [20], [21], vor allem PATEFF [14] u. CHARDEZ [5]) (Näheres siehe S. 7—8).

Die Literatur erwähnt auch Zystenbildungen, deren weiteres Schicksal unbekannt ist (PATEFF [14], ZUELZER [23]). In meinen Kulturen von *D. oviformis* sind seit März 1967 bis jetzt noch nie Zysten aufgetreten.

Manche Diffflugien sind ähnlich wie viele Arcellen in der Lage, im Inneren ihres Protoplasten Gas in meist nur einer einzigen, großen Vakuole abzuscheiden und wieder zu resorbieren (ENTZ [8], SCHÖNBORN [16]). Auch *D. oviformis* besitzt diese Fähigkeit (NETZEL, Original). Sie ist im Film jedoch nicht dokumentiert.

Zur Entstehung des Films

Das Objekt, *Diffflugia oviformis* CASH, stammt aus dem Märchensee bei Wendelsheim, Kreis Tübingen¹. Es läßt sich in verdünnter Erdabkochung mit Zusatz von Nitrat und Phosphat züchten. Die Tiere wurden in Petrischalen von 10 cm Durchmesser im Kühlschrank bei 6—8° C kultiviert und mit *Chlorogonium elongatum* gefüttert.

Mikroskope: ZEISS WL oder Standard UPL (umgekehrtes Mikroskop). Präparation: Herkömmliche Objektträger-Deckglas-Präparate, unterstützt durch Deckglassplitter, umrandet mit Paraffin-Vaseline (2 : 1) oder Planktonkammern (ZEISS). Film: Kodak Eastman Double X, 35 mm Schwarzweiß-Negativ-Film. Kamera: Askania Z.

Filmbeschreibung²

4 B/s

1. Seitenansicht einer *Diffflugia oviformis*, die an der Wand einer Planktonkammer kriecht. Pseudopodien unscharf. Typische Eiform des Gehäuses.

Bildfeldbreite 385 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 B/s

2. Lokomotion eines Tieres, schräg von der Seite gesehen. Fingerförmige Pseudopodien, die sich kaum verjüngen, werden ausgestreckt, heften sich nahe der abgerundeten Spitze an der Unterlage fest, kontrahieren sich und bilden dabei Seitenzweige. Das Tier samt Schale wird schrägliegend nachgezogen.

Bildfeldbreite 400 μm ; Interferenzkontrast (Inko); Aufn.-Freq. 4 B/s

3. Tier in Planktonkammer, von unten gesehen. Schalenöffnung mit vier Buchten. Pseudopodienaktivität. Fokussierung auf den Protoplasten: Zwischen Gehäuse und Zelleib besteht ein plasmafreier Raum, dessen Größe mit dem Alter der Zelle abnimmt. Er wird von fädigen plasmatischen Fortsätzen durchzogen, mit denen der Protoplast an der Wand befestigt ist.

Bildfeldbreite 400 μm ; Inko; Aufn.-Freq. 4 B/s

¹ Herrn Prof. Dr. V. SCHWARTZ, Tübingen, danke ich für die Überlassung einer Rohkultur.

² Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

Nahrungsaufnahme

4 B/s

4. Tier mit fünfbuchtiger Schalenöffnung. Phagozytose der Grünalge *Pseudochlorella* bei 3⁰⁰, bei 11⁰⁰, bei 1⁰⁰, bei 4⁰⁰, bei 2⁰⁰ (wenn man das Bild des Tieres mit einem Zifferblatt vergleicht).

Bildfeldbreite 385 μm ; Phasenkontrast (Phako); Aufn.-Freq. 4 B/s

5. Tier mit vierbuchtiger Schalenöffnung. Phagozytose von *Pseudochlorella* bei 9⁰⁰, bei 11⁰⁰, bei 1⁰⁰. Die Beute klebt seitlich an Pseudopodien, die sich zurückziehen.

