

ISSN 0073-8417

# PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION  
**BIOLOGIE**

SERIE 11 · NUMMER 33 · 1978

FILM E 2502

*Rotaliella heterocaryotica* (Foraminifera)  
Nahrungsaufnahme, Teilung, Kammerbildung



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

*Angaben zum Film:*

Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 76 m, 7 min (24 B/s). Hergestellt 1977, veröffentlicht 1978.

Das Filmdokument ist für die Verwendung in Forschung und Hochschulunterricht bestimmt. Veröffentlichung aus dem Institut für Biologie III (Zoologie) der Universität Tübingen, Prof. Dr. K.-G. GRELL, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. D. HAARHAUS; Kamera und Schnitt: Dr. h. c. H. H. HEUNERT.

*Zitierform:*

GRELL, K.-G., und INST. WISS. FILM: Rotaliella heterocaryotica (Foraminifera) – Nahrungsaufnahme, Teilung, Kammerbildung. Film E 2502 des IWF, Göttingen 1978. Publikation von K.-G. GRELL und H. H. HEUNERT, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 11, Nr. 33/E 2502 (1978), 9 S.

*Anschrift der Verfasser der Publikation:*

Prof. Dr. K.-G. GRELL, Institut für Biologie III der Universität Tübingen, Lehrstuhl für Zoologie, Auf der Morgenstelle 28, D-7400 Tübingen 1.

Dr. h. c. H. H. HEUNERT, Institut für den Wissenschaftlichen Film, Nonnenstieg 72, D-3400 Göttingen.

---

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

Sektion MEDIZIN

NATURWISSENSCHAFTEN

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Herausgeber: H.-K. GALLE · Schriftleitung: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftlichen Ergänzungen zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien von etwa 500 Seiten zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus 4 Lieferungen mit einer entsprechenden Zahl von Einzelheften; jährlich erscheinen 1–4 Lieferungen in jeder Sektion.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film  
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen  
Tel. (05 51) 2 10 34

KARL-GOTTLIEB GRELL, Tübingen, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM, GÖTTINGEN:

Film E 2502

## **Rotaliella heterocaryotica (Foraminifera) – Nahrungsaufnahme, Teilung, Kammerbildung**

Verfasser der Publikation: KARL-GOTTLIEB GRELL und HANS HENNING HEUNERT (IWF)

Mit 3 Abbildungen

### *Inhalt des Films:*

**Rotaliella heterocaryotica (Foraminifera) – Nahrungsaufnahme, Teilung, Kammerbildung.** Der Film zeigt die kleine, polythalamie Foraminifere *Rotaliella heterocaryotica* bei der Aufnahme der Nahrung (hitzegetötete Zellen von *Dunaliella*), der multiplen Teilung (Agamogonie) und der Bildung neuer Kammern.

### *Summary of the Film:*

**Rotaliella heterocaryotica (Foraminifera) – Ingestion of food, fission, chamber formation.** The film shows the small, polythalamous foraminiferan, *Rotaliella heterocaryotica*, during ingestion of food (cells of *Dunaliella*, killed by heating), multiple fission (agamogony) and the formation of new chambers.

### *Résumé du Film:*

**Rotaliella heterocaryotica (Foraminifera) – Absorption de nourriture, division, formation de chambres.** Le film montre la petite foraminifère polythalamique, *Rotaliella heterocaryotica* pendant l'absorption de nourriture (cellules de *Dunaliella* tuées par la chaleur), la division multiple (agamogonie) et la formation de nouvelles chambres.

## **Allgemeine Vorbemerkungen**

Die Foraminifera oder Kammerlinge bilden eine Ordnung der Rhizopoda (Sarcodina) oder Wurzelfüßler. Sie besitzen eine Schale, die entweder ein einfaches Gehäuse darstellt (Monothalamia) oder aus mehreren Kammern besteht (Polythalamia), die während des Wachstums nacheinander gebildet werden. Ihre Pseudopodien sind sog. Rhizo- oder Reticulopodien, wurzelartig verzweigte, meist durch Querbrücken (Anastomosen) verbundene und dann oft netzförmig erscheinende Plasmastränge. An ihnen ist regelmäßig eine „Körnchenströmung“ in beiden Richtungen erkennbar. Die Reticulopodien dienen sowohl der Fortbewegung als auch dem Nahrungserwerb.

