

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 1640/1971

Chlamydothrys minor (Testacea) Bewegung und Fortpflanzung

Mit 2 Abbildungen

GÖTTINGEN 1971

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Chlamydothrys minor (Testacea) Bewegung und Fortpflanzung¹

H. NETZEL, Tübingen

Allgemeine Vorbemerkungen

Die Gattung *Chlamydothrys* ist eine artenarme Thekamöben-Gattung, die nur relativ kleine Formen enthält. Gegenwärtig rechnet man ihr acht bis neun Spezies zu (CHARDEZ [4], SCHÖNBORN [11]).

Bei der Namengebung verglich CIENKOWSKI [5] die glatte, eng anliegende Schale mit einem Mantel (gr. chlamys), die zahlreichen Pseudopodien mit Wimpern (gr. ophrys = Augenbraue) (WERNER [13]).

Dem Genus sind mehrere Arbeiten gewidmet worden (BELAR [1], [2], BREUER [3], DE SAEDELEER [6], POPOFF [9], SCHAUDINN [10], SCHÜSSLER [12]). Die wichtigste Studie ist die von BELAR [1] über die „Thekamöben der *Chlamydothrys*-Gruppe“. Sie enthält u. a. die Erstbeschreibung von *C. minor*.

Die im Film gezeigte Form (29—35 μm Länge) ist größer als *C. schaudinni* (24—28 μm), gleicht aber im Habitus, in der Schalenform, in der Größe des Kernes relativ zum Plasma und vor allem in der Dauer von Kern- und Zellteilung (siehe unten) *C. minor* (BELAR [1], S. 291: 16—20 μm ; S. 305: 15—17 μm). Deswegen zähle ich die vorliegende Form vorläufig zu dieser Art.

Die Thekamöbe ist von tropfenförmiger Gestalt. Ihre Schale ist dünn, farblos und verformbar. Sie liegt dem Protoplasten eng an und macht dessen Interphase-Wachstum mit. Von ihrer Existenz kann man sich leicht durch ein Plasmolyse-Experiment (z. B. mit 10%iger Glucose-Lösung) überzeugen.

Der Protoplast zeigt in schematischer Klarheit die bipolare Organisation und zonale Gliederung des Thekamöben-, „Weichkörpers“ (Abb. 1):

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

Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

1. Im Schalenfundus findet sich hyalines Protoplasma, das den kugeligen Kern umgibt. Dieser enthält im Zentrum einen großen, runden Nukleolus.

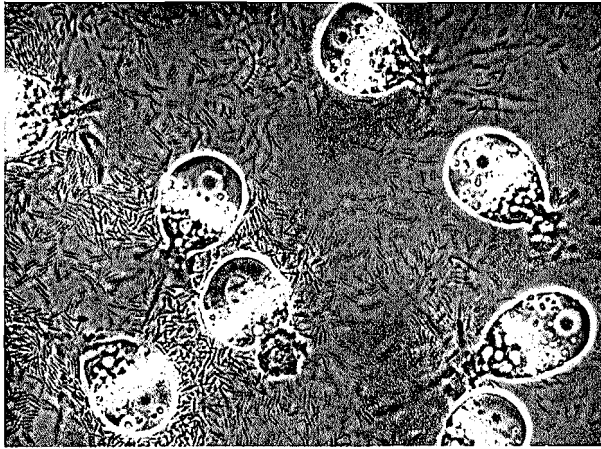


Abb. 1. *Chlamydomorphys minor* BELAR, mehrere Exemplare auf Agarplättchen mit *Aerobacter aerogenes*, Seitenansicht. Tropfenförmiger Habitus, Zytoplasma in Kernzone, Phäosomen-Zone und Alveolen-Zone gesondert. Ein Tier in Teilung (Prophase). Phasenkontrast-Aufnahme aus dem Film; Länge des Tieres links der Bildmitte = 29,6 μm

2. In der Mitte der Zelle, zugleich an der Stelle des größten Schalenquerschnitts, liegt die „äquatoriale Zone“ (CLENKOWSKI [5]) mit dunklen, stark lichtbrechenden Granula. Diese Zone ist sehr auffällig. Bei schwacher Vergrößerung erscheint sie als ein schwarzer Querstrich. Die chemische Natur der Granula und ihre zellphysiologische Bedeutung sind noch unklar. Wegen ihres gelblichen bis bräunlichen Farbtons bezeichnet BELAR [1] sie mit dem neutralen RHUMBLERSchen Terminus als „Phäosomen“. An der Peripherie der Phäosomen-Zone sind zahlreiche pulsierende Vakuolen asynchron tätig.

