

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Wissenschaftlicher Film C 1042/1970

**Ungeschlechtliche Fortpflanzung der Grünalge
*Hydrodictyon reticulatum***

Begleitveröffentlichung von
Prof. Dr. A. PIRSON, Göttingen

Mit 5 Abbildungen

GÖTTINGEN 1972

Film C 1042

Ungeschlechtliche Fortpflanzung der Grünalge *Hydrodictyon reticulatum*

A. PIRSON, Göttingen

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Hydrodictyon reticulatum (L.) LAGERHEIM, das Wassernetz, ist der morphologisch höchstdifferenzierte Vertreter der Familie der Hydrodictyaceae innerhalb der Grünalgenordnung der *Chlorococcales*. Diese eigenartige Alge fällt schon dem bloßen Auge des geschulten Beobachters auf, wenn sie ihm am Rande von Seen, Teichen oder langsam fließenden Gewässern begegnet. Seit langer Zeit schon hat sie immer wieder das Interesse der Botaniker, darunter mancher sehr bekannter Forscher, erweckt (BRAUN [1], PRINGSHEIM [8], KLEBS [4], HARPER [2], JOST [3]). Auch heute noch bergen ihr Aufbau und ihr Lebenszyklus manche Probleme, darunter solche der Entwicklungsphysiologie von grundsätzlicher Bedeutung.

Das Wassernetz bildet eine lockere vielzellige Kolonie (Coenobium) aus sehr zahlreichen langgestreckten Einzelzellen, von denen in der Mehrzahl der Fälle je drei mit den Enden verbunden sind; daher haben die Maschen in der Regel sechseckigen Umriss (vgl. dazu JOST, HARPER). Es gibt jedoch viele Abweichungen von diesem Schema. Das weitmaschige Coenobium bildet einen beidseitig geschlossenen, lockeren Hohlzylinder („Schlauchnetz“) am natürlichen Standort je nach Alter und Außenbedingungen einige Millimeter bis zu mehreren Dezimetern lang. Die Einzelzellen wachsen oft bis zu Längen von 5—10 mm heran. Sie sind von einer ziemlich derben mehrschichtigen Wand umhüllt. Der

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 14 — 16.

Protoplast liegt der Zellwand an und schließt eine zentrale Vakuole ein. Er enthält einen zylindrischen Chloroplasten, der je nach Ernährungsbedingungen von kleineren oder größeren Lücken durchbrochen ist. Bei mikroskopischer Betrachtung erkennt man darin sogleich eine größere Zahl von Pyrenoiden, die mit Stärke umgeben sind. Weniger gut sind im Leben die äußerst zahlreichen Kerne zu beobachten. Es handelt sich um polyenergide Zellen (Coenocyten), wie sie auch von anderen Grünalgen (z. B. *Sphaeroplea*, *Cladophora*) bekannt sind.

Es gibt bei *Hydrodictyon reticulatum* zwei verschiedene Entwicklungsgänge. Ein vegetativer Zyklus, die ungeschlechtliche Bildung von Tochterkolonien in den Zellen des Mutternetzes, dient der Massenvermehrung, die in der günstigen Jahreszeit zur Produktion großer Algenwatten führen kann. Der generative Zyklus wird bei Eintreten ungünstiger Bedingungen in Gang gesetzt. Das Zygotenstadium kann dann der Erhaltung der Art dienen. Beide Entwicklungsgänge sind in Abb. 1 zusammengefaßt.

Die hier gegebene Darstellung und alle Einzelangaben (z. B. Zellgrößen) beziehen sich auf Kulturen eines bestimmten Stammes von *H. reticulatum* unter kontrollierten Anzuchtbedingungen. Unter diesen Voraussetzungen verhalten sich die beiden Zyklen weitgehend alternativ. Jedoch gibt es unter Verhältnissen, die denen des natürlichen Standorts näherkommen, auch viele Abweichungen und Übergänge. In einer ausführlichen Monographie sind diese von POCOCK [7] beschrieben und in Beziehung zum Normalverlauf der Entwicklung von *H. reticulatum* und anderen *Hydrodictyon*-Arten gesetzt worden. Auf solche Besonderheiten kann hier nicht näher eingegangen werden. Die wohl wichtigste Variante besteht darin, daß sich Zoosporen, die nicht zur Tochnernetzbildung kommen, in haploide Dauersporen umwandeln können. Aus ihnen tritt bei der Keimung ein einziger Schwärmer aus (anstelle der vier Keimsporen der Zygospore). Er verwandelt sich meist in ein Polyeder, aus dem über ein Keimnetz dieser vegetative Nebenzyklus geschlossen wird. Man ersieht daraus, daß die beiden Zyklen in ihren Merkmalen und Teilschritten nicht streng voneinander abgrenzbar sind. Isolierte Zoosporen können sich außerdem auch direkt zu vielkernigen Einzelzellen entwickeln, wobei sie „anarchisch“ wachsen (MOEWUS [5]), allerdings oft in einer bevorzugten Achse. In solchen Zellen können wieder normal gestaltete Kolonien entstehen.

