

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 1646/1971

Lieberkühnia wagneri (Testacea) Bewegung und Fortpflanzung

Mit 3 Abbildungen

GÖTTINGEN 1971

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Lieberkühnia wagneri (Testacea) Bewegung und Fortpflanzung¹

H. NETZEL, Tübingen

Allgemeine Vorbemerkungen

Die Gattung *Lieberkühnia* wurde 1859 von CLAPARÈDE & LACHMANN [3] nach Beobachtungen an einem einzigen Exemplar der Spezies *wagneri* aufgestellt. Die Namengebung erfolgte zu Ehren der Herren LIEBERKÜHN und WAGENER, die ein ähnliches Exemplar gefunden bzw. gezeichnet hatten. Gegenwärtig werden zu der Gattung zwei im Süßwasser vorkommende Arten gerechnet (HARNISCH [5]): die typische Art und die 1876 von CIENKOWSKI [2] unter dem Namen *Gromia paludosa* beschriebene *L. paludosa*. Diese Zuordnung geht auf PENARD [8], [9] zurück.

Die im Film bearbeitete Form dürfte trotz beträchtlicher Größenabweichungen der von PENARD [8] beschriebenen entsprechen.

Im Habitus erinnert diese seltene Thekamöbe stark an manche Foraminiferen. Sie besitzt eine dünne, durchscheinende, dem Protoplasten eng anliegende Hülle ohne feste Eigengestalt, welche die Formveränderungen des Tieres mitmacht (Abb. 1). Kleinere Exemplare sind meist kugelig oder eiförmig, die Gestalt größerer, aktiver Tiere weicht jedoch häufig stark von solchen einfachen geometrischen Formen ab.

Das Zytoplasma ist je nach Art der aufgenommenen Nahrung und Verdauungszustand verschieden gefärbt, z. B. grün oder gelblich. Es ist in ständiger Bewegung. Man sieht gleichzeitig Strömungen in verschiedenen und wechselnden Richtungen (MAUPAS [7]). Infolgedessen fehlt die sonst für Thekamöben typische Zonierung des Protoplasten.

Zahlreiche ziemlich große, pulsierende Vakuolen (Diastole 1—3½ min) finden sich an beliebiger Stelle nahe der Oberfläche.

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 10 u. 11.

Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Lieberkühnia wagneri ist vielkernig (MAUPAS [7]). PENARD [8] gibt für seine zwischen 32 und 200 μm langen Exemplare 30 bis 150 Kerne an. Die Kerne sind kugelig, 4 μm (MAUPAS [7]) bzw. 5—7 μm , in einem Fall 10—12 μm (PENARD [8]) im Durchmesser und besitzen einen halbkugeligen, exzentrisch gelegenen Nukleolus. Gelegentliche eigene Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Kernzahl höher als 150 sein kann und daß Nukleolen nicht in jedem Stadium zu finden sind. Kernzahl, Kernmorphologie und Kernteilung müßten näher untersucht werden.

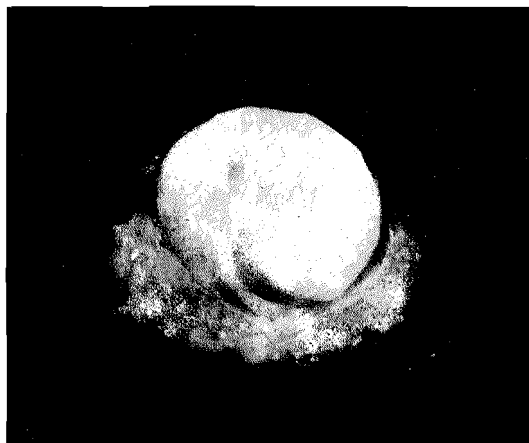


Abb. 1. *Lieberkühnia wagneri* CLAPARÈDE & LACHMANN. Transparente, dem Zytoplasma eng anliegende Schale von dem seitlich abgehenden Pseudopodienstiel durchbrochen. Unten eine Ansammlung rhizopodialen Plasmas mit erbeuteten Flagellaten (*Chlorogonium*). Dunkelfeld-Aufnahme, Länge der Zelle = 200 μm