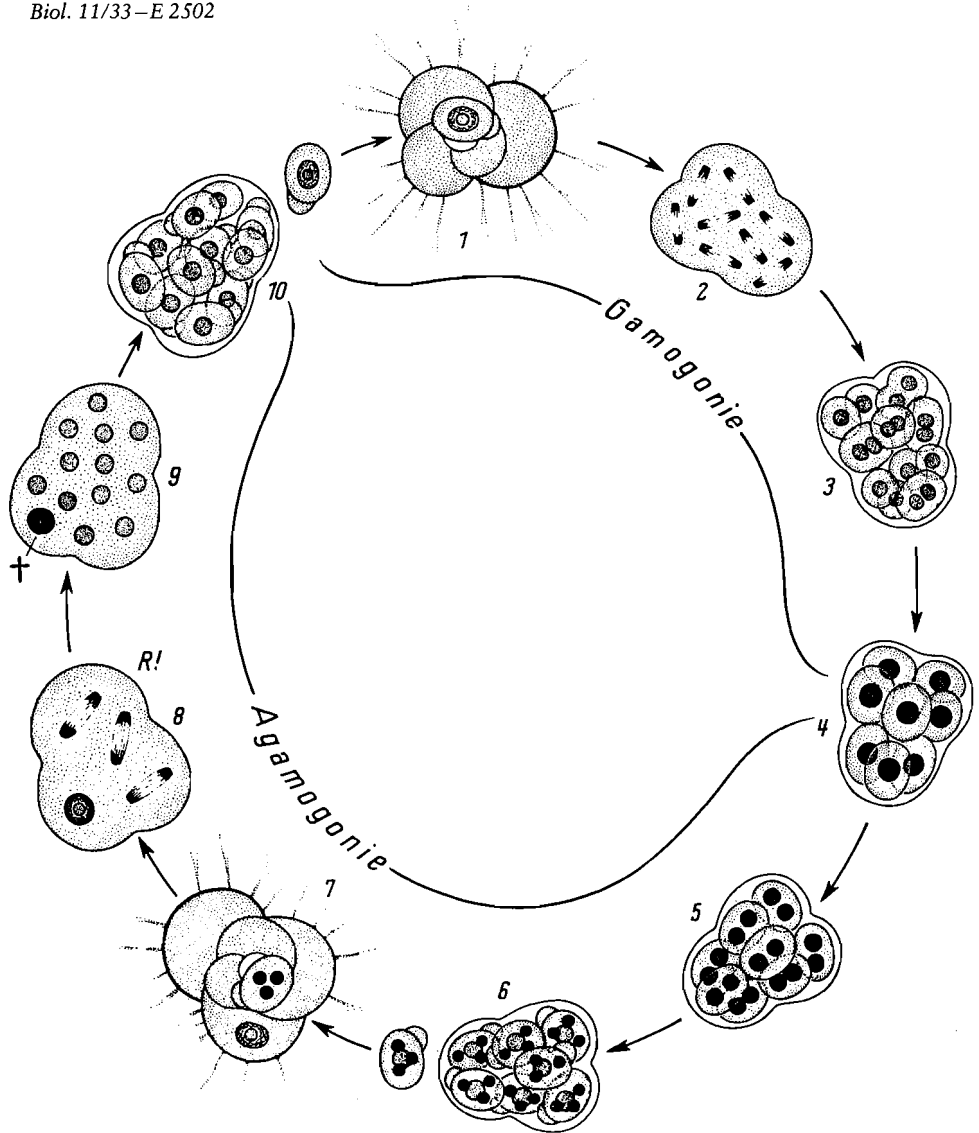


Abb. 1. *Rotaliella heterocaryotica*. Schema des Generationswechsels

1: erwachsener Gamont; 2: letzte Gamogoniemitose; 3: autogame Kopulation der Gameten; 4: Zygoten; 5: zweikernige Agamonten; 6: vierkernige Agamonten; 7: erwachsener Agamont; 8: erste meiotische Teilung; 9: Ende der zweiten meiotischen Teilung; 10: Agameten (= junge Gamonten); †: degenerierender Somakern