3. Die anschließende alveoläre Zone füllt den Schalenraum zwischen den Phäosomen und dem kreisrunden Pseudostom. Hierhin gelangt die phagozytierte, aus Bakterien, Pilzsporen, Amöbenzysten, Euglenen und anderen kleinen Flagellaten bestehende Nahrung; hier findet die Verdauung statt (Abb. 2).

Aus der Schalenöffnung ragt pseudopodienbildendes Plasma, von dem ein Fächer von Pseudopodien ausgeht. Die Pseudopodien sind gerade, zugespitzt, manchmal gegabelt, aber ohne Anastomosen und an der

Basis durch Lamellen verbunden. Sie werden als Filopodien bezeichnet (Abb. 2). Beim Zurückziehen werden sie häufig schraubig gewunden oder im Zickzack geknickt.



Abb. 2. *Chlamydothryx minor* BELAR, auf Agar, Seitenansicht. Bakterien (*Aerobacter aerogenes*) in den Winkeln zwischen Filopodien, im pseudopodialen Plasma und in Nahrungsvakuolen der Alveolen-Zone. Phäosomen-Zone hell; Kernzone homogen, Kern verschwommen. Phasenkontrast-Aufnahme aus dem Film; Breite der Schale = 25 μ m

Die Zellteilung weicht etwas vom typischen Testaceen-Modus ab. Es wird nämlich nicht zuerst für das eine der beiden Tochtertiere ein neues Gehäuse gebildet und dann die Kernteilung durchgeführt, sondern bei *Chlamydothryx* teilt sich zunächst der Kern mitotisch, und nach dem Übertreten eines Tochterkernes in eine kleine plasmatische Anlage vergrößert sich diese durch fast eruptiven Nachstrom von Zytoplasma und bildet die neue Schale.

Der zeitliche Verlauf dieser Vorgänge bei Zimmertemperatur gliedert sich nach BELAR [1] bzw. den eigenen Beobachtungen etwa so:

	BELAR, 1921 Film E 1640, 1971 (hängender Tropfen) (Agarplättchen)	
Teilungskandidat, zottige Anlage	0	0
Äquatorialring der Chromosomen	3'	5' 16''
Anaphase, Kern hantelförmig	5'	7' 28''
Tochterkern in Anlage übergetreten	11'	11' 16''
Individuen getrennt	21'	24' 48''

In der Gesamtdauer differieren die beiden Angaben um knapp 4'. Schon BELAR [1] stellte fest, daß die Schalenbildung auf Agar langsamer verläuft (50—80'') als im hängenden Tropfen (Sekundenbruchteile). Wenn man darüber hinaus die Unsicherheit bei der Festlegung des Zeitpunktes 0 und die Größenunterschiede der untersuchten Formen (vgl. S. 3) berücksichtigt, so ist die Übereinstimmung recht gut.

Die Chromosomen ordnen sich nicht in einer Metaphaseplatte, sondern in einem Äquatorialring an. Auf diese Besonderheit hat auch schon BELAR [1] hingewiesen.

Nach demselben Autor sollen die pulsierenden Vakuolen mit Beginn der Teilung ihre Funktion ruhenlassen und erst nach der Plasmateilung wiederaufnehmen. Das ist bei der im Film gezeigten Form nicht der Fall. Bis zum Ende der Kernteilung arbeiten die pulsierenden Vakuolen normal. Mit dem Übertritt des Tochterkernes in die Anlage stellen sie die Entleerung ein. Dadurch werden sie ungewöhnlich groß, z. B. 12—15 μm lang, so daß sie bis zu ein Drittel des Schalenvolumens ausfüllen. Kurz vor der Plasmateilung verkleinern sie sich und fangen wieder an zu pulsieren.