Etwa in der Mitte einer Seite entspringt ein runder oder bandförmiger Pseudopodienstiel, der sich — umgeben von einem Tubus aus Hüll-Substanz — der Zelle anschmiegt und häufig in einer Rinne derselben verläuft (Abb. 1). Apikal fächert er auf in ein sehr ausgedehntes Netzwerk von feinen Rhizopodien (Abb. 2), deren Länge dem 15fachen des Zelldurchmessers entsprechen kann (MAUPAS [7], PENARD [8]). Ein Teil des Pseudopodienplasmas kann der Hülle außen dicht aufliegen und eine geschlossene Schicht von „Mantelplasma“ bilden, von welcher auch Rhizopodien ausgehen können. Werden Teile des Netzes zurückgezogen, dann biegen oder kräuseln sich die Hauptstränge (DE SAEDELEER [4]).

In den Strängen des Rhizopodiennetzes, deren Querverbindungen und Gabelungen häufig lamellenartig verbreitert sind (Abb. 3), bewegen sich Granula und Vakuolen in beiden Richtungen („Körnerströmung“). Die Vakuolen verschwinden nach einer kürzeren Diastole ($\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ min) als die größeren Vakuolen im Zellinneren. Ihr erstes Erscheinen läßt

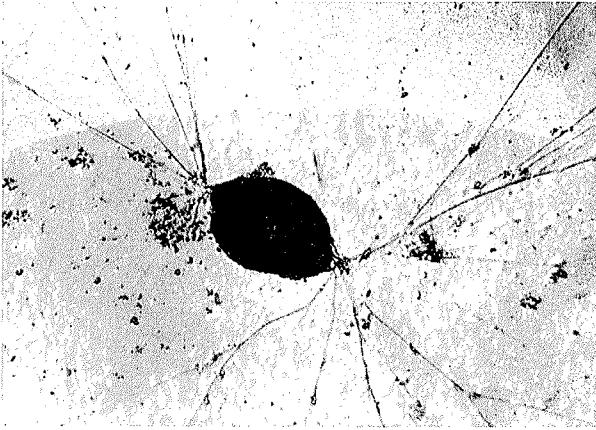


Abb. 2. *Lieberkühnia wagneri* CLAPARÈDE & LACHMANN. Spindelförmig gestreckte Zelle kurz vor der Teilung, mit zwei Pseudopodienstielen und davon ausgehenden Rhizopodiennetzen, deren Hauptstränge divergieren. Dazwischen *Chlorogonium*. Hellfeld-Schräglicht-Aufnahme aus dem Film. Länge der Zelle = 323 μ m

sich allerdings in beiden Fällen nur ungenau bestimmen. Ich möchte diese Vakuolen als extrathalame oder rhizopodiale pulsierende Vakuolen auffassen — eine Deutung, die PENARD [8] ablehnte, da er irrigerweise der Ansicht war, sie entstünden zufällig durch Einschluß von Außenmedium beim Aufeinandertreffen von anastomierenden Rhizopodien.

Bemerkenswert ist, daß die Nahrung (Flagellaten, Diatomeen, nackte Amöben, Ciliaten, Rotatorien) nicht vom Rhizopodienplasma umflossen wird. Offensichtlich sind die Rhizopodien nur an wenigen Stellen in Kontakt mit der immobilisierten (MAUPAS [7]) Beute, während diese zellwärts transportiert wird. Dabei kommt es besonders bei Organismen mit membranöser Oberfläche zur Auszehrung bis zum völligen Verschwinden, noch bevor der Pseudopodienstiel erreicht ist. Zugleich beobachtet man in den betreffenden Rhizopodien einen Strom von Granula, die aus dem Beutetier stammen. Solche Vorgänge wurden früher als Beispiele „extrazellulärer Verdauung“ gewertet (MAUPAS [7], VERWORN [10]),

obwohl es sich lediglich um eine extrathalame Desintegration (PENARD [8]: „émiettement“ = Zerkrümelung) handelt. Jedenfalls wird auch unverdaute Nahrung in den Zelleib aufgenommen, was sich schon aus dessen Grünfärbung nach Fütterung mit *Chlorogonium* ergibt. Mit dem Elektronenmikroskop findet man die Chlorogonien im Zellkörper in typischen Nahrungsvakuolen (NETZEL, Original).

