

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 1171/1967

Amoeba proteus (Amoebina)
Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung

Mit 1 Abbildung

GÖTTINGEN 1971

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Film E 1171

Amoeba proteus (Amoebina) **Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung¹**

K.-G. GRELL, Tübingen

Allgemeine Vorbemerkungen

Die Amöben (Amoebina) bilden die erste Ordnung der als Rhizopoda oder Sarcodina bezeichneten Protozoen. Um sie von den mit einer Schale ausgestatteten Thekamöben (Testacea) zu unterscheiden, wird gelegentlich auch von „nackten“ Amöben gesprochen.

Obwohl sich die Gestalt der Zelle bei den Amöben ständig verändert (deutscher Name: „Wechseltierchen“), zeigt jede Art einen bestimmten Habitus, der es ermöglicht, sie eindeutig zu bestimmen.

Manche Amöben lassen bei der Fortbewegung eine Polarität erkennen: sie kriechen stets mit der gleichen Region voran, so daß man ein Vorder- und ein Hinterende unterscheiden kann. Bei den Arten der Gattung *Trichamoeba* trägt das Hinterende fadenförmige Anhänge und wird daher als „Uroid“ bezeichnet. In anderen Fällen befindet sich die pulsierende Vakuole stets in der hinteren Region des Zellkörpers.

Auch die Beschaffenheit des Cytoplasmas ist artspezifisch verschieden. Während es bei manchen Amöben überall die gleiche Konsistenz zeigt, kann man bei vielen Arten ein äußeres Ectoplasma und ein inneres Endoplasma unterscheiden. Das Ectoplasma ist arm an Einschlüssen und erscheint daher mehr oder weniger hyalin. Das Endoplasma enthält dagegen alle wesentlichen Zellbestandteile, vor allem den Kern, die Mitochondrien, die Golgi-Komplexe, verschiedenartige Granula und Vakuolen. Diese Einschlüsse liegen in einer strukturlosen Grundsubstanz,

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

welche kontinuierlich in das Ectoplasma übergeht. Im Ectoplasma hat die Grundsubstanz eine mehr zähflüssige (gel-artige), im Endoplasma eine mehr dünnflüssige (sol-artige) Konsistenz. Wie Lebendbeobachtungen zeigen, kann sich das Ectoplasma in Endoplasma umwandeln und umgekehrt. Dieser „Ecto-Endoplasma-Prozeß“ beruht in erster Linie darauf, daß die Grundsubstanz ihren kolloidalen Zustand ändert.

Besonders charakteristisch für die einzelnen Arten sind die Pseudopodien. Es gibt „monopodiale“ Amöben, die nur ein einziges, oft nicht deutlich vom übrigen Zellkörper abgesetztes Pseudopodium zeigen, und „polypodiale“, die ständig mehrere Pseudopodien ausbilden. Zu den ersteren gehören die in Kahlhäuten lebenden sog. „Limax-Amöben“, zu den letzteren *Amoeba proteus*, die allerdings unter bestimmten Bedingungen vorübergehend „monopodial“ werden kann. Die Pseudopodien sind häufig lappenförmig (Lobopodien) und können dann, wie der übrige Zellkörper, aus Ecto- und Endoplasma bestehen. In vielen Fällen laufen sie spitz zu (Filopodien) und erscheinen dann meistens mehr oder weniger hyalin. Bei einigen marinen Amöben (Stereomyxidae) zeigen die Pseudopodien eine Tendenz, sich zu verzweigen und miteinander Querbrücken (Anastomosen) zu bilden.

Obwohl viele Untersuchungen über die Physiologie der „amöboiden“ Bewegung durchgeführt worden sind, ist es gegenwärtig noch nicht möglich, die Pseudopodienbildung wirklich zu verstehen, d. h. auf molekulare Prozesse zurückzuführen. Bevor man darangehen kann, eine allgemeine Theorie der „amöboiden“ Bewegung aufzustellen, müssen die verschiedenen Varianten studiert werden, wozu die vorliegenden Amöbenfilme beitragen sollen.

Daß die Amöben eine sehr heterogene Gruppe bilden, kommt auch in dem verschiedenen Aufbau ihrer Zellkerne und dem Verlauf der Mitose zum Ausdruck. Die meisten Arten besitzen nur einen Kern, der einen zentralen Nucleolus enthält („Karyosomkern“). Sind mehrere Nucleolen ausgebildet, so liegen sie unter der Kernhülle. Einige Amöben, vor allem die größeren Arten, sind mehrkernig.