Die beiden Abläufe der Entwicklung nach Abb. 1 lassen sich in Kultur lückenlos verfolgen. Die Umstellung vom vegetativen auf den generativen Zyklus kann durch einfache Anzuchtmaßnahmen erreicht werden; Stickstoffversorgung und Belichtung spielen dabei eine wichtige Rolle (vgl. hierzu NEEB [6]).

Im vorliegenden Film wird nur der vegetative Zyklus gezeigt. Der Ablauf der geschlechtlichen Entwicklung wird in einem anderen Film verfolgt.

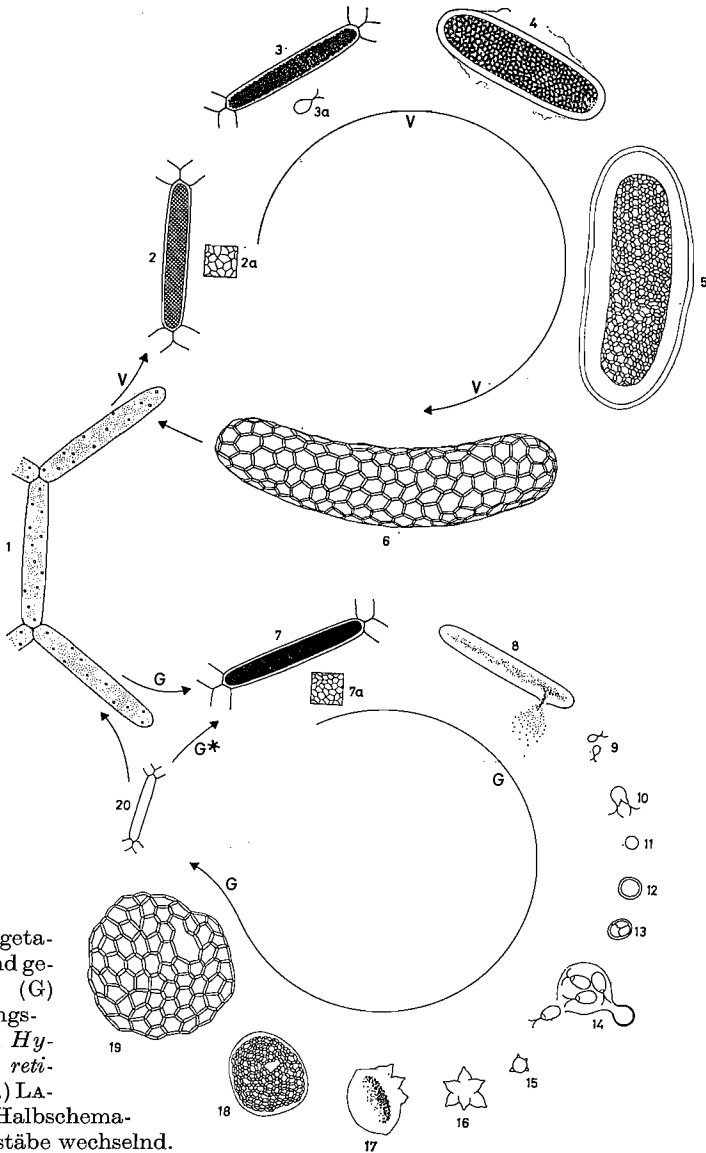


Abb. 1. Vegetativer (V) und generativer (G) Entwicklungszyklus von *Hydrodictyon reticulatum* (L.) LA-GERHEIM. Halbschematisch, Maßstäbe wechselnd.

1: Zellgruppe eines ausgewachsenen Coenobiums („Schlauchnetz“); 2: Aufgliederung des Protoplasten in einzelne Portionen („Pflasterstein“-Stadium, 2a); 3: Zelle mit eingeschlossenen Zoosporen (3a); 4: Zelle mit jungem Tochternetz; Außenmembran geplatzt; 5: Junges Coenobium in der verquellenden Hülle der Muttermembran; 6: Freie Tochterkolonie (Zellzahl dieses Coenobiums aus zeichnerischen Gründen stark vermindert!); 7: Bildung von Gameten (7a „Pflaster“-Stadium, vgl. 2a und Text); 8: Auspressen der Gameten durch eine Öffnung des Gametangiums; 9: Gameten (Größenvergleich mit 3a!); 10: Kopulation; 11: junge Zygote; 12: reife Zygote; 13: Meiosis; 14: Ausschlüpfen der Meiosporen; 15: junges Polyederstadium; 16: ausgewachsenes Polyederstadium; 17: Anlage des Scheibennetzes im Polyeder; 18: junges Scheibennetz, noch in der Polyederhülle; 19: Scheibennetz; 20: Zelle eines Scheibennetzes; 20: Zelle eines Scheibennetzes, in den vegetativen Zyklus übergehend