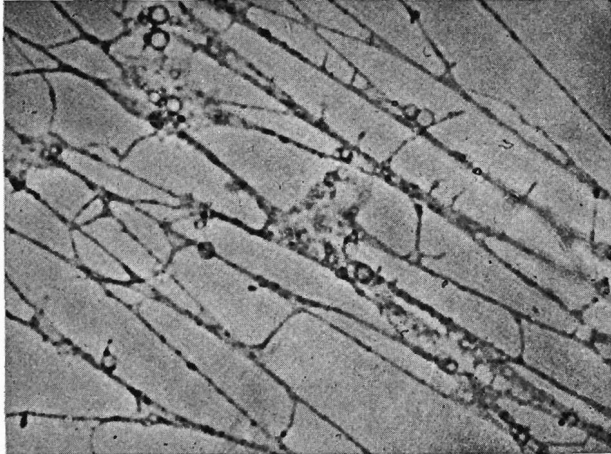


Abb. 3. *Lieberkühnia wagneri* CLAPARÈDE & LACHMANN. Ausschnitt aus einem Rhizopodiennetz. Mehrere Stränge mit Gabelungen, Querverbindungen und lamellenartigen Verbreiterungen. Darauf kleine dunkle Granula und helle, kugelige Vakuolen. Phasenkontrast-Aufnahme aus dem Film. Länge der Lamelle in Bildmitte = 27 μm

Einzigste Vermehrungsart ist die Vielteilung. Ihr erstes Anzeichen ist das Erscheinen eines neuen Pseudopodienstieles (Abb. 2). Darauf wird das Zytoplasma samt Hülle durchgeschnürt (CIENKOWSKI [2]). Es können auch mehrere neue Pseudopodienstiele ausgebildet werden. MAUPAS [7] beobachtete die — sowohl simultane als auch sukzedane — Durchschnürung in drei Teile. Die Anzahl der Teilstücke dürfte von der Größe des Ausgangsstadiums abhängen. Ich habe gesehen, daß sich ein Tier nacheinander in 5 Teile zerlegte. Dabei ist nicht ausgeschlossen, daß die Teilstücke sich weiter teilen.

In der Literatur gehen die Angaben über die Größe von *Lieberkühnia wagneri* weit auseinander. Die Entdecker der Art geben eine Abbildung, nach der ihr Exemplar etwa 200 μm lang war. PENARD [8] nennt (32—)80—120(—200) μm , AWERINZEW [1] 600—900 μm . Nach meinen Messungen waren die größten Exemplare — sämtlich Teilungskandi-

daten — z.B. $750 \times 625 \mu\text{m}$ oder $875 \times 310 \mu\text{m}$ groß. Kleine Teilstücke maßen z.B. $60 \times 60 \mu\text{m}$, $125 \times 75 \mu\text{m}$ oder $100 \times 88 \mu\text{m}$. Diese Werte vermitteln also zwischen den Angaben der Autoren.

Lieberkühnia wageneri soll auch marin vorkommen (HOOGENRAAD & DE GROOT [6], PENARD [8]).

Auf diese Angaben hin habe ich in einem Experiment, das sich über drei Monate erstreckte, versucht, Tiere allmählich an Meerwasser zu adaptieren. Bei einer Konzentration von 37 Teilen demineralisiertes Wasser zu 63 Teilen Meerwasser waren alle Versuchstiere eingegangen.