Die Nahrungsaufnahme der Amöben erfolgt durch Phagocytose. Beuteorganismen wie Bakterien, Protozoen und Algen werden „umflossen“ und in eine Nahrungsvakuole aufgenommen, deren Wand aus der Zellmembran hervorgeht. In der Nahrungsvakuole findet die Verdauung statt. Enzymhaltige Bläschen, die sog. Lysosomen, können sich der Nahrungsvakuole anlegen und ihren Inhalt in sie entleeren.

Unverdauliche Stoffwechsellendprodukte werden durch die Zellmembran nach außen abgegeben.

Neben der Phagocytose spielt bei den Amöben auch die sog. Pinocytose eine Rolle, bei welcher sich unmittelbar an der Zellmembran oder an tubulären Einstülpungen derselben kleine Bläschen oder Vesikel nach innen abschnüren, die einen ausschließlich flüssigen Inhalt haben.

Organische Stoffe, vor allem Proteine, können die Pinocytose-Aktivität erhöhen. Wieweit sich die Amöben unter natürlichen Verhältnissen auf diese Weise ernähren, ist nicht genau bekannt. Jedenfalls können sich manche Arten unter Kulturbedingungen ganz auf die Pinocytose umstellen, so daß sie axenisch, d.h. in einer sterilen Nährlösung von geeigneter Zusammensetzung, gezüchtet werden können.

Durch die Phagocytose und Pinocytose wird ständig Material der Zellmembran verbraucht, das wieder ersetzt werden muß. Neuere Untersuchungen sprechen dafür, daß dieses Material von den Golgi-Komplexen bereitgestellt wird. Die von ihnen abgeschnürten Vesikel transportieren es an die Oberfläche, wo der Einbau in die Zellmembran erfolgt.

Amöben, die im Süßwasser leben, besitzen regelmäßig eine pulsierende Vakuole, die ihren wäßrigen Inhalt periodisch nach außen entleert. Wie bei allen Süßwasserprotozoen dient sie der Osmoregulation.

In temporären Gewässern oder in feuchter Erde lebende Arten haben meistens die Fähigkeit, sich bei beginnender Austrocknung oder bei eintretendem Nahrungsmangel zu encystieren. Die Cysten oder Sporen bestehen aus einer mucopolysaccharid-haltigen Hülle, deren Struktur artspezifisch sein kann. Manche Erdamöben bilden besondere „Sporenträger“ (Sporophore) aus, die in den Luftraum ragen und eine Weiterverbreitung der Sporen ermöglichen. Besonders kompliziert gestaltete Sporenträger werden von den sog. „kollektiven“ Amöben (Acrasina) errichtet (GERISCH [19]).

Eine monographische Bearbeitung der freilebenden Amöben des Meeres und des Süßwassers wurde von dem Amerikaner A. A. SCHAEFFER [14] vorgenommen.

Material und Aufnahmetechnik

Amoeba proteus LEIDY ist wohl die bekannteste Amöbe des Süßwassers. Ob „der kleine Proteus“, den RÖSEL von ROSENHOF bereits im Jahre 1755 erwähnt und abgebildet hat, mit der von LEIDY (1879) beschriebenen Art identisch ist, muß heute bezweifelt werden. Die Systematiker sind der Auffassung, daß die Art erstmals von O. F. MÜLLER (1786) eindeutig beschrieben worden ist und halten — aufgrund der internationalen Nomenklaturregeln — den Namen *Chaos diffluens* MUELLER für zutreffend. Da sich dieser Name jedoch nicht eingebürgert hat und unzählige wissenschaftliche Arbeiten den von LEIDY eingeführten Namen verwenden, soll hier an der gebräuchlichen Bezeichnung festgehalten werden.

Amoeba proteus ist meistens einkernig und mißt im ausgestreckten Zustand 300—600 μm . In ihrem Cytoplasma fallen bipyramidale Kristalle von ca. 4,5 μm Länge auf, die in Vakuolen eingeschlossen sind. Die Pseudopodien sind große Lobopodien, an denen die Differenzierung

in Ecto- und Endoplasma deutlich erkennbar ist. Bei ihrer Bildung fließt das achsiale Endoplasma nach vorn und wandelt sich an der Spitze des Pseudopodiums in Ectoplasma um.

Amoeba proteus kommt in stehenden, sauerstoffreichen Gewässern vor und ernährt sich von anderen Protozoen (Flagellaten, Ciliaten) und Algen.

Die im Film gezeigten Individuen stammen aus einer Kultur, bei welcher *Paramecium bursaria* als Futterorganismus verwendet wurde. Sie wurden für die Aufnahmen auf einen Objektträger oder in einen Roto-Compressor übertragen (HEUNERT und UHLIG [10]).