Material und Methode

Die vegetative Entwicklung und Vermehrung werden sichergestellt, indem man Jungkolonien (Abb. 2) in flachen Kulturschalen bei täglichem

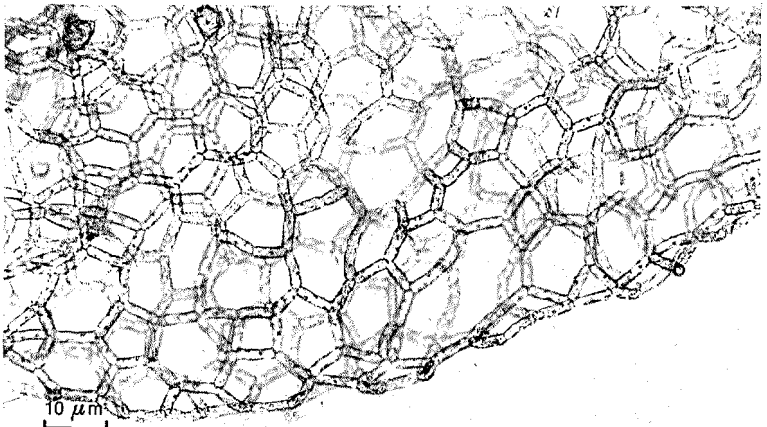


Abb. 2. Rand eines jungen Schlauchnetzes

Licht-Dunkel-Wechsel (Lichtzeit acht Stunden, 1000—2000 Lux) und 18° C kultiviert. Die Nährlösung hat folgende Zusammensetzung:
0,012 g KNO_3 ; 0,05 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 0,18 g K_2CO_3 ;
0,013 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,013 g KH_2PO_4 ; H_2O 1000 ml.

Dazu: 0,8 ml Eisen-EDTA (vorkomplexiertes Eisen, hergestellt aus 1,4 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ und 1,9 g Titriplex III durch Kochen mit H_2O und Aufüllen auf 100 ccm);

dazu 20 ml Erddekokt (Gartenerde und Wasser 1:1 vier Stunden im Dampftopf gekocht und dekantiert). Die Erddabkochung liefert die erforderlichen Spurenelemente und bildet nach NEEB zugleich einen wirksamen Schutz gegen schädliche Schwermetalle (besonders Kupfer, wogegen die Alge besonders empfindlich ist). Da die Nährlösung (pH7—8) sehr verdünnt ist, muß sie oft erneuert werden, und zwar nach Maßgabe des veränderlichen Verhältnisses von Lösungsvolumen zu Zellmaterial.

Die Filmaufnahmen wurden mit einer Askania-2-Kamera an einem Zeiss WL-Mikroskop gemacht. Als Objektive dienten Planachromate, Neofluare und Apochromate. Filmmaterial: Eastman Double-X 35 mm.

Der vegetative Entwicklungszyklus von *Hydrodictyon reticulatum*

Nach etwa sechs Wochen erreichen die Netze in solchen Kulturen eine Länge von etwa 1 m (Einzelzellen 5—10 mm). Dann tritt bei gleich-

bleibend guten Bedingungen spontan die Bildung von Tochternetzen ein, bei der in zwei bis drei Tagen das gesamte Mutternetz verbraucht wird. Durch bestimmte Maßnahmen (Änderung von Temperatur sowie Zeit und Stärke der Anzuchtbeleuchtung) kann man die vegetative Generationsdauer der Netze auf drei Wochen herabsetzen; doch wird dabei u. U. auf den generativen Entwicklungsablauf umgeschaltet.

In den Tagen vor der vegetativen Fortpflanzung nimmt infolge gesteigerter Mitoseaktivität die Kernzahl stark zu. In der Folge wird der zunächst hellgrüne Zellinhalt dichter und dunkler. Bei stärkerer Vergrößerung — wie auch im Film — sieht man die Pyrenoide unter Schwund ihrer Stärkehüllen im nunmehr fein granulierten Protoplasten „untertauchen“. Es kommt dann zur Aufteilung des vielkernigen Protoplasten in viele, meist einkernige und zunächst nackte Portionen. Ihre Begrenzungslinien, je nach optischer Einstellung hell oder dunkel erscheinend, bilden eckige Konturen (Abb. 3). Die mikroskopische Aufsicht entspricht dem