Verschlechterung der Umweltbedingungen wird mit Zystenbildung beantwortet, die innerhalb der Schale erfolgt. Die Enzystierung verläuft wie von BELAR [1] beschrieben. Eine eigene derbe Zystenhülle wird erst allmählich gebildet. Die Zysten, die im Film zu sehen sind, hatten dieses Stadium noch nicht erreicht. Demzufolge schlüpft bei der Zystenkeimung auch kein nackter Protoplast aus einer kugeligen Kapsel und bildet eine neue Schale, sondern das Zytoplasma resorbiert die Zystenmembran und nimmt seine ehemalige Schale wieder in Besitz. Die Filmaufnahmen zeigen, daß die Tätigkeit der pulsierenden Vakuolen (im Gegensatz zu BELARS Angaben) während der Enzystierung nicht erlahmt und auch in mehrere Wochen alten Zysten noch nachweisbar ist. Eine Reduzierung der Phäosomen während der Zystenkeimung ist nicht aufgefallen.

Zur Entstehung des Films

Das Objekt, *Chlamydomphrys minor* BELAR, stammt aus dem Belebtschlamm einer Londoner Kläranlage¹. Es läßt sich leicht auf Agarplatten züchten (Abb. 1) (BELAR [1], HARTMANN [7]). Ich verwandte 1% Agar in verdünnter Erdabkochung mit Phosphat- und Nitrat-Zusatz. Die Platten wurden bei Zimmertemperatur gehalten.

Mikroskop: ZEISS WL; Präparation: HEUNERT-Präparate [8]; Film: Kodak Eastman Double X, 35 mm Schwarzweiß-Negativ-Film; Kamera: Askania Z.

¹ Herrn ANTHONY BARK, Chelsea College, London, danke ich für die Überlassung der Stammkultur.

Filmbeschreibung¹

2 B/s

1. Acht Tiere auf Agar, inmitten von Bakterien. Tropfenförmiger Protoplast polar in 3 Zonen gegliedert. Schale eng anliegend, verformbar. Bildfeldbreite 195 μm ; Phaskontrast (Phako); Aufn.-Freq. 2 B/s (Alle Stadien sind in Seitenansicht aufgenommen.)

Nahrungsaufnahme

1 B/s und 2 B/s

2. Fokus auf dem Zellkörper eines mit 10%iger Glucose-Lösung plasmolysierten Tieres: Protoplast von der dünnen Schale zurückgezogen. Kern mit großem Nukleolus von relativ homogenem Plasma umgeben; in der Mitte die Phäosomen-Zone mit pulsierenden Vakuolen an der Peripherie; vorn die alveoläre Zone mit Nahrungsvakuolen. — Fokus auf dem Pseudopodienfächer: Nadelförmige, z. T. gegabelte, divergierende Filopodien sind proximal durch schwimmhautähnliche Lamellen verbunden.

Bildfeldbreite 120 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

3. Phagozytose von kleinen rundlichen Bakterien, die vom Plasma der pseudopodialen Lamellen umflossen und pseudostomwärts transportiert werden. — Von Pseudopodien auf Kern fokussiert, der ausnahmsweise mehrere verschieden große Nukleolen enthält.

Bildfeldbreite 120 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 1 B/s

4. Phagozytose von langen Stäbchen (*Aerobacter aerogenes*). Die Stäbchen werden im Winkel zwischen Filopodien vom Lamellenplasma aufgenommen und finden sich in Nahrungsvakuolen der alveolären Zone wieder. An der Basis des Pseudopodienfächers (links im Bild) entleeren sich nacheinander mehrere Vakuolen.

Bildfeldbreite 89 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 2 B/s

Kern- und Zellteilung

15 B/min und 30 B/min

5. Teilung auf Agar, Dauer 19 Minuten. Etwas Zytoplasma strömt aus der Schalenöffnung und bildet einen Tropfen mit zottiger Oberfläche. Der Nukleolus ist verschwunden, der Kern streckt sich quer zur Schalenlängsachse. Im Äquator werden Chromosomen als ein dunkles Band sichtbar, das in der Anaphase quer halbiert wird und auseinanderweicht, während sich der Kern hantelförmig durchschnürt. Nun schwenkt die Kernzone um 90° nach links. Gleichzeitig verkleinert sich der zottige