Bildfeldbreite 385 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/s

Morphogenese und Teilung

4 B/s bis 15 B/min

6. Teilung, Gesamtvorgang von 64 Minuten Dauer. Aus dem auf der Seite liegenden Gehäuse tritt ein birnenförmiger Tropfen dichten Zytoplasmas, umgeben von Detritus. Der freiwerdende Schalenraum ist von Epipodien durchzogen. Im zurückbleibenden Plasma liegt der große, kugelige Zellkern. Der unscharf begrenzte, birnenförmige Tropfen wächst, wird eiförmig und erhält einen scharfen Umriß, während sich sein Inhalt aufhellt: Die neue Schale ist in endgültiger Gestalt und Größe fertiggestellt. Innerhalb der alten Schale teilt sich jetzt der Kern. Die Tochterkerne sind unsichtbar. Gleichzeitig setzt dort eine rege Tätigkeit pulsierender Vakuolen ein, die bis dahin anscheinend in Ruhe waren. Das Übertreten eines Tochterkernes in die Anlage ist von einem fontäneartigen Aufwirbeln der Nahrungsvakuolen (dunkel durch Blattgrün von *Chlorogonium*) begleitet. Dann löst sich das Bildungsplasma an den Seiten von der neuen Wand und strömt in die alte Schale zurück. Im Scheitel bleibt der Kontakt mit der Wand erhalten. Jetzt kehrt der Strom um und füllt die neue Schale wieder. Ein Teil des Zytoplasmas bleibt in der alten Schale. Nach einer schüttelnden Bewegung ist die Plasmabrücke halsartig verjüngt. In dieser Konfiguration pendeln nur noch einige Granula und Nahrungsvakuolen mit abnehmender Amplitude mehrmals hin und her. Die halsartige Verjüngung verstreicht. Das Zytoplasma rückt von der Gehäusewand ab und verlagert sich zu den Schalenöffnungen hin. Dabei werden neue Epipodien ausgezogen. Jetzt differenzieren sich die Plasmazonen. In der helleren, neuen Schale (links im Bild) erkennt man die Grenze zwischen hyaliner Zone mit dem Zellkern und der Zone der Nahrungsvakuolen. Nach der Zytoplasmateilung richtet sich das Tier mit der alten Schale auf. Gehäuse und Zelle sind im Querschnitt rund. Die Thekamöbe mit dem neuen Gehäuse kriecht rück-

wärts aus der Detritusflocke. Unter dem Scheitel sind Epipodien gut zu sehen.

Bildfeldbreite 400 μm ; Inko; Aufn.-Freq. 15 B/min

7. Aufsicht auf die Oberfläche einer Anlage. Bildung der Gehäusewand. Nagelförmige, zelleigene Elemente tauchen nach und nach aus dem Innern der Anlage auf, wackeln an der Oberfläche zunächst hin und her und werden in tangentialer Lage von einer erstarrenden Masse zusammengekittet. Ein dunkles (links) und zwei helle Fremdkörperchen sind mit in die Wand eingebaut worden.

Bildfeldbreite 160 μm ; Inko; Aufn.-Freq. 1 B/s

8a. Kernteilung bis zum Beginn der Pendelströmung. In der noch etwa $\frac{2}{3}$ gefüllten, dunklen alten Schale (links) ist neben Epipodien der große runde Prophase-Kern sichtbar. Die pulsierenden Vakuolen sind anscheinend in Ruhe. Der Kern wird unsichtbar, und die Vakuolen beginnen rege zu pulsieren. Die plötzlich einsetzende Bewegung der Granula und Nahrungsvakuolen zeigt an, daß ein Tochterkern in die neue Schale übergetreten ist.

Bildfeldbreite 195 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 1 B/s

8b. Pendelströmung des Zytoplasmas zurück in die alte Schale, vor in die neue Schale, zurück, vor. Ausbildung der halsähnlichen Plasma-brücke.

Bildfeldbreite 195 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 B/s

8c. Plasmateilung. Rütteln des Zytoplasmas als Ausklang der Pendelströmung; Durchschnüren der Plasmabrücke. Die abgerundeten Protoplasten verlagern sich in den Schalen nach vorn und spannen von der pseudostomabgewandten Seite Epipodien zum Schalscheitel. Dann erscheinen die ersten Lobopodien.

Bildfeldbreite 195 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 30 B/min

9. Endphase eines Teilungsvorganges. Trennen der Zellen und Aufrichten. Das Individuum mit der neuen, helleren Schale links im Bild. Protoplast konzentrisch im Gehäuse, Querschnitt kreisförmig.

Bildfeldbreite 300 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 B/s

Literatur

- [1] BONNET, L.: Le peuplement thécamoebien des sols. Rev. Ecol. Biol. Sol 1 (1964), 123—408.
- [2] CASH, J., & J. HOPKINSON: The British freshwater rhizopoda and heliozoa. Bd. 2. Ray. Soc., London 1909, Neudruck 1968, 166 S.
- [3] CHARDEZ, D.: Introduction à l'étude des thécamoebiens du sol. Bull. Inst. Agron. Gembloux 28 (1960), 118—121.
- [4] CHARDEZ, D.: Histoire naturelle des protozoaires thécamoebiens. Les Naturalistes Belges 48 (1967), 484—576.

