

ISSN 0073-8417

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION
BIOLOGIE

SERIE 19 · NUMMER 11 · 1987

FILM C 1631

**Der Formwechsel von
Thalassomyxa australis (Promycetozoida)**



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Tonfilm (Komm., deutsch oder engl.), 16 mm, farbig, 109 m, 10 min (24 B/s). Hergestellt 1985/86, veröffentlicht 1987.

Der Film ist für die Verwendung im 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: K.-H. SEACK.

Zitierform:

GRELL, K.G., und INST. WISS. FILM: Der Formwechsel von *Thalassomyxa australis* (Promycetozoida). Film C 1631 des IWF, Göttingen 1987. Publikation von K.G. GRELL, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 19, Nr. 11/C 1631 (1987), 10 S.

Anschrift des Verfassers der Publikation:

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

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

Sektion MEDIZIN

NATURWISSENSCHAFTEN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

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

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung 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 zusammengefaßt werden.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film

Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen

Tel. (05 51) 20 22 04

FILME FÜR FORSCHUNG UND HOCHSCHULUNTERRICHT

KARL G. GRELL, Tübingen, und INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM, Göttingen:

Film C 1631

Der Formwechsel von *Thalassomyxa australis* (Promycetozoida)

Verfasser der Publikation: KARL G. GRELL

Inhalt des Films:

Der Formwechsel von *Thalassomyxa australis* (Promycetozoida). *Thalassomyxa australis* ist ein plasmodialer Rhizopode des Meeres, der einen obligatorischen Formwechsel zeigt. In der Bewegungsphase ist er ein retikuläres Plasmodium, welches umherkriecht und die Nahrung durch Phagozytose aufnimmt. Außerdem kann eine Zerfallsteilung (Plasmotomie) und Verschmelzung mit anderen Plasmodien (Fusion) stattfinden. In der Ruhephase sind keine sichtbaren Bewegungsvorgänge festzustellen. Die Plasmodien sind durch ihre großen Verdauungsvakuolen gekennzeichnet. Der Film zeigt Übergänge zwischen beiden Phasen, insbesondere von der Ruhe- in die Bewegungsphase. Die letzte Sequenz, welche eine ganze Woche dauerte, veranschaulicht das Abweiden eines Diatomeenrasens unter mehrfachem, weitgehend synchronem Phasenwechsel.

Summary of the Film:

The Change of Phases in *Thalassomyxa australis* (Promycetozoida). *Thalassomyxa australis* is a plasmodial rhizopod of the sea performing an obligatory change of phases. In the motile phase it displays the appearance of a reticulate plasmodium which creeps about and ingests the food by phagocytosis. Besides, plasmotomy and fusion with other plasmodia may occur. In the resting phase no visible movements are discernible. The plasmodia are characterized by their large digestive vacuoles. The film shows transitions between both phases, especially from the resting to the motile phase. The last scene which took a whole week, illustrates the grazing of a "diatom lawn" with repeated, synchronous changes of phases.

Résumé du Film:

Le changement de forme de *Thalassomyxa australis* (Promycetozoida). *Thalassomyxa australis* est un rhizopode plasmodial marin qui montre un changement de forme obligatoire. Dans la phase de mouvement il est un plasmode réticulaire qui rampe çà et là et qui recoit sa nourriture par phagozytose. En outre une schizogonie (plasmotomie) et une fusion avec d'autres plasmodes peut avoir lieu. Dans la phase de repos on ne peut pas constater des processus de mouvement visibles. Les plasmodes sont marqués par leurs grandes vacuoles digestives. Le film montre des transitions entre les deux phases en particulier de la phase de repos à la phase de mouvement. La dernière scène qui dura une semaine entière illustre le broutage d'une pelouse de diatomées avec des changements de phases synchrones et multiples.

Allgemeine Vorbemerkungen

Thalassomyxa australis ist ein vielkerniger, plasmodialer Rhizopode. Er konnte aus Sandproben isoliert werden, die der Verfasser bei einer Australienreise in einer Bucht der Insel Rottneet (20 km westl. Perth, WA) sammelte und in einer Kühltasche mit nach Tübingen brachte (GRELL [4]).