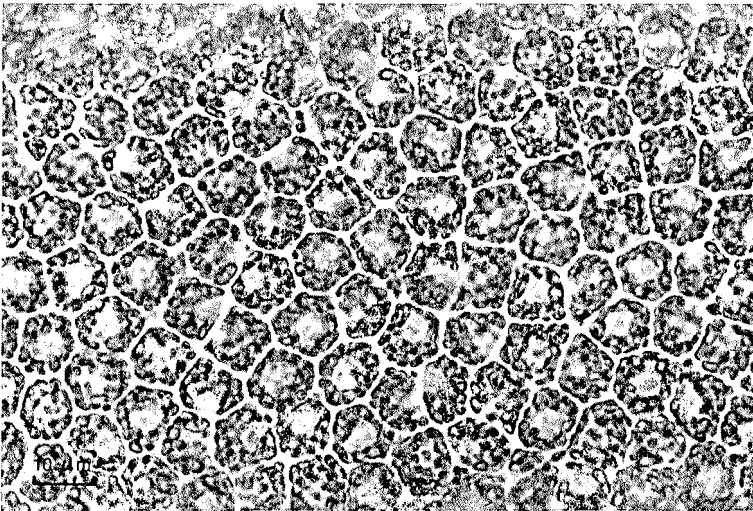


Abb. 3. Zoosporenbildung: Aufteilung des Plasmas in einkernige Portionen.
Die hellen Bereiche zwischen den Plastiden sind die Zellkerne

treffenden Ausdruck „pavement stage“ (Pocock), d. h. Straßenpflasterstadium. Nach einigen Stunden haben sich die Plasmaportionen abgerundet und sind dabei in ein unruhiges Zittern geraten. Es haben sich begeißelte Zoosporen gebildet; ihre Bewegung ist noch behindert, in erster Linie durch die dichte Packung im Raum des bisherigen Plasmasclauches, der nach außen und innen durch Ektoplasmaschichten (mit Plasmalemma bzw. Tonoplast) abgegrenzt bleibt. Die Umhüllung der

Zentralvakuole ist für die weitere Entwicklung wesentlich, weil sie bei der Bildung des jungen Hohlnetzes als Unterlage dient.

Die beiden Geißeln der Zoosporen sind innerhalb der Mutterzelle schwer zu beobachten. Deutlich erkennt man sie im Film an Zoosporen, die durch Aufreißen der Zellwand isoliert und auf einer Agarschicht an einer stärkeren Bewegung gehindert wurden. Nahe am Geißelpol sind pulsierende Vakuolen zu erkennen. Das Chloroplastenmaterial kann in einer oder mehreren Portionen vorliegen. Frühzeitig treten darin neue Pyrenoide auf. Augenflecke wurden am vorliegenden Material nicht beobachtet. Einzelne große Zoosporen mit zwei voneinander getrennten Geißelpaaren sind wohl als Zwillingsbildungen infolge unvollständiger Plasmaaufteilung zu werten.

Da sich die inneren sehr quellfähigen Wandschichten nunmehr in die Breite und Länge ausdehnen, platzt die viel weniger dehn- und quellbare Außenschicht meist in mehreren aufeinanderfolgenden Sprüngen ab. Reste derselben bleiben, oft zusammengerollt, an der inneren Wand

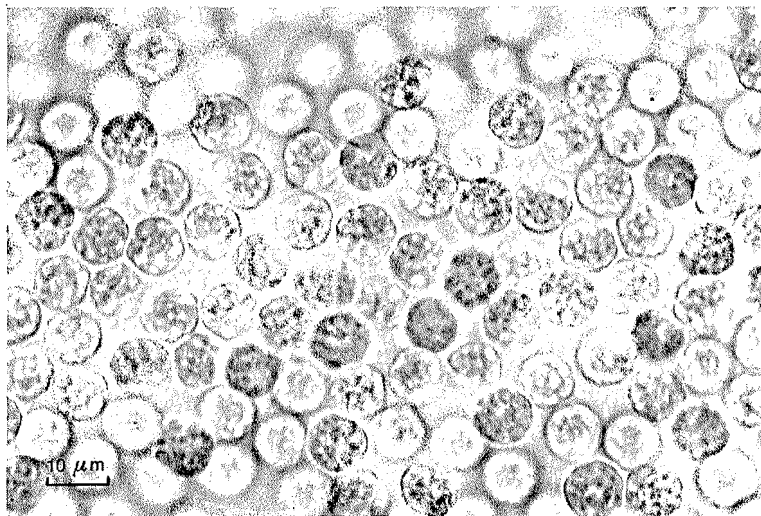


Abb. 4. Zoosporen im Zustand höchster Beweglichkeit
(Geißeln nicht sichtbar)

haften. Diese quillt weiter auf, wobei der Spielraum für die Zoosporen etwas größer wird, da die alte Vakuole nicht an der Volumenzunahme teilnimmt (Abb. 4). Die lebhafteste Bewegung der Zoosporen, bei der nunmehr auch ein Ortswechsel möglich wird, ist nur von kurzer Dauer; die Zellen kommen in dem noch immer begrenzten Außenraum der Mutterzelle nach etwa einer Stunde zur Ruhe; sie haben sich dann nach dem