Die Aufnahmen wurden mit Hilfe eines Zeiss-WL-Stativs (Hellfeld, Phasenkontrast) durchgeführt. Als Objektive dienten Neofluare. Kamera: Askania Z; Filmmaterial: 35-mm-Schwarzweißfilm (Double X).

Filmbeschreibung¹

Fortbewegung, Ansicht von oben

4 B/s

1. und 2. Der Film zeigt zunächst zwei Amöben, dann ein Tier von oben bei der Fortbewegung.

Zu 1.: Bildfeldbreite 965 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 B/s

Zu 2.: Bildfeldbreite 1,2 mm; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 B/s

3. Anschließend wird die Pseudopodienbildung bei stärkerer Vergrößerung vorgeführt, wobei vor allem die Strömung des Endoplasmas deutlich wird.

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

4. Diese Aufnahme zeigt den Zellkern, dessen Aufbau für *Amoeba proteus* besonders charakteristisch ist: An der Peripherie liegen zahlreiche Nucleolen, die in der Aufnahme dunkel erscheinen.

Bildfeldbreite 120 μm ; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/s

Ansicht von der Seite

2 B/s

5. und 6. Die Amöbe kriecht am Rande eines Glassplitters. Die zweite Einstellung zeigt, wie ein Pseudopodium nach oben ausgestreckt und dann — da es keinen Kontakt findet — wieder zurückgebildet wird. Hierbei strömt das Endoplasma in entgegengesetzter Richtung, d. h. zum Zellkörper zurück. Nimmt man an, daß die Plasmaströmung auf einer

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

Kontraktion des Ectoplasmas beruht, so müßte diese an der Spitze des Pseudopodiums erfolgen.

Zu 5. und 6.: Bildfeldbreite 1,2 mm; Hellfeld; Aufn.-Freq. 2 B/s

Nahrungsaufnahme

4 und 24 B/s

7. Kommen Beuteorganismen — in diesem Falle Zellen von *Paramecium bursaria* — mit der Oberfläche der Amöbe in Berührung, so bildet sie an dieser Stelle ein Pseudopodium aus. Diese Reizreaktion beruht wahrscheinlich auf einer chemischen Wechselwirkung zwischen den Cilien des Beutetieres und der Zellhülle der Amöbe, ist aber physiologisch noch nicht genau untersucht.

Bildfeldbreite 965 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 24 B/s

8. und 9. Für diese Aufnahmen wurden der Roto-Compressor und Schräglicht verwendet. Die Amöben sind daher etwas zusammengepreßt, führen aber die Nahrungsaufnahme normal durch (Abb. 1). Die Pantoffeltierchen werden von Pseudopodien, die zu beiden Seiten der Beute vorgestreckt werden, umflossen, eine Art der Nahrungsaufnahme, die gelegentlich als „Zirkumvallation“ bezeichnet wird. Obwohl die Cilien der Pantoffeltierchen weiter schlagen, führen sie keine Fluchtreaktion aus. Erst nachdem sie von den Pseudopodien der Amöbe, die am Ende miteinander verschmelzen, umflossen worden sind, zeigen die Pantoffeltierchen lebhaftere Bewegungen innerhalb der „Nahrungsvakuole“. Diese werden aber schließlich wieder eingestellt, offenbar deshalb, weil in die Nahrungsvakuole Verdauungsenzyme abgeschieden werden. Die Wirkung dieser Enzyme ist auch daran zu erkennen, daß die Beutetiere ihre Form aufgeben und zu einem „Nahrungsbrei“ verschmelzen.

Zu 8. und 9.: Bildfeldbreite 470 μm ; Hellfeld-Schräglicht; Aufn.-Freq. 4 B/s

Zellteilung

15 und 30 B/min

10. und 11. Der Zellteilung geht die Kernteilung voraus, die nicht aufgenommen werden konnte. Zu Beginn der Zellteilung rundet sich die Amöbe ab („Abkugelungsstadium“) und bildet kurze runde Fortsätze nach allen Richtungen aus. Die beiden Tochtertiere kriechen — nach einigen unorientierten Bewegungen — schließlich auseinander.