Zur Entstehung des Films

Die Vorfahren der im Film gezeigten *Lieberkühnia wageneri* CLAPARÈDE & LACHMANN wurden im Mai 1968 auf *Myriophyllum* in einem Freiland-aquarium im Hofe des Tübinger Zoologischen Instituts gefunden. Seither werden die Tiere in Petrischalen von 10 cm Durchmesser in verdünnter Erdabkochung mit Nitrat- und Phosphatzusatz bei $+15^\circ\text{C}$. im Licht-Kühlschrank als Spezies-Reinkulturen gehalten und mit *Chlorogonium elongatum* gefüttert.

Mikroskop: ZEISS WL oder Standard UPL (umgekehrtes Mikroskop). Präparation: Planktonkammern (ZEISS) oder Petrischalen (10 cm \varnothing) und Verwendung der stärkeren Objektive mit Tauchkappen (Eigenbau von H. H. HEUNERT, IWF Göttingen). Film: Kodak Eastman Double X, 35-mm-Schwarzweiß-Negativ-Film. Kamera: Askania Z.

Filmbeschreibung¹

1 B/s

1. Ein Tier inmitten seines Rhizopodiennetzes, an dessen Strängen Zellen von *Chlorogonium* (kleine, helle Punkte) haften. Der Zellkörper bewegt sich sehr langsam nach links oben.

Bildfeldbreite 1,8 mm; Dunkelfeld; Aufn.-Freq. 1 B/s

2. Ein anderes Tier. Auf den Rhizopodien werden gefangene Flagellaten (*Chlorogonium*) sowie eine Zellulose-Faser zellwärts transportiert.

Bildfeldbreite 1,8 mm; Dunkelfeld; Aufn.-Freq. 1 B/s

Ausbreiten der Rhizopodien, Plasmaströmung, Nahrungstransport

30 B/min und 2 B/s

24 B/s

3. Zwei Tiere lassen Rhizopodien auswachsen. Einige gerade Stränge verlängern und verzweigen sich und treten über Seitenäste in Verbin-

¹ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

derung. Körnchenströmung vorwiegend nach distal. In den Zellen Plasma-bewegungen.

Bildfeldbreite 1,8 mm; Dukelfeld; Aufn.-Freq. 30 B/min

4. Zellnaher Ausschnitt aus einem auswachsenden Rhizopodien-Netz, Zellkörper am linken Bildrand. Die Stränge verlängern sich unter Hin- und Herbewegungen von spindelförmigen plasmatischen Verdickungen und bilden Maschen. An den Kreuzungen und Gabelungen der Plasmastränge entstehen Zwickel. Stränge und Zwickel enthalten kleine Vakuolen. Manche Stränge schlängeln sich beim Zurückziehen.

Bildfeldbreite 490 μm ; Phasenkontrast (Phako); Aufn.-Freq. 30 B/min

5. Zellferner Ausschnitt aus einem ausgebreiteten Rhizopodien-Netz. Das Netz besteht aus radiären, z.T. gegabelten Strängen unterschiedlicher Dicke und schräg verlaufenden, dünneren Querverbindungen. Einige Gabelungen und Querverbindungen sind lamellenartig verbreitert. In ein und demselben Strang strömen Granula und Vakuolen in beiden Richtungen. Mehrere Vakuolen vereinigen sich zu einer größeren. Einige Vakuolen verschwinden plötzlich.

Bildfeldbreite 155 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 24 B/s

6. Nahrungstransport.

6a. Ein *Paramecium trichium* liegt quer über zwei Rhizopodiensträngen. Unter Verbiegung wird es — das Hinterende voran — von einem Strangbündel zellwärts transportiert. Es bleibt ein anscheinend normaler Teil des Netzes nebst einigen *Chlorogonien* zurück.

6b. Schnitt. Das Pantoffeltierchen wird auf einem Hauptstrang weitergeleitet . . .

6c. Schnitt. . . und erreicht den Zellkörper der *Lieberkühnia*, der sich langsam von rechts unten nach links oben bewegt.