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

Tropfen, indem Zytoplasma vorübergehend in die Schale zurückfließt. Die Zellgrenzmembran des Tropfens faltet sich dabei noch stärker und bleibt als bäumchenartiges Gebilde vor der Schalenöffnung zurück. In den Kernen ist wieder ein Nukleolus zu sehen. Ein Tochterkern tritt jetzt unter Verformungen mit einem Teil des Zytoplasmas in die Anlage über. Während der Bewegung der Kerne sind keine Entleerungen der pulsierenden Vakuolen zu beobachten. Statt dessen erscheinen riesige Vakuolen auf der Seite, die der geschwenkten Kernzone gegenüberliegt, und verdrängen das Plasma. Die Phäosomen-Zone steht jetzt in der Schalenlängsachse. Die „Zotten“ des „Membranbäumchens“ verstreichen von proximal nach distal durch den erneuten Plasma-Einstrom. Mit der Durchschnürung des Zytoplasmas verkleinert sich die alte Schale. Die Kernzone schwenkt in den Fundus zurück. Zugleich verschwinden die riesigen Vakuolen; die Pulsationen beginnen wieder. Die dreifache Zonierung der Protoplasten bildet sich heraus, während die Individuen auseinanderkriechen.

Bildfeldbreite 89 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 15 B/min

6. Teilung auf Agar, ähnlicher Vorgang wie unter 5., Dauer 14½ Minuten. Kernzone schwenkt diesmal rechts herum. Zottige Oberfläche der Anlage und „Membranbäumchen“ besonders gut zu sehen. Übertritt einer Riesenvakuole in die Anlage, Tochtertiere rund, erst beim Fortkriechen tropfenförmig.

Bildfeldbreite 89 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 30 B/min

7. Teilung inmitten von Bakterien; ähnlich wie 5. und 6., Dauer 17½ Minuten. Verschwinden des Nukleolus, Metaphase- und Anaphase-Chromosomen deutlich. Übertritt einer Riesenvakuole in die Anlage. Erste Vakuolenpulsationen und Verschwinden der Riesenvakuolen diesmal kurz vor der Zytoplasmateilung. Sonderung der drei Plasmazonen nach der Trennung der Individuen.

Bildfeldbreite 89 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 30 B/min

Enzystierung, Zystenkeimung

4 B/min

8. Enzystierung. Ein Tier auf der Oberfläche einer alten Agarplatte. umgeben von Bakterien. Die Pseudopodien werden eingezogen. Zytoplasmabewegungen erlahmen, die Oberfläche wird ruhig. Der Zellkörper rundet sich ab und verkleinert sich. Die Zonierung des Plasmas bleibt erhalten. Die Phäosomen-Zone wird besonders breit, so daß der Kern bisweilen verdeckt ist. Die pulsierenden Vakuolen bleiben aktiv. Die Schale liegt dem Protoplasten dicht auf. Dauer der Einstellung 7 Stunden 24 Minuten.

Bildfeldbreite 89 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/min

9. Zystenkeimung. Zwei Zysten zwischen Bakterien auf einem frischen Agarplättchen. Beachte das Tier links! Pulsierende Vakuolen sind tätig. Der Protoplast schwillt, hebt sich von der Schale ab und bildet über der gesamten Oberfläche breite, niedrige, vakuolenhaltige Protuberanzen. Die Plasma-Zonierung ist zu erkennen. Nun werden Pseudopodien ausgesandt, welche die Umgebung abzutasten scheinen und den runden Zellkörper tropfenförmig ausziehen. Schließlich kriecht das Tier mit der alten Schale davon. Dauer bis zum Ausstrecken der Pseudopodien 1½ Stunden.