Zu 10: Bildfeldbreite 765 μm ; Hellfeld-Schräglicht; Aufn.-Freq. 15 B/min

Zu 11.: Bildfeldbreite 765 μm ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 30 B/min

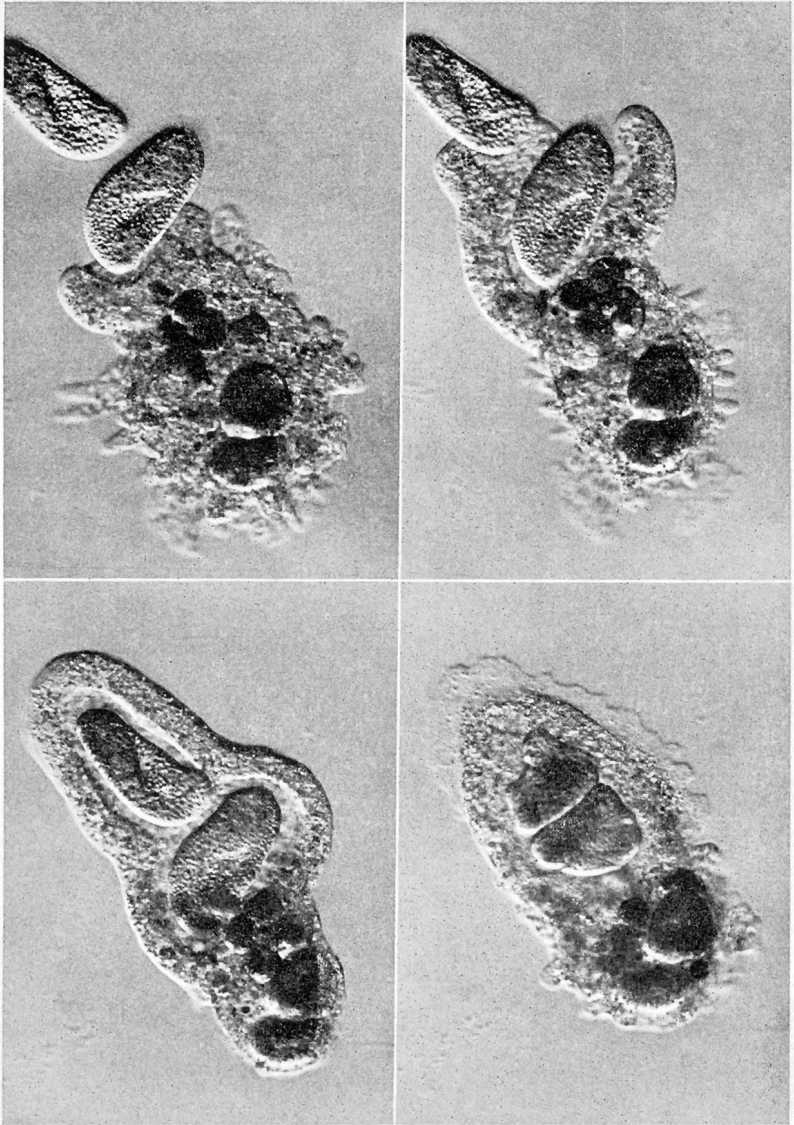


Abb. *Amoeba proteus*. Phagocytose zweier Zellen von *Paramecium bursaria*. Vergr. ca. 188fach