Der Organismus, für den eine neue Ordnung der Rhizopoda oder Sarcodina aufgestellt wurde (Promycetozoida), ernährt sich von anderen Einzellern. Er konnte mit verschiedenen Futterorganismen, z.B. mit der pennaten Diatomee *Amphiprora*, der Volvocale *Dunaliella* und der Protococcale *Chlorella* in Kultur genommen und in Petrischalen gezüchtet werden. Die Art zeigt einen obligatorischen Formwechsel: eine Bewegungsphase und eine Ruhephase wechseln regelmäßig miteinander ab.

In der Bewegungsphase ist das Plasmodium netz- oder maschenförmig. Es ändert ständig seine Form und kann auf der Unterlage umherkriechen. Dabei erfolgt eine lebhafteste Plasmaströmung. Außerdem findet in der Bewegungsphase die Phagocytose statt. Die verschiedene Größe der Plasmodien ist darauf zurückzuführen, daß gelegentlich eine Zerfallsteilung oder Plasmotomie stattfindet, bei der kleinere Teilstücke entstehen. Außerdem können bei Nahrungsmangel winzige Knospen abgeschnürt werden, die im Wasser treiben und als „Schwebeknospen“ bezeichnet werden. Sie sinken an anderen Stellen zu Boden und wachsen wieder zu größeren Plasmodien heran. Schließlich kann es auch leicht zu einer Fragmentation der Plasmodien kommen und die abgelösten Bruchstücke treiben dann als „Schwebestadien“ im Wasser, wobei sie von den spontan entstandenen „Schwebeknospen“ höchstens durch ihre Größe zu unterscheiden sind. Schon die natürliche Turbulenz des Wassers kann zur Ablösung kleinerer Bruchstücke führen.

„Schwebeknospen“ und „Schwebestadien“ konnten nicht im Film gezeigt werden, weil sie bei nur geringfügigem Kontakt mit dem Objektträger oder Deckglas zu kriechenden Plasmodien werden.

Wie die Plasmodien der „echten“ Schleimpilze (Myxomyceten) besitzen die von *Thalassomyxa australis* ein Fusionsvermögen. Sobald sich zwei oder mehrere Plasmodien berühren, verschmelzen sie miteinander, eine Eigenschaft, die amöboide Zellen, z.B. die aggregierenden Amöben von *Dictyostelium*, nicht besitzen (s. Film C 876, [7]).

In der Ruhephase sind die Plasmodien völlig unbeweglich. Die Plasmaströmung kommt weitgehend zum Stillstand. Es findet auch keine Plasmotomie und Fusion statt. Sehr deutlich und für die Ruhestadien charakteristisch sind die Verdauungsvakuolen. Wie der Film veranschaulicht, ist ihr Erscheinungsbild, je nach *Dunaliella*- oder *Amphiprora*-Fütterung, verschieden.

Der Umfang der Ruhestadien richtet sich nach der Größe, welche die Plasmodien in der vorausgehenden Bewegungsphase erreicht hatten.

Einzelheiten der Phagocytose und der Phasen-Übergänge sind dem gesprochenen Kommentar zu entnehmen.

Der periodische Formwechsel von *Thalassomyxa australis* beruht auf einer „endogenen Rhythmik“ oder „inneren Uhr“. Experimentelle Untersuchungen, die im Botanischen Institut der Universität Tübingen durchgeführt wurden, ergaben, daß die

Periodenlänge *temperaturaabhängig* ist. Sie beträgt z.B. bei 10° C: 90 h, bei 22° C: 24 h und bei 27° C: 18 h. Es handelt sich also um eine sog. „circadiane“ Rhythmik (SILYN-ROBERTS, ENGELMANN and GRELL [5]).