Bildfeldbreite 64 µm; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/min

Literatur

- [1] BELAR, K.: Untersuchungen über Thekamöben der Chlamydo-phrys-Gruppe. Arch. Protistenk. **43** (1921), 287—354.
- [2] BELAR, K.: Der Formwechsel der Protistenkerne. Eine vergleichend-morphologische Studie. In: Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie **6**. Fischer, Jena 1926, 420 S.
- [3] BREUER, R.: Fortpflanzung und biologische Erscheinungen einer Chlamydo-phrys-Form auf Agarkulturen. Arch. Protistenk. **37** (1917), 65—92.
- [4] CHARDEZ, D.: Histoire naturelle des protozoaires thécamoebiens. Les Naturalistes Belges **48** (1967), 484—576.
- [5] CIENKOWSKI, L.: Über einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Arch. Mikr. Anat. **12** (1876), 15—50.
- [6] 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.
- [7] HARTMANN, M.: Praktikum der Protozoologie. Fischer, Jena 1928⁵, 181 S.
- [8] HEUNERT, H. H.: Methoden zur Verhinderung von Schärfenschwankungen bei Zeiträfferaufnahmen von Agarkulturen. Research Film **4** (1962), 382—387.
- [9] POPOFF, M.: Über den Entwicklungszyclus von Amoeba minuta n. sp. Anhang: Über die Teilung von Amoeba sp. Arch. Protistenk. **22** (1911), 197—223.
- [10] SCHAUDINN, F.: Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. Arb. Kaiserl. Gesundheitsamt **19** (1903), 547—576. Mit Nachtrag von M. HARTMANN, in: FRITZ SCHAUDINNS Arbeiten. Voss, Hamburg 1911, 521—528.
- [11] SCHÖNBORN, W.: Beschalte Amöben (Testacea). Neue Brehm-Bücherei Nr. 357, Ziemsens, Wittenberg-Lutherstadt 1966, 112 S.
- [12] SCHÜSSLER, H.: Chlamydo-phrys schaudinni n. sp. Vorläufige Mitteilung. Arch. Protistenk. **22** (1911), 366—369.
- [13] WERNER, Cl. F.: Wortelemente lateinisch-griechischer Fachausdrücke in den biologischen Wissenschaften. Geest & Portig, Leipzig 1961², 471 S.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1971 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 57 m, 5½ 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 ist der Kenntnis der Biologie von *Chlamydomorphys minor* (Rhizopoda, Testacea) gewidmet.

Zunächst werden die Thekamöben in ihrem künstlichen Lebensraum, dem Wasserhäutchen auf der Oberfläche von Agarplatten, vorgestellt. Die wichtigsten Züge ihrer morphologischen Organisation sind: dreifache Zonierung des Protoplasten, Kern mit Nukleolus, pulsierende Vakuolen an der Peripherie der „Phäosomen-Zone“, Pseudopodien-Fächer aus Filopodien und plasmatischen Lamellen.

Das Vorhandensein einer dem Zytoplasma eng anliegenden Schale wird durch ein Plasmolyse-Experiment demonstriert.

Anschließend sind Lokomotion und Nahrungsaufnahme (Phagozytose von Bakterien) zu sehen.

In drei weiteren Szenen werden Kernteilung und Zellteilung dokumentiert.

Schließlich kann man die Bildung von Dauerstadien (Zysten) und deren Keimung verfolgen.

Summary of the Film

The film describes the biology of *Chlamydomorphys minor* (Rhizopoda, Testacea).

The thecamoebae are shown in their artificial habitat: the water film on the surface of an agar plate. The most important features of their morphology are: triple stratification of the protoplast; one nucleus with a spherical nucleolus in the centre; contractile vacuoles at the periphery of the "pneosomal zone"; and filopodia and lamellae of pseudopodial cytoplasm in a fan-like arrangement.

The existence of a test immediately adjacent to the cytoplasm is shown by experimental plasmolysis.

Locomotion and ingestion of food (phagocytosis of bacteria) are then demonstrated. Nuclear and cellular division are documented in the following three scenes.

Finally, one may see the development of cysts and their germination.

Résumé du Film

Le film est consacré à la connaissance de la biologie du *Chlamydomorphys minor* (Rhizopoda, Testacea).

Les thécamoebiens sont tout d'abord montrés dans leur habitat artificiel, c'est-à-dire la pellicule d'eau qui se trouve à la surface de plaques d'agar-agar. Les principales caractéristiques de l'organisation morphologique sont : répartition du protoplasme en trois zones, noyau avec nucléole, vacuoles contractiles à la périphérie de la "zone phéosomienne", éventail pseudopodial composé de filopodes et de lamelles cytoplasmiques.

L'existence d'un paroi adhérent très étroitement au cytoplasme est démontré par une expérience de plasmolyse.

On peut voir enfin la locomotion et l'ingestion de la nourriture (phagocytose de bactéries).

Les trois scènes suivantes documentent la division du noyau et celle de la cellule.

On peut suivre en dernier lieu le développement des kystes et le dékystement.