Die im vorliegenden Film gezeigte Art, *Rotaliella heterocaryotica*, erreicht eine Länge von etwa 90  $\mu\text{m}$  und bildet nur wenige Kammern aus. Nach dem von LOEBLICH und TAPPAN [7] aufgestellten System gehört sie zu den Rotaliina. Die ersten Individuen wurden aus Algenmaterial isoliert, welches von Rovinj (Adria) stammte. Seitdem wird die Art ununterbrochen gezüchtet (GRELL [3]).

Wie bei vielen Foraminiferen liegt auch bei *Rotaliella heterocaryotica* ein Generationswechsel vor, der mit einem Kernphasenwechsel verbunden ist (heterophasischer Generationswechsel, Abb. 1). Die sich geschlechtlich fortpflanzende Generation (Gamont) ist haploid, die sich ungeschlechtlich fortpflanzende Generation (Agamont) ist diploid.

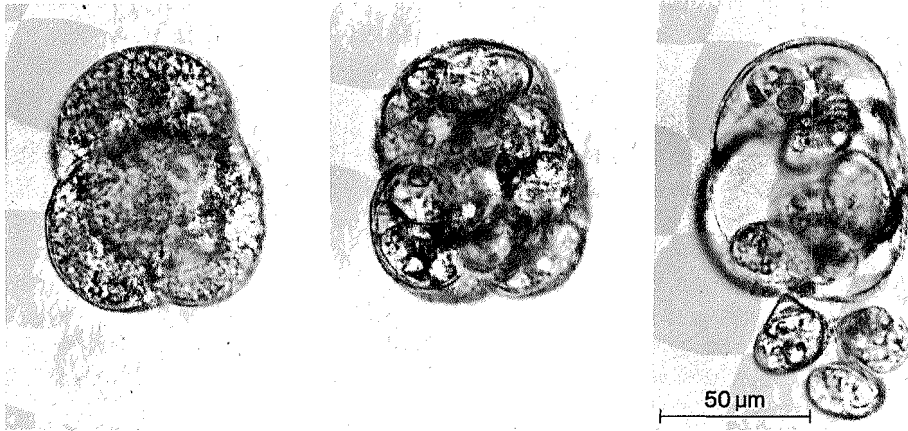


Abb. 2. Multiple Teilung eines Agamonten. (Einzelbilder aus dem Film)

Der Gamont besitzt nur einen Kern, der in der sog. Anfangskammer liegt (1). Wenn er zu einer bestimmten Größe herangewachsen ist, setzt die geschlechtliche Zellfortpflanzung (Gamogonie) ein. Nach einigen Kernteilungen, von denen die letzte synchron verläuft (2), entstehen amöboide Gameten, die innerhalb der Schale des Gamonten paarweise zu den Zygoten verschmelzen (3, 4). Es findet also eine Selbstbefruchtung oder Autogamie statt. Die Kerne der Zygoten teilen sich zweimal nacheinander, so daß die Zellen zunächst zwei- (5), dann vierkernig sind. Die Kerne der vierkernigen Zellen, welche die Schale des Gamonten als junge Agamonten verlassen, sind allerdings nur kurze Zeit gleich groß. Bald nach ihrer Bildung schwillt einer von ihnen an und lockert seine Struktur auf (6). Wenn die Agamonten mit dem Wachstum beginnen, bildet er einen Nucleolus aus und verläßt die Anfangskammer. Es kommt also zur Ausbildung eines sog. Kerndualismus (7), d.h. zur Differenzierung verschiedener Kerntypen innerhalb der gleichen Zelle. Nach Abschluß der Wachstumsphase beginnt die Meiose (8). An ihr beteiligen sich nur die kleinen Kerne, während der große pyknotisch wird und schließlich zerfällt. Die drei kleinen Kerne, deren Aufgabe offenbar darauf beschränkt ist, die genetische Information weiterzugeben, können als generativ, der große, stoffwechselphysiologisch aktive Kern als somatisch bezeichnet werden. Als Ergebnis der beiden meiotischen Teilungen enthält der Agamont – außer dem zugrundegehenden somatischen Kern (†) – zwölf Kerne (9). Bei der multiplen Teilung, welche

die ungeschlechtliche Zellfortpflanzung (Agamogonie) abschließt, wird um jeden Kern eine etwa gleich große Plasmamenge abgegrenzt, so daß normalerweise zwölf Tochterzellen ausschlüpfen (10). Sie sind die jungen Gamonten.