Bildfeldbreite 490 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

7. Transport und Auszehrung von erbeuteten *Paramecium trichium*.

7a. Zwei schon deformierte Pantoffeltierchen sind im Netz und werden zentripetal bewegt, ein drittes wird dazugeführt und um 180° gedreht. Auf denselben Rhizopodien werden auch erbeutete *Chlorogonien* transportiert.

7b. Schnitt. Das proximale *Paramecium* wird unterwegs allmählich ausgezehrt.

7c. Schnitt. Die beiden proximalen Pantoffeltierchen passieren die Szene als amorphe Masse. Das dritte Beutetier mit anscheinend noch unversehrter Pellikula wird auf einem anderen Rhizopodienstrang vorbeigeführt.

Bildfeldbreite 490 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

8. Anderer Ausschnitt aus dem Rhizopodiennetz. In einer spindelförmigen Verdickung eines Rhizopodienstranges werden die Reste eines

Pantoffeltierchens vorbeibewegt. Aus dieser Verdickung werden Granula schneller zellwärts geführt als die Verdickung selbst.

Bildfeldbreite 490 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

Vielteilung

8 B/min und 15 B/min

9. Ein spindelförmiges Tier hat in Vorbereitung der Teilung an beiden Polen je einen Pseudopodienstiel mit Rhizopodiennetz ausgebildet. Auf den Rhizopodien werden erbeutete *Chlorogonien* transportiert.

Bildfeldbreite 1,5 mm; Hellfeld-Schräglicht; Aufn.-Freq. 8 B/min

10. Zwei gegenüberliegende Rhizopodiennetze ziehen eine schlauchförmige, durch Einschlüsse von *Chlorogonium* dunkel erscheinende Zelle in der Mitte zu einem Isthmus aus. Im Isthmus fließt Plasma mit mehreren pulsierenden Vakuolen (helle Flecke) hin und her und reißt durch. Schließlich reißt auch die Hülle. Dauer 36 Minuten.

Bildfeldbreite 1,8 mm; Hellfeld; Aufn.-Freq. 15 B/min

11. Von einem anderen langgestreckten Tier wird links ein Teil abgezogen, aber wieder herangeholt, während sich rechts ein Stück löst. Das Reststück ist vierzipfelig. Die vier Rhizopodienfächer ziehen mit wechselndem Erfolg in verschiedene Richtungen. Wenn der Substratkontakt der Rhizopodien abreißt, schnellt der betreffende Zellzipfel ein Stück zurück. Schließlich wird links ein Stück abgetrennt. Das Reststück bleibt vierzipfelig. Die Abschnürung verläuft jeweils wie unter 10.: Isthmusbildung, Hin- und Herfließen von Plasma mit pulsierenden Vakuolen, Abtrennung einer Zytoplasmaportion und Durchreißen der Hülle. Dauer 66 Minuten.

Bildfeldbreite 2,3 mm; Hellfeld; Aufn.-Freq. 15 B/min

12. Eine dreieckige *Lieberkühnia wagneri* wird von drei Rhizopodienfächern in drei Zipfel ausgezogen. Links wird ein Stück abgetrennt. Der Zipfel rechts unten schnellt zurück. Rechts oben hat eine sehr kleine Portion schon die plasmatische Verbindung gelöst, rückt aber wieder an das dreieckige Reststück heran, das sich abrundet, während das Teilstück rechts unten abreißt. Danach folgt das Reststück dem Zug der Rhizopodien des oberen Zipfels. Dauer 41 Minuten.

Bildfeldbreite 1,8 mm; Hellfeld-Schräglicht; Aufn.-Freq. 8 B/min

Literatur

- [1] AWERINZEW, L.: Die Süßwasser-Rhizopoden. Russisch mit deutscher Zusammenfassung. Trudui St. Petersb. Obshch., Bd. 21. Zitiert nach HOOGENRAAD & DE GROOT, 1940 [6].
- [2] CIENKOWSKI, L.: Über einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. Mikr. Anat. 12 (1876), 15—50.