Schema eines Sechseckmusters zusammengefunden und damit das junge Tochternetz angelegt. Dieser trotz vieler Diskussionen noch ungeklärte Aggregationsvorgang ist wie die gesamte Zoosporenbildung sehr stör-anfällig. Unter den Zwangsbedingungen der Filmaufnahme wird das Zellmuster der Tochterkolonien weniger genau eingehalten als in einer ungestörten Kultur. In dieser tritt die vegetative Vermehrung nach Einsetzen der Dunkelzeit ein; in der Natur hat man die jungen Tochternetze vor allem in den frühen Morgenstunden beobachtet.

Während sich die Zoosporen formieren, verquellen die verbliebenen Schichten der alten Membran immer mehr. Die junge Kolonie wächst in der sich ausdehnenden Hülle heran. Ihre zunächst rundlichen Einzelzellen werden zunehmend zylindrisch. Die alte Vakuole schrumpft während dieser Zeit zusammen und verschwindet. Die Tochternetze werden schließlich frei. An der völligen Beseitigung der leeren Hüllen wirken offensichtlich Bakterien mit. Es sei hier erwähnt, daß sich die Wand der Mutterzelle bei der Gametenfreisetzung im Laufe der generativen Entwicklung durchaus anders verhält.

In den jungen Kolonien, deren Zellen zunächst einkernig sind (Abb. 5), beginnt die freie Kernteilung etwa am zweiten Tage, wenn sich die Einzelzelle auf das Dreifache des Zoosporendurchmessers gestreckt hat.

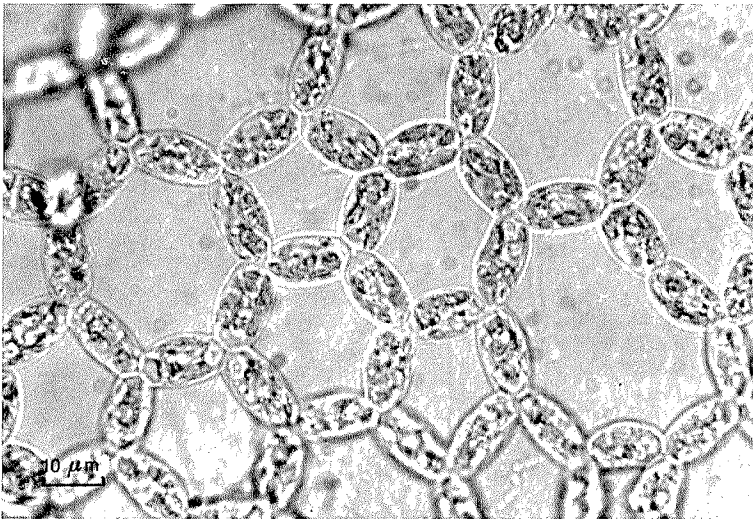


Abb. 5. Junges Tochternetz mit noch abgerundeten, einkernigen Zellen

Das unter günstigen Bedingungen sehr rasche Gesamtwachstum der jungen Netze wird im Film stark gerafft gezeigt. Man beachte, daß die Netze dabei entgegen dem Anschein in derselben Ebene verbleiben.

Erläuterungen zum Film¹

Differenzierung der Zoosporen Bildung des jungen Schlauchnetzes

Normale Geschwindigkeit und
Zeitraffung 1 : 6 bis 1 : 5760

1. Übersichtsaufnahme eines erwachsenen Schlauchnetzes.
Bildfeldbreite 20 cm; Aufn.-Freq. 24 B/s

Das Wassernetz *Hydrodictyon reticulatum* bildet schlauchförmige Zellkolonien, die über 1 m lang werden können. Das Netzwerk der Zellen hat einen locker-flexiblen Habitus.

Hydrodictyon gehört zu den Grünalgen und gilt als ein Endglied der Ordnung der Chlorococcales. Es tritt gelegentlich am Rande von Teichen und Seen auf. Seine Entwicklung kann bei Anzucht in Nährlösung genau verfolgt werden.