Diese Temperaturabhängigkeit ist für circadiane Rhythmen ungewöhnlich. In den meisten Fällen ist die „innere Uhr“ unabhängig von der Temperatur. Man nimmt daher eine „Temperatur-Kompensation“ an. Ihr Fehlen bei *Thalassomyxa australis* könnte auf phylogenetisch ursprüngliche Verhältnisse – sozusagen auf eine „Ur-Uhr“ – hindeuten (s. auch SILYN-ROBERTS and ENGELMANN [6]).

Zum Verständnis der letzten Einstellung des Films sei darauf hingewiesen, daß der jeweils äußere Ring die „Freßfront“ darstellt, in der die Plasmodien der Bewegungsphase die Diatomeen phagozytieren, während die innerhalb der Freßfront zurückbleibenden konzentrischen Ringe aus den Überbleibseln der Verdauung, also den leeren Diatomeenschalen bestehen.

Wie die Zeitraffer-Aufnahme, die sich über eine Woche erstreckte, erkennen läßt, fand während des ganzen Vorganges eine vorübergehende Fusion der Plasmodien in der Bewegungsphase statt. Diese Beobachtung dürfte der Schlüssel dafür sein, daß der Formwechsel während der ganzen Zeit so außerordentlich synchron verlief.

Thalassomyxa australis gehört einem bisher noch nicht etablierten Taxon der Rhizopoden an. Es wurde daher vorgeschlagen, seiner Existenz durch eine Revision des Systems Rechnung zu tragen.

Dabei wurde davon ausgegangen, daß es innerhalb der sog. „nackten Amöben“ oder Gymnamoebia zwei Organisationsformen der Zellen gibt: die amöboide, die man als die ursprüngliche (plesiomorphe), und die plasmodiale, die man als die abgeleitete (apomorphe) Organisationsform betrachten kann.

Geht man davon aus, daß Plasmodien nicht nur vielkernige Zellen sind, sondern auch durch eine besondere, von einer zellspezifischen Grenzgröße unabhängige Fortpflanzungsweise, die Zerfallsteilung oder Plasmotomie, und durch ihr Fusionsvermögen gekennzeichnet sind, so handelt es sich um ein Merkmal von ausreichender Spezifität, um diejenigen systematischen Gruppen, die es gemeinsam haben (Synapomorphie), zu einem – wahrscheinlich monophyletischen – Taxon zusammen zu fassen. Diesem Taxon, für das sich – im Anschluß an DE BARY ([1]) – der Name „Mycetozoida“ empfiehlt, kann man diejenigen Gruppen gegenüberstellen, welche die amöboide Organisationsform zeigen („Amoebozoidea“).

Innerhalb der Mycetozoida lassen sich „Promycetozoida“ und „Eumycetozoida“ unterscheiden.

Die Promycetozoida sind Meeresbewohner und bilden keine Cysten oder Sporangien aus. Dazu würden die Gattungen *Thalassomyxa* und *Corallomyxa* (s. GRELL [2], [8]) gehören.

Die Eumycetozoida, welche ephemere Süßwassertümpel oder Feuchtsubstrate des Landes besiedeln, bilden Cysten oder Sporangien aus, welche die der Weiterverbreitung dienenden Sporen liefern. Bei den sog. „plasmodialen Schleimpilzen“ (Myxomyceeten) sind die Sporangien zu komplizierten Fruchtkörpern ausgestaltet.

Obwohl schon DE BARY [1] darauf hinwies, daß letztere „überhaupt nicht dem Pflanzenreiche angehören, sondern daß sie Thiere, und zwar der Abteilung der Rhizopoden angehörig sind“, werden sie auch heute noch vielfach zu den „Pilzen“ gerechnet.

Thalassomyxa australis ist also ein Organismus, der sowohl ein zellbiologisches als auch ein phylogenetisches Interesse verdient. Außerdem ist er ein Beispiel dafür, daß auch heute noch keineswegs alle Erscheinungsformen der eukaryotischen Einzeller bekannt sind und insbesondere die Erforschung der marinen Kleinlebewelt eine lohnende Aufgabe bleibt.