- [3] CLAPARÈDE, E., & J. LACHMANN: Etudes sur les infusoires et les rhizopodes. Deuxième partie. Anatomie et classification des rhizopodes, S. 413—467. Georg, Genf und Basel 1868. Extrait des tomes V, VI et VII des Mémoires de l'Institut Gènevois (1858—1860).
- [4] DE SAEDELEER, H.: Beitrag zur Kenntnis der Rhizopoden: morphologische und systematische Untersuchungen und ein Klassifikationsversuch. Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. Nr. 60 (1934), 112 S.
- [5] HARNISCH, O.: Wurzelfüßler, Rhizopoda. In: BROHMER, P., P. EHRMANN & G. ULMER (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Bd. 1, Lieferung 1b. Quelle & Meyer, Leipzig 1959, 75 S.
- [6] HOOGENRAAD, H. R., & A. A. DE GROOT: Zoetwaterrhizopoden en -Heliozoen (A Ia). In: BOSCHMA, H. (Hrsg.): Fauna van Nederland, Lieferg. 9. Sijthoff, Leiden 1940, 303 S.
- [7] MAUPAS, E.: Sur le Lieberkuehnia, Rhizopode d'eau douce multinucléé. C. R. Acad. Sci. (Paris) 45 (1882), 191—194.
- [8] PENARD, E.: Recherches sur deux Lieberkühnia. Arch. Protistenk. 8 (1907), 225—258.
- [9] PENARD, E.: Sur quelques rhizopodes des mousses. Arch. Protistenk. 17 (1909), 258—296.
- [10] VERWORN, M.: Psycho-physiologische Protistenstudien. Experimentelle Untersuchungen. Fischer, Jena 1889, 218 S.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1971 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 67 m, 6 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 dokumentiert Bewegung und Fortpflanzung von *Lieberkühnia wagneri* (Rhizopoda, Testacea).

Am Anfang stehen Szenen, welche die Tiere im Dunkelfeld bei der Ausbreitung ihres Rhizopodiennetzes vorführen. Dann folgen Ausschnitte aus einem wachsenden und einem ausgebreiteten Rhizopodiennetz. Zytoplasma mit Körnchen und Vakuolen strömt in den rhizopodialen Strängen in beiden Richtungen. Der Transport gefangener Ciliaten (*Paramecium trichium*) zum Zellkörper hin ist mit Verformung und allmählicher Auszehrung der Beuteorganismen verbunden.

Abschließend ist die Teilung zu sehen, die bei diesem vielkernigen Rhizopoden als mehrfache Durchschnürung abläuft.

Summary of the Film

The film documents locomotion and reproduction in *Lieberkühnia wagneri* (Rhizopoda, Testacea).

The introductory scenes depict some animals with darkfield illumination during emission of rhizopodia.

Parts of an outgrowing and an expanded rhizopodial network are then viewed at higher magnification. Cytoplasmic granules and vacuoles flow within the rhizopodial strands in both directions. The transport of captured ciliates (*Paramecium trichium*) towards the cell body is associated with deformation and gradual ingestion of the food organisms.

Lastly, cell division will be demonstrated, which, in the case of this multinucleate rhizopod, occurs as a multiple fission.

Résumé du Film

Le film documente le mouvement et la reproduction de la *Lieberkühnia wagneri* (Rhizopoda Testacea).

Les scènes du début présentent les animaux dans l'éclairage à fond noir lors de l'extension de leur réseau de rhizopodes. Viennent ensuite des séquences d'un réseau de rhizopodes en train de croître et d'un réseau déployé. Du cytoplasme avec des organites et des vacuoles s'écoule dans les deux sens dans les faisceaux rhizopodiaux. Le transport de ciliés captifs (*Paramecium trichium*) jusqu'au corps cellulaire est lié à la déformation et à l'ingestion progressive des organismes qui constituent la proie.

On peut voir enfin la division qui, pour ce rhizopode multinucléé, se déroule sous forme d'étranglements successifs.