2. Ausschnitt aus einem Schlauchnetz.
Bildfeldbreite 2 cm; Aufn.-Freq. 24 B/s

Wie der Koloniausschnitt zeigt, sind häufig drei Zellen mit ihren Enden sternförmig verbunden. Die vielkernige Einzelzelle kann bis zu 2 cm heranwachsen.

3. Schlauchnetzbildung einer Zelle in der Übersicht. Dunkelwerden der Zelle, Zoosporenbildung und Netzbildung.
Bildfeldbreite 3 mm; Aufn.-Freq. 8 B/min und 30 B/min

Hier eine teilungsbereite Einzelzelle eines ausgewachsenen Netzes bei schwacher Vergrößerung. Unter Zeitraffung ist das allmähliche Dunkelwerden des anfänglich hellgrünen Zellinhalts zu erkennen.

Im Verlauf der vegetativen Entwicklung weist das Protoplasma am Zellrand eine unregelmäßige Bewegung auf. Später hebt es sich von der umgebenden Wand ab. Der Zellumfang weitet sich. Gleichzeitig tritt eine merkliche Streckung der Zelle ein. Die Bewegung erfaßt den gesamten Zellinhalt, erreicht einen Höhepunkt und kommt nach einiger Zeit zum Stillstand.

4. Schlauchnetzwachstum in der Übersicht.
Bildfeldbreite 2,95 mm; Aufn.-Freq. 2 B/min

Jetzt ist bereits die junge Tochterkolonie zu erkennen, die sich gleichzeitig mit der alten Zellwand kräftig streckt.

¹ Die kleingedruckten Abschnitte geben den Wortlaut des im Film gesprochenen Kommentars wieder. — Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.

5. Schlauchnetzbildung bei stärkerer Vergrößerung. Vom Platzen der Wand bis zur Tochternetzbildung.
Bildfeldbreite 1,8 mm; Aufn.-Freq. 8 B/min
Bei starker Vergrößerung wird das Abheben des jungen Schlauchnetzes von der alten Wand deutlich. Ihre äußeren Schichten platzen in einzelnen Stücken ab.
Während der Verlängerung des jungen Schlauchnetzes reißen weitere Schichten der alten Zellhülle ab und ziehen sich in Bildmitte zusammen.
6. Schlauchnetz in der Mutterzelle mit Resten der äußeren Wand.
Bildfeldbreite 765 μm ; Aufn.-Freq. 4 B/s
Die Tochterkolonie ist zunächst umhüllt von der inneren Wand der Mutterzelle.
Abgeplatzte Teile der äußeren Schichten haften ihr noch an.
7. Verschwinden der Pyrenoide und Pflasterstadium bei der Zoosporenbildung.
Bildfeldbreite 125 μm ; Aufn.-Freq. 1 B/min
Nun bei stärkerer Vergrößerung zurück zur Differenzierung der Zoosporen.
Die großen hellen Partikel sind keine Kerne, sondern Pyrenoide. Sie entziehen sich der weiteren Beobachtung, indem sie unter Abnahme ihrer Größe aus der Ebene der Plasmaschicht in den Hintergrund zurücktreten. Das Plasma zeigt in der Zeitraffung starke Bewegung und teilt sich in einzelne Portionen auf.
8. Nochmals das Verschwinden der Pyrenoide und das Pflasterstadium bei der Zoosporenbildung.
Bildfeldbreite 120 μm ; Aufn.-Freq. 1 B/min
In dieser Aufnahme ist das Verschwinden der Pyrenoide noch einmal zu beobachten.
Bei der Zergliederung des Protoplasmas erhält jede Portion einen hier nicht sichtbaren Kern.
9. Langsam sich steigernde Bewegung der Zoosporen.
Bildfeldbreite 120 μm ; Aufn.-Freq. 4 B/min und 4 B/s
In einer anderen optischen Ebene zeichnen sich die Plasmaportionen stärker ab.
Während die neuen Zellen sich mehr und mehr abrunden, werden Geißeln angelegt.
10. Bewegung der Zoosporen.
Bildfeldbreite 120 μm ; Aufn.-Freq. 24 B/s
Mit Einsetzen der Zellbewegungen ist die Ausbildung der Zoosporen, die etwa 10 bis 15 Stunden dauert, abgeschlossen. Die Vakuolenmembran und die noch bestehende Innenwand der Mutterzelle lassen jedoch keine größeren Ortsveränderungen zu.