- [5] CHARDEZ, D.: Sur *Diffugia oviformis* CASH (Protozoa, Rhizopoda testacea). Rev. Verviétoise Hist. Nat. **24** (1967), 93—97.
- [6] DEFLANDRE, G.: Remarque sur le comportement des pseudopodes chez quelques thécamoebiens. Ann. Protistol. **5** (1936), 65—71.
- [7] EHRENBERG, Chr. G.: Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. Voss, Leipzig 1838, 547 S. Folio.
- [8] ENTZ, G.: Zur Gasentwicklung im Protoplasma lebender Protozoen. Zool. Anz. **1** (1878), 248—249.
- [9] GAUTHIER-LIÈVRE, L., & R. THOMAS: Les genres *Diffugia*, *Pentagonia*, *Maghrebica* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes testacés) en Afrique. Arch. Protistenk. **103** (1958), 241—370.
- [10] HEAL, O. W.: Morphological variations in certain Testacea (Protozoa: Rhizopoda). Arch. Protistenk. **106** (1963), 351—368.
- [11] HEAL, O. W.: Observations on the seasonal and spatial distribution of testacea (Protozoa: Rhizopoda) in Sphagnum. J. Anim. Ecol. **33** (1964), 395—412.
- [12] LECLERC, M.: Note sur la *Diffugia*. Nouveau genre de polype amorphe. Mém. Mus. Hist. Nat. (Paris) **2** (1815), 474—478.
- [13] LEIDY, J.: Fresh water rhizopods of North America. Rep. U. S. Geol. Surv. Territ. **12** (1879), 1—324.
- [14] PATEFF, P.: Fortpflanzungserscheinungen bei *Diffugia mammillaris* PEN. und *Clypeolina marginata* PEN. Arch. Protistenk. **55** (1926), 516—544.
- [15] PENARD, E.: Faune rhizopodique du bassin du Léman. Kündig, Genf 1902, 714 S.
- [16] SCHÖNBORN, W.: Über Planktismus und Zyklomorphose bei *Diffugia limnetica* (LEVANDER) PENARD. Limnologica (Berlin) **1** (1962), 21—34.
- [17] SCHÖNBORN, W.: Die Ökologie der Testaceen im oligotrophen See, dargestellt am Beispiel des Großen Stechlinsees. Limnologica (Berlin) **1** (1962), 111—182.
- [18] SCHÖNBORN, W.: Taxozönotik der beschalteten Süßwasser-Rhizopoden. Eine raumstrukturanalytische Untersuchung über Lebensraumerweiterung und Evolution bei der Mikrofauna. Limnologica (Berlin) **5** (1967), 159—207.
- [19] STEPANEK, M.: Testacea of the pond of Hrádek at Kunratice (Prague). Acta musei nationalis Pragae **2** (1952), 1—55, zitiert nach [10].
- [20] VERWORN, M.: Biologische Protistenstudien. Z. wiss. Zool. **46** (1888), 455—470.
- [21] VERWORN, M.: Psycho-physiologische Protistenstudien. Experimentelle Untersuchungen. Fischer, Jena 1889, 218 S.
- [22] WOHLMAN, A., & R. D. ALLEN: Structural organization associated with pseudopod extension and contraction during cell locomotion in *Diffugia*. J. Cell. Science **3** (1968), 105—114.
- [23] ZUELZER, M.: Beiträge zur Kenntnis von *Diffugia urceolata*. Arch. Protistenk. **4** (1904), 240—295.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1971 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 54 m, 5 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1969. Veröffentlichung aus dem Zoologischen Institut der Universität Tübingen, Dr. H. NETZEL, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H.-K. GALLE, H. H. HEUNERT.

Inhalt des Films

Der Film schildert Bewegung und Fortpflanzung von *Diffflugia oviformis* (Rhizopoda, Testacea).

Einleitend wird das Tier in seiner typischen Erscheinung vorgestellt: Eiförmige Schale aus Eigenmaterial; einkerniger Protoplast; zahlreiche, relativ schnell bewegliche Pseudopodien, die den Protoplasten samt Schale nach sich ziehen.

Dann sieht man einige Tiere bei der Lokomotion und beim Phagozytieren der Grünalge *Pseudochlorella*.

Schließlich wird der Teilungsvorgang als Ganzes und in einzelnen Abschnitten dokumentiert.

Summary of the Film

The film depicts locomotion and reproduction of *Diffflugia oviformis* (Rhizopoda, Testacea).

At the beginning, the organism is shown with its typical features: egg-shaped test, the wall of which is composed of material manufactured within the cell; mononucleate protoplast; and numerous pseudopodia, showing comparatively rapid motion, pulling the cell body forward.

Subsequently, one may observe some animals in locomotion, phagocytosing specimens of the green alga *Pseudochlorella*.

Finally, the process of cell division is demonstrated as a whole, and then with emphasis on some special aspects.

Résumé du Film

Le film décrit le mouvement et la reproduction de la *Diffflugia oviformis* (Rhizopoda Testacea).

En introduction, l'animal est présenté dans son apparence typique: thèque ovoïde constituée d'éléments endogènes, protoplasma uninuclée, nombreux pseudopodes qui se meuvent relativement vite et entraînent à leur suite le protoplasme et son enveloppe.

On voit ensuite quelques animaux lors de la locomotion et de la phagocytose de quelques exemplaires de l'algue verte *Pseudochlorella*.

Enfin, le processus de division est montré dans son ensemble et au cours des différentes phases.