Zur Entstehung des Films

Für die Filmaufnahmen wurden Kulturen in Seewasser verwendet, das von der Biologischen Anstalt Helgoland bezogen, durch Filtration gereinigt und durch Erhitzen auf 80° C sterilisiert worden war. Als Futterorganismen dienten eine pennate Diatomee der Gattung *Amphiprora*, die sich in natürlichem Seewasser ohne Zusatz anderer Stoffe vermehrt und die Volvocale *Dunaliella*, welche in „FÖYN-Lösung“ gezüchtet wurde (GRELL [3]).

Erläuterungen zum Film

Wortlaut des gesprochenen Kommentars¹

24 B/s bis 5 B/h

Thalassomyxa australis ist ein einzelliger Organismus, der zu den Rhizopoden gehört. Er wurde 1984 in Sandproben entdeckt, die von der Westküste Australiens stammen. Die Lage der Sammelstelle spricht dafür, daß *Thalassomyxa australis* zur Mikrofauna der Gezeitenzone gerechnet werden kann.

Die Zelle ist ein vielkerniges Plasmodium, das in zwei verschiedenen Phasen auftritt. Zunächst wird die Bewegungsphase dargestellt.

Mit der Gestaltveränderung ist häufig eine Fortbewegung verbunden, die aber keine bestimmte Richtung erkennen läßt. Beide Bewegungsvorgänge sind durch lebhaftes Plasmaströmung gekennzeichnet.

Es gibt kleine und große Plasmodien. Sie können umfangreiche Maschenwerke bilden, die ihre Gestalt ständig verändern.

Die größeren Plasmodien können überwiegend aus Plasmasträngen bestehen; häufig dominieren aber auch zusammenhängende Flächen. Bei der Plasmaströmung werden auch die Einschlüsse des Cytoplasmas transportiert.

Die Plasmodien von *Thalassomyxa australis* stimmen mit denen der Myxomyceten darin überein, daß sie spontan in zwei oder mehrere Teilstücke zerfallen können, ein Fortpflanzungsvorgang, der als Zerfallsteilung oder Plasmotomie bezeichnet wird.

Umgekehrt können zwei oder mehrere Plasmodien, sobald sie sich berühren, auch jederzeit miteinander verschmelzen. Plasmotomie und Fusionsvermögen sind für echte Plasmodien charakteristisch.

Thalassomyxa australis ernährt sich von anderen Einzellern, die durch Phagocytose aufgenommen werden.

¹ Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.

Wichtige Futterorganismen sind Diatomeen. Die im Bild rechts oben liegende Diatomee - eine Art der Gattung *Amphiprora* - wird von einem Plasmastrang phagocytiert. Steht reichlich Nahrung zur Verfügung, so sind die Plasmodien schon nach kurzer Zeit mit Diatomeen angefüllt. Sie werden zunächst einzeln in kleine Vakuolen eingeschlossen, die später miteinander verschmelzen.

Auch Flagellaten, z.B. die Zellen der Volvocale *Dunaliella*, werden von *Thalassomyxa australis* gefressen.

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen, daß die Plasmodien die Fähigkeit besitzen, die Geißeln von *Dunaliella* festzuhalten und dadurch ein Entkommen der Zelle zu verhindern. Ein pseudopodienartiger Plasmastrang kann sich vor einer Geißel in zwei Äste spalten und sie dadurch gleichsam „in die Zange nehmen“.

Die Phagocytose der *Dunaliella*-Zellen wird dadurch erleichtert, daß sie sich häufig auf dem Boden festsetzen.

Schließlich sind die Plasmodien ganz mit *Dunaliella*-Zellen angefüllt. Nach der Bewegungsphase erfolgt regelmäßig die Umwandlung in die Ruhephase. Die Plasmodien enthalten nach *Dunaliella*-Fütterung zahlreiche periphere und eine wesentlich größere zentrale Verdauungsvakuole.

Beim Übergang von der Bewegungs- in die Ruhephase zieht sich das Plasmodium zu einer kompakten Masse zusammen. Die Plasmaströmung wird schließlich völlig eingestellt.