11. Isolierte Zoosporen; Geißelbewegung und Doppelstadien.
Bildfeldbreite 89 μm ; Aufn.-Freq. 24 B/s
Zur Darstellung der Zoosporen wurde die Wand der Mutterzelle mechanisch verletzt und die austretenden Zellen auf einer dünnen Agarschicht freigesetzt. Jede Zoospore hat zwei Geißeln.
Gelegentlich treten Teilungshemmungen auf, wodurch, wie hier im Bild links und unten, doppelt so große, viergeißelige Zellen entstehen.
12. Zwei Aufnahmen vom Ordnen der Zoosporen zum Netz bis zum Ruhigwerden der Zoosporen.
Bildfeldbreite 120 μm ; Aufn.-Freq. 4 B/s
Die Zoosporen zeigen die Tendenz, sich locker aneinanderzulegen; später läßt ihre Beweglichkeit nach.
In dieser Phase der Entwicklung wird durch Maschenbildung die Struktur des jungen Tochnetzes sichtbar.
13. Übersicht von der Zoosporendifferenzierung bis zur Tochnetzbildung.
Bildfeldbreite 300 μm ; Aufn.-Freq. 2 B/s und 1 B/s
Nun noch einmal die Zoosporendifferenzierung in einer Übersichtsaufnahme.
Mit dem Quellen und Platzen der Außenwand nimmt die Beweglichkeit der Zellen zu.
Im Anschluß daran läßt sich die Ausbildung der Tochterkolonie gut verfolgen.
Die Zellen kommen zur Ruhe und haben sich so aneinandergelegt, daß die Struktur des jungen Schlauchnetzes zu erkennen ist.
Das Streckungswachstum der Einzelzellen führt zu einer gleichmäßigen Vergrößerung der Kolonie.
14. Wachstum eines jungen Schlauchnetzes in der Übersicht.
Bildfeldbreite 22 mm; Aufn.-Freq. 15 B/h
Nach etwa zwei Tagen hat sich die Mutterwand völlig aufgelöst, und die Tochterkolonie wächst ungehindert weiter.
In dieser Streckungsphase gehen die zunächst einkernigen Zellen durch viele freie Mitosen in den vielkernigen Zustand über.
Aus jeder einzelnen Zelle des herangewachsenen Netzes kann erneut durch vegetative Vermehrung ein Schlauchnetz gebildet werden.

English Version of the Spoken Commentary¹

*Differenzierung der Zoosporen
Bildung des jungen Schlauchnetzes
Normale Geschwindigkeit und
Zeitraffung 1 : 6 bis 1 : 5760*

(Differentiation of Zoospores; Formation of the young tubular network;
Normal speed and Fast-Motion)

¹ The headline in *italics* correspond with the subtitle in the film.

The water-net *Hydrodictyon reticulatum* forms tubular cell colonies which can attain more than 1 m in length. The network of the cells has a loosely flexible structure.

Hydrodictyon belongs to the green algae and is considered the terminal member in the order of Chlorococcales. It is found occasionally near the banks of ponds or lakes. Its whole development can be observed in an artificial nutrient medium.

As this section shows, three cells are often connected by their ends to form the typical meshes. The multinucleate single cell can extend to a length of 2 cm.

Here a single cell from a fully grown net just ready for reproduction. This fast-motion sequence exhibits the gradual transition from the light-green cell-contents to a grey-green and opaque layer.

During the course of the vegetative cycle the protoplasm exhibits irregular motion. Later it separates from the adjacent cell-wall. The cell diameter begins to increase. At the same time the cell stretches noticeably.

The motion spreads over the whole living mass, reaches a maximum speed, and comes to an end after a certain period.

Here we can already recognize a young colony stretching vigorously together with the old cell-wall.

Under higher magnification, the separation of the young net colony from the old wall. Its outermost layer bursts away in several sections.

During the elongation of the young net, further parts of the old envelope break off and contract in the middle of the field of vision.

The daughter-colony is at first still surrounded by the inner part of the mother cell-wall.

Broken parts of the outer layer still stick to it.

Now back to the process of differentiation of zoospores from the protoplast under higher magnification. The large bright particles are not the nuclei but pyrenoids. They elude further observation by diminishing in size and withdrawing into deeper layers of the protoplasm.

In the fast-motion picture the protoplasm appears highly agitated and begins to parcel off into single portions.

In this picture, the disappearance of the pyrenoids can again be observed.

During this so-called "pavement stage" each portion receives one nucleus which can scarcely be seen here.

In another optical plane the separate portions appear more distinctly.

As it rounds off, each of the new cells produces two flagella.

When the cell movements begin, the formation of the zoospores is finished. It has taken about 10—15 hours. The membrane of the central vacuole and the inner layers of the old cell-wall do not, however, allow the zoospores to change their locations very much.

To demonstrate the zoospores separately, the surrounding wall of the mother cell has been opened mechanically. The zoospores released were kept on a thin layer of agar. Now the two flagella can easily be seen.

Occasionally the divisions are incomplete. In this case, as at the left and bottom of the picture, large cells with four flagella are produced.

The zoospores begin to aggregate loosely; as a result, their mobility decreases.