Literatur und Filmveröffentlichungen¹

- [1] ADAM, K. M.: A comparative study of the hartmannellid amoebae. *J. Protozool.* **11** (1964), 423—430.
- [2] DINGLE, A. D., und C. FULTON: Development of the flagellar apparatus of *Naegleria*. *J. Cell. Biol.* **31** (1966), 43—54.
- [3] GLÄSER, H.: Untersuchungen über die Teilung einiger Amöben, zugleich ein Beitrag zur Phylogenie des Centrosoms. *Arch. Protistenk.* **25** (1912), 27—152.
- [4] GRELL, K.-G.: Über den „Nebenkörper“ von *Paramoeba eilhardi* SCHAUDINN. *Arch. Protistenk.* **105** (1961), 303—312.
- [5] GRELL, K.-G.: Amöben der Familie Stereomyxidae. *Arch. Protistenk.* **109** (1966), 147—154.
- [6] GRELL, K.-G.: Protozoologie, 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1968), 511 S.
- [7] GRELL, K.-G., und G. BENWITZ: Die Zellhülle von *Paramoeba eilhardi* SCHAUDINN. *Z. f. Naturf.* **21b** (1966), 600—602.
- [8] GRELL, K.-G., und G. BENWITZ: Ultrastruktur mariner Amöben. I. *Paramoeba eilhardi* SCHAUDINN. *Arch. Protistenk.* **112** (1970), 119—137.
- [9] GROSIETSCH, TH.: Wechseltierchen (Rhizopoden). Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart 1958.
- [10] HEUNERT, H. H., und G. UHLIG: Erfahrungen mit einer neuen Kammer zur Lebendbeobachtung beweglicher Mikroorganismen. *Research Film* **5** (6) (1966), 642—649.
- [11] LIESCHE, W.: Die Kern- und Fortpflanzungsverhältnisse von *Amoeba proteus* (PALL.). *Arch. Protistenk.* **91** (1938), 135—186.
- [12] PAGE, F. C.: Taxonomic Criteria for *Limax* Amoebae with descriptions of 3 new species of *Hartmannella* and 3 of *Vahlkampfia*. *J. Protozool.* **14** (1967), 499—521.
- [13] RAFALKO, J.: Cytological observations on the amoeba-flagellate *Naegleria gruberi*. *J. Morph.* **81** (1947), 1—44.
- [14] SCHAEFFER, A. A.: Taxonomy of the Amoebas. Papers from the Department of Marine Biology of the Carnegie Institution of Washington. Vol. **24** (1926), 116 S.
- [15] SCHARDINGER, F.: Entwicklungskreis einer *Amoeba lobosa* (Gammamoeba): *Amoeba gruberi*. *S.ber. Kgl. Akad. d. Wiss. Wien* **108** (1899), 713—734.
- [16] SCHAUDINN, F.: Über den Zeugungskreis von *Paramoeba eilhardi* n.g. n.sp. *S.ber. Kgl. Preuß. Akad. Wiss.*, Berlin 1896.
- [17] SCHUSTER, F.: An electron microscope study of the amoeba-flagellate, *Naegleria gruberi* (SCHARDINGER) I. The amoeboid and flagellate stages. *J. Protoz.* **10** (1963), 297—313.
- [18] SCHUSTER, F.: An electron microscope study of the amoeba-flagellate, *Naegleria gruberi* (SCHARDINGER) II. The cyst stage. *J. Protoz.* **10** (1963), 313—320.

¹ Die mit ■ gekennzeichneten Literaturangaben gelten speziell für diese Begleitveröffentlichung.

- [19] GERISCH, G.: Entwicklung von Dictyostelium. Film C 876 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1963.
- [20] GRELL, K.-G.: Paramoeba eilhardi (Amoebina) — Fortbewegung. Film E 407 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1961.
- [21] GRELL, K.-G.: Hartmannella castellanii (Amoebina) — Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung. Film E 1169 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.
- [22] GRELL, K.-G.: Naegleria gruberi (Amoebina) — Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung. Film E 1170 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.
- [23] GRELL, K.-G.: Amoeba proteus (Amoebina) — Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung. Film E 1171 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.
- [24] GRELL, K.-G.: Corallomyxa mutabilis (Amoebina) — Formwechsel des Plasmodiums. Film E 1173 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.
- [25] GRELL, K.-G.: Paramoeba eilhardi (Amoebina) — Parasitische Bakterien im Zellkern. Film E 1174 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.
- [26] GRELL, K.-G.: Form und Bewegung freilebender Amöben. Film C 942 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.
- [27] GRELL, K.-G.: Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung freilebender Amöben. Film C 943 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1967.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1967 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 54 m, 5 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden in den Jahren 1965/66. Veröffentlichung aus dem Zoologischen Institut der Universität Tübingen, Prof. Dr. K.-G. GRELL, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H. KUCZKA, H. H. HEUNERT.

Inhalt des Films

Amoeba proteus zählt zu den bekanntesten Amöben des Süßwassers. Sie ist einkernig und besitzt große Lobopodien, die eine deutliche Differenzierung in Ecto- und Endoplasma erkennen lassen. Neben Aufnahmen von der Fortbewegung — von oben und von der Seite gesehen — zeigt der Film die Nahrungsaufnahme, und zwar das Fangen von Paramecien. Aufnahmen von der Zellteilung beschließen den Film.

Summary of the Film

The *Amoeba proteus* ranks among the most well-known fresh water amoebae. It is uninucleate and has large lobopodia which show a distinct differentiation of ectoplasm and endoplasm. Besides pictures of the locomotion, seen from top and side, the film shows the intake of food, i. e. catching of paramecia. The film is concluded with pictures of the cell division.

Résumé du Film

Amoeba proteus compte parmi les amibes d'eau douce les plus connues. Elle est mononucléaire et possède de grands lobopodes qui présentent une différenciation nette en ectoplasme et endoplasme. Outre des prises de vue de la locomotion — de dessus et de côté — le film montre l'ingestion, à savoir la capture de paramécies. Des prises de vue de la division cellulaire terminent le film.