Über die Differenzierung, chemische Zusammensetzung und die Ultrastruktur der Zellkerne liegen verschiedene Untersuchungen vor (CZIHAK und GRELL [2], GRELL und BARDELE [5], ZECH [9]).

Da es technisch nicht möglich war, die Vorgänge an den Zellkernen kinematographisch zu erfassen, beschränkt sich der vorliegende Film auf die Demonstration der Nahrungsaufnahme, der multiplen Teilung und der Kammerbildung.

Ältere Angaben, daß schon an den Reticulopodien eine Verdauung stattfinden kann, werden durch die Filmaufnahmen nicht bestätigt. In allen Fällen wurden die den Reticulopodien anhaftenden Nahrungspartikel – in diesem Falle hitzgetötete Zellen von *Dunaliella* – durch die zentripetale Strömung zur Nabelregion der Schale befördert, wo sich wahrscheinlich eine besondere Öffnung zum Durchtritt der Pseudopodien befindet.

Von der Gametenbildung und -verschmelzung, die bei der naheverwandten Art *Rotaliella roscoffensis* im Leben zu sehen ist (s. GRELL [11]), konnten keine befriedigenden Aufnahmen erzielt werden. Es wird daher nur die multiple Teilung (Agamogonie) gezeigt (Abb. 2). Sie spielt sich bei *Rotaliella heterocaryotica*, zum Unterschied von der obengenannten Art, innerhalb der Schale des Muttertieres ab, deren Zwischenwände schon zu Beginn der Meiose aufgelöst werden.

Die Bildung neuer Kammern ist erst in groben Zügen bekannt. Theoretische Überlegungen, die RHUMBLER zu Beginn dieses Jahrhunderts anstellte, gingen von der Annahme aus, daß die Wand der neuen Kammer um einen, aus der Schalenöffnung vorquellenden Plasmotropfen abgeschieden wird, der mit der Oberfläche einen bestimmten „Randwinkel“ bildet. Einfache Beobachtungen an Foraminiferen mit transparenten Schalen zeigen jedoch, daß eine neue Kammer zunächst nur Flüssigkeit enthält und sich erst nach ihrer Fertigstellung mit Cytoplasma füllt.

In der Regel wird die Beobachtung der Kammerbildung durch eine Lage von Detrituspartikeln (z. B. leere Diatomeen – Schalen) erschwert, welche die Schale der Foraminifere umschließt, z. B. *Discorbis bertheloti* (LE CALVEZ [6]), *Rosalina floridana* (ANGELL [1]). Bei manchen Arten, z. B. *Heterostegina depressa* (SPINDLER et al. [8]) wird die Schale von einer plasmatischen Schicht umhüllt, innerhalb deren die Kammerbildung erfolgt.

*Rotaliella heterocaryotica* ist für das Studium der Kammerbildung besonders günstig (Abb. 3). Der Prozeß beginnt mit dem Vortreten eines flachen, fächerartigen Plasmaumes, an dessen Peripherie offenbar zunächst die „organische Membran“ (vgl. SPINDLER et al. [8]) abgeschieden wird, welche die Grundlage der neuen Kammer bildet. Diese Membran dehnt sich dann, wie die Zeitrafferaufnahmen zeigen, bis zu einem bestimmten Umfange aus. Man hat den Eindruck, daß hierbei ein von der Zelle ausgehender hydrostatischer Druck eine Rolle spielt. Nach ca. 2 Stunden hat die Membran ihren endgültigen Umfang erreicht und ist erstarrt; wahrscheinlich, weil nun die Verkalkung (Calcifikation) erfolgt, die bei *Rotaliella heterocaryotica* allerdings nur unbedeutend ist. Erst von diesem Zeitpunkt ab wird die Kammer allmählich mit Cytoplasma angefüllt.