Sind Diatomeen phagocytiert worden, sieht die Ruhephase anders aus als bei *Dunaliella*-Nahrung. In den Ruhestadien der kleinsten Plasmodien ist eine zentrale Vakuole noch nicht erkennbar.

Bei größeren Ruhestadien ist gegen Ende der Verdauungszeit eine zentrale Vakuole ausgebildet, die alle peripheren Vakuolen aufgenommen hat.

Die größten Plasmodien sind in der Ruhephase unregelmäßig geformte langgestreckte Gebilde mit umfangreichen Verdauungsräumen.

Beim Übergang von der Ruhe- in die Bewegungsphase treten an der Peripherie pseudopodienartige Fortsätze aus. Sie scheinen die äußere Grenzschicht des Ruhestadiums zu durchbrechen. In ständigem Wechsel werden sie nach allen Richtungen vorgestreckt und wieder eingezogen. Schließlich nimmt das ganze Cytoplasma an den Bewegungsvorgängen teil; nur die Verdauungsvakuole bleibt ruhig liegen.

Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt den Bereich der Verdauungsvakuole, in dem die leeren Diatomeenschalen zu sehen sind.

Der Haufen von Kieselsäureschalen markiert die Stelle, wo eine Transformation von der Ruhe- in die Bewegungsphase stattgefunden hat.

Das obligatorische Abwechseln von Bewegungs- und Ruhephase ist für *Thalassomyxa australis* charakteristisch und wird hier in einer durchgehenden Aufnahme gezeigt.

Der Phasenwechsel beruht auf einer endogenen Rhythmik, die bei *Thalassomyxa australis* temperaturabhängig ist, während sie sich bei anderen Organismen als temperaturunabhängig erwiesen hat.

In diesem Beispiel dauerte die Ruhephase 12 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von 22° C.

Hier weidet *Thalassomyxa australis* einen Diatomeenrasen ab.

In der Bewegungsphase wachsen die Plasmodien und vermehren sich. Der jeweils äußere Ring entspricht der Ruhephase, während die inneren Ringe aus den leeren Diatomeenschalen bestehen. Der gesamte Vorgang dauerte eine Woche.

English Version of the Spoken Commentary¹

24 B/s bis 5 B/h

Thalassomyxa australis is a unicellular organism. Taxonomically it belongs to the Rhizopoda. It was discovered in samples of sand derived from the western coast of Australia. The location of the collecting place suggests that *Thalassomyxa australis* is a part of the tidal microfauna.

The cell is a multinucleated plasmodium. It displays two different phases; the so-called motile phase to be shown first. The plasmodium exhibits a permanent change of shape. This is frequently connected with locomotion which, however, prefers no definite direction. Both types of motility are characterized by a vivacious cytoplasmic streaming.

There are small and large plasmodia. They can form extensive meshworks, changing their shape continuously.

The larger plasmodia may consist predominantly of plasmatic strands; in other cases coherent areas prevail.

During the cytoplasmic streaming the inclusions of the cytoplasm are carried about.

The plasmodia of *Thalassomyxa australis* correspond to the plasmodia of the so-called "true slime molds" in their capability of falling into two or more pieces spontaneously, a type of cellular multiplication called plasmotomy.

On the other hand, two or more plasmodia can fuse with each other as soon as they come in contact.

Plasmotomy and the capability of fusion are characteristic for all true plasmodia.

Thalassomyxa australis feeds on other unicellular organisms to be engulfed by phagocytosis.

The main food organisms seem to be the silicious algae or diatoms. The diatom to be seen in the upper right-hand corner belongs to the genus *Amphiprora*. It is phagocytized by one of the pseudopodia-like projections of the plasmodium. If enough food is available, it takes only a short time to stuff a plasmodium full of diatoms. At first the diatoms become individually enclosed in small vacuoles. Later on, all the small vacuoles unite to form a large central vacuole.

Flagellates too may be captured, as for example the single cells of the green alga *Dunaliella*. Scanning electronmicrographs show that the plasmodia are able to fasten on to one of the two flagella and in this way prevent the cell from escaping.