### Zur Entstehung des Films

Die Zucht von *Rotaliella heterocaryotica* erfolgt in Petrischalen mit sterilem Seewasser. Als Nahrung wird ein „künstlicher Detritus“ aus hitzegetöteten Zellen von *Dunaliella* verwendet. Die Zuchttemperatur beträgt etwa 20° C.

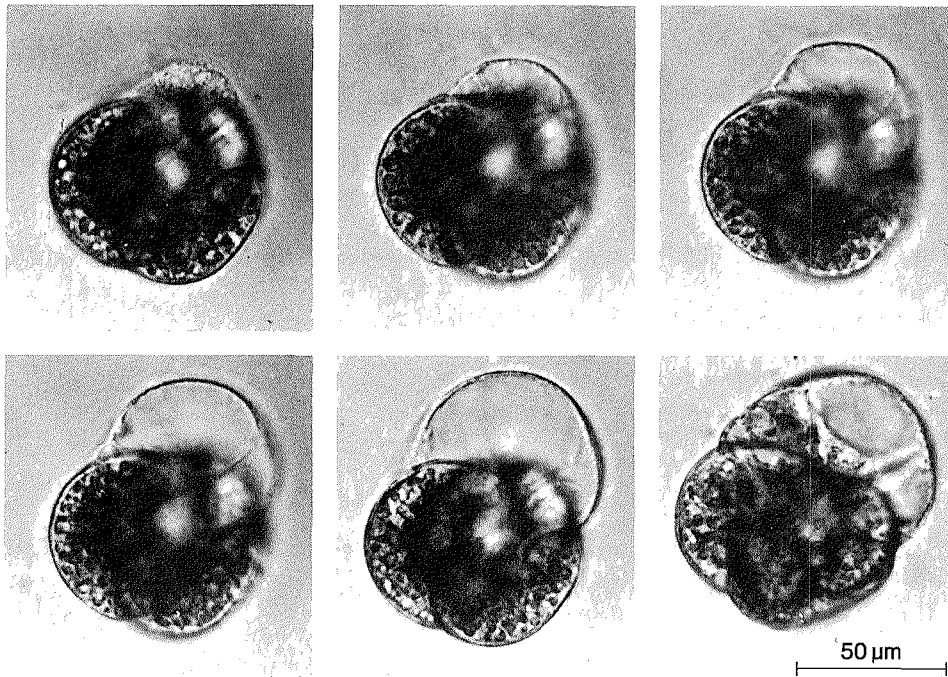


Abb. 3. Bildung einer neuen Kammer. (Einzelbilder aus dem Film)

Die Aufnahmen wurden an normalen und umgekehrten Mikroskopen durchgeführt. Für kurzzeitige Vorgänge wurden die Foraminiferen in kleine Mikrokammern überführt. Für alle länger dauernden Vorgänge (Teilung, Kammerbildung) wurden die Zellen in spezielle Petrischalen mit planparallelem Boden gebracht und mit seewasserfesten Tauchobjektiven aufgenommen, da der Sauerstoffvorrat in geschlossenen Präparaten nicht ausreichte.

### Filmbeschreibung<sup>1</sup>

1 B/s bis 8 B/s

1. Übersichtsbild: drei Individuen, von denen eins aus dem Bildfeld kriecht.

Bildfeldbreite 310 µm; Interferenzkontrast (Inko); Aufn.-Freq. 4 B/s

<sup>1</sup> Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

2. Einzeltier, stärker vergrößert.

Bildfeldbreite 120  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 1 B/s

3. Unterseite mit Nabelöffnung und Zähnchen.

Bildfeldbreite 63  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 B/s

4. Einzeltier mit ausgestreckten Reticulopodien. Übersicht.

Bildfeldbreite 195  $\mu\text{m}$ ; Phasenkontrast (Phako); Aufn.-Freq. 8 B/s

5. Teil eines Reticulopodiums, stärker vergrößert.

„Körnchenströmung“.

Bildfeldbreite 75  $\mu\text{m}$ ; Phako; Aufn.-Freq. 8 B/s

### *Nahrungsaufnahme*

4 B/s und 8 B/s

6.–8. Hitzegetötete Zellen von *Dunaliella* werden von den Rhizopodien zur Nabelöffnung befördert.

6. Bildfeldbreite 155  $\mu\text{m}$ ; Phako; Aufn.-Freq. 8 B/s

7. Bildfeldbreite 195  $\mu\text{m}$ ; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/s

8. Bildfeldbreite 96  $\mu\text{m}$ ; Phako; Aufn.-Freq. 4 B/s

### *Multiple Teilung*

1 B/min und 15 B/min

9. und 10. Bei der zweiten Aufnahme, die wegen ihrer langen Dauer unterbrochen wurde (Überblendung), handelt es sich ohne Zweifel um einen Agamonten, dessen multiple Teilung bis zum Schlüpfen der Gamonten verfolgt wird.

9. Bildfeldbreite 150  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 1 B/min

10. Bildfeldbreite 200  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 1 B/min

11. Leere Schale mit geschlüpfen Gamonten.

Bildfeldbreite 150  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 15 B/min

### *Kammerbildung*

8 B/min bis 30 B/h

12. Die Tochterzellen haben zunächst nur die Anfangskammer und eine kleinere, dieser uhrglasförmig ansitzende Zwischenkammer. Eine zweite, größere Kammer wird unmittelbar nach dem Ausschlüpfen gebildet.

Bildfeldbreite 200  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 30 B/h

13. und 14. Kammerbildung bei größeren Einzeltieren (Ende der Wachstumsphase).

13. Bildfeldbreite 200  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 8 B/min

14. Bildfeldbreite 200  $\mu\text{m}$ ; Hellfeld; Aufn.-Freq. 4 und 1 B/min



## Literatur

- [1] ANGELL, R.W.: The Process of Chamber Formation in the Foraminifer *Rosalina floridana* (Cushman). *J. Protozool.* **14** (1967), 566–574.
- [2] CZIHAK, G., und K.-G. GRELL: Zur Determination der Zellkerne bei der Foraminifere *Rotaliella heterocaryotica*. *Naturwissenschaften* **47** (1960), 211–212.
- [3] GRELL, K.-G.: Der Generationswechsel der polythalamen Foraminifere *Rotaliella heterocaryotica*. *Arch. Protistenk.* **100** (1954), 268–286.
- [4] GRELL, K.-G.: *Protozoology*. Berlin-Heidelberg-New York 1973, 554 S.
- [5] GRELL, K.-G., und C. F. BARDELE: Light- and electronmicroscopical Studies of the Foraminiferan *Rotaliella heterocaryotica*. Abstract V. Intern. Congress of Protozoology, New York (1977), pp. 364.
- [6] LE CALVEZ, J.: Recherches sur les foraminifères. I. Développement et reproduction. *Arch. Zool. exp. gén.* **80** (1938), 163–333.
- [7] LOEBLICH, A.R., und H. TAPPAN: Sarcodina (chiefly "Thecamoebians and Foraminiferida"). In: R. C. MOORE: *Treatise on Invertebrate Palaeontology, Part C Protista 2* (2 Vols). University of Kansas Press.
- [8] SPINDLER, M., und R. RÖTTGER: Der Kammerbauvorgang der Großforaminifere *Heterostegina depressa* (Nummulitidae). *Marine Biology* **18** (1973), 146–159.
- [9] ZECH, L.: Zytochemische Messungen an den Zellkernen der Foraminiferen *Patellina corrugata* und *Rotaliella heterocaryotica*. *Arch. Protistenk.* **107** (1964), 295–330.

## Filmveröffentlichungen

- [10] GRELL, K.-G.: Morphologie der Foraminiferen. Film C 801 des IWF, Göttingen 1959. Publikation von K.-G. GRELL. Göttingen 1959, 5 S.
- [11] GRELL, K.-G.: Fortpflanzung der Foraminiferen. Film C 802 des IWF, Göttingen 1959. Publikation von K.-G. GRELL. Göttingen 1960, 12 S.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1: Nach GRELL [3]; Abb. 2 und 3: Einzelbilder aus dem Film.