A pseudopodium-like projection of the plasmodium can split into two branches in front of the flagellum and grip it like a pair of pincers.

Phagocytosis of *Dunaliella* is facilitated by the tendency of the cells to deposit on the substratum.

Finally, the plasmodia are filled up completely with *Dunaliella* cells.

¹ The headline in *italics* corresponds with the subtitle of the film.

After the motile phase, transformation into the resting phase occurs.

In the case of *Dunaliella* ingestion the plasmodia contain numerous small vacuoles at the periphery and one large vacuole in the center.

During transition from the motile to the resting phase the plasmodium contracts into a compact mass. Finally, the cytoplasmic streaming comes to rest completely.

If diatoms have been phagocytized, the resting phase looks different from that after *Dunaliella* feeding. In the resting phase of the smaller plasmodia no central vacuole is discernible.

In larger plasmodia an extensive vacuole arises which results from the successive merging of the peripheral vacuoles. The largest plasmodia of the resting phase are long and outspread formations of irregular appearance. They have voluminous digestive sacs.

During the transformation from the resting into the motile phase pseudopodia-like projections appear at the periphery. One gets the impression that they are breaking through the outer layer of the plasmodium.

They are extending and retracting in all directions. Finally, the whole cytoplasm participates in this process. Only the central vacuole stays on the spot.

The scanning electronmicrograph shows the area of the central vacuole, in which the empty shells of the diatoms are to be seen.

The accumulation of diatom shells indicates the site where a transformation from the resting into the motile phase took place.

The obligatory alternation of a motile and a resting phase is characteristic for *Thalassomyxa australis* and may be illustrated again by a continuous sequence.

Evidently the alternation of both phases is based on an endogenous rhythmicity. In most other organisms showing a biological clock, rhythmicity turned out to be temperature-independent.

Recent investigations in *Thalassomyxa australis* have shown, however, that rhythmicity is temperature-dependent in this case. In the sequence just presented, the resting phase lasted 12 hours at a temperature of 22° C.

The last sequence of the film exhibits *Thalassomyxa australis* grazing a lawn of diatoms. During the successive phases the plasmodia feed, grow und multiply. The outer ring corresponds to the „feeding front“ in each case, while the concentric rings left behind consist of accumulations of the empty diatom shells.

The whole sequence took about one week.

Literatur

- [1] DE BARY, A.: Über die Myxomyceten. Botan. Zeitung 16 (1858), 357–358, 361–364, 365–369.
- [2] GRELL, K.G.: Amöben der Familie Stereomyxidae. Arch. Protistenk. 109 (1966), 147–154.
- [3] GRELL, K.G.: Kultur der Protozoen. In: SCHLIEPER, C.: Methoden der meeresbiologischen Forschung. VEB Fischer-Verlag, Jena (1968), 220–225.
- [4] GRELL, K.G.: Der Formwechsel des plasmodialen Rhizopoden *Thalassomyxa australis* n.g.n.sp. Protistologica 21 (1985), 215–233.
- [5] SILYN-ROBERTS, H., W. ENGELMANN and K.G. GRELL: *Thalassomyxa australis* rhythmicity I. Temperature dependence. J. interdisc. Cycle Research 17, No. 2 (1986), 81–87.

- [6] SILYN-ROBERTS, H., and W. ENGELMANN: *Thalassomyxa australis*, a model organism for the evolution of circadian rhythms? *Endocyt. C. Res.* 3 (1986), 239–242.

Filmveröffentlichungen

- [7] GERISCH, G.: Entwicklung von *Dictyostelium*. Film C 876 des IWF, Göttingen 1963. Publikation von G. GERISCH, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol.*, Bd. 1, H. 2 (1964–1966), 127–140.
- [8] GRELL, K.G.: *Corallomyxa mutabilis* – Formwechsel des Plasmodiums. Film E 1173 des IWF, Göttingen 1967. Publikation von K.G. GRELL, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol.*, Bd. 5, H. 2 (1972), S. 107–125.