During this phase of development the mesh-like structure of the young daughter net becomes visible.

Again the formation of zoospores in a general view. Swelling of the wall and bursting of its outer layer occurs together with an increase in motility of the new cells.

Afterwards the formation of the daughter colony can be easily followed. The cells have come to rest and have assembled to form the initial pattern of a young colony.

By extension growth of each single cell the whole colony enlarges fairly uniformly.

About two days later, the old cell-wall has been dissolved completely, and the daughter colony grows up freely.

In this phase of extension the young cells pass from the uninucleate stage to the multinucleate one by many free mitoses.

From each of the cells of the fully grown net, a new daughter net may soon arise again by vegetative reproduction, just as before.

Literatur

- [1] BRAUN, A.: Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. 1851.
- [2] HARPER, R. A.: The organisation of certain coenobitic plants. Bull. Wisc. Univ. Sci. Ser. **3** (207), 279—334.
- [3] JOST, W.: Die Bildung des Netzes bei *H. utriculatum*. Z. Bot. **23** (1930), 57—73.
- [4] KLEBS, H.: Über die Vermehrung von *Hydrodictyon utriculatum*. Flora **73** (1890), 351.
- [5] MOEWUS, L.: Wachstum und Fortpflanzung von *Hydrodictyon reticulatum* (L) Roth. Biol. Zbl. **67** 11/12 (1948), 511—537.
- [6] NEEB, O.: *Hydrodictyon* als Objekt einer vergleichenden Untersuchung physiologischer Größen. Flora **139** (1952), 39—95.
- [7] POCOCK, M. A.: *Hydrodictyon*: a comparative biological study. J. South African Bot. **26** (1960), 167—319.
- [8] PRINGSHEIM, N.: Über die Dauerschwärme des Wassernetzes. Monatsber. Berliner Akad. 1860.

Angaben zum Film

Der Film wurde 1970 veröffentlicht und ist für die Verwendung im Hochschulunterricht bestimmt. Tonfilm, 16 mm, schwarzweiß, 79 m, 7½ min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1968. Veröffentlichung aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen, Prof. Dr. A. PIRSON, URSULA KAISER, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H.-K. GALLE, H. H. HEUNERT, R. DRÖSCHER.

Inhalt des Films

Die Kolonie des Wassernetzes *Hydrodictyon reticulatum* ist ein weitmaschiger Hohlzylinder aus vielen Hunderten von langgestreckten Einzelzellen. Jede Zelle enthält eine zentrale Vakuole und in ihrem wandständigen Protoplasma neben dem Chloroplasten und seinen Pyrenoiden zahlreiche Zellkerne, die durch freie Mitosen gebildet wurden. Die ungeschlechtliche (vegetative) Fortpflanzung beginnt mit einigen weiteren Mitosen. Danach teilt sich der Protoplast in viele einkernige Portionen auf, die zwei Geißeln entwickeln und in zunehmend zitternde Bewegung geraten. Diese Zoosporen bleiben in dem Raum zwischen der Zellwand und der Vakuolenbegrenzung eingeschlossen. Nach einiger Zeit schließen sie sich unter Verlust ihrer Beweglichkeit zu einem Zellmuster zusammen, aus dem eine Tochterkolonie mit zunächst rundlichen, einkernigen Zellen resultiert. Durch Platzen und Verquellen der alten Zellwand werden die jungen Kolonien freigesetzt. Sie wachsen in einigen Wochen bei gleichmäßiger Streckung aller Zellen zu den typischen Kolonien heran. Die Kolonie kann sich dabei auf das mehr als Hundertfache ihrer Ausgangslänge vergrößern.

Der Film führt die einzelnen Phasen dieses Entwicklungsganges vor. Neben der vegetativen Vermehrung gibt es bei *Hydrodictyon* auch einen sexuellen Entwicklungszyklus, dessen komplizierterer Ablauf in einem eigenen Film gezeigt wird.

Summary of the Film

The colony of the water-net *Hydrodictyon reticulatum* is a loose hollow cylinder consisting of a network from many hundreds of long-stretched single cells. These contain one central vacuole and a multinucleate protoplasm attached to the cell wall. Asexual (vegetative) propagation starts with some free mitoses; afterwards the protoplasm splits into many uninucleate portions. Each of these extrudes two flagellae. The whole mass of the zoospores gets into an increasingly trembling motion which, however, remains limited by the space between the cell wall and the persisting boundary of the vacuole. After some time, the zoospores come to rest forming a cell-pattern from which a new daughter colony starts developing. It is released by bursting and swelling of the old cell wall. The typical shape of the colony is attained by stretching of the single cells. At the same time numerous nuclei are being formed through free mitoses. A colony may grow from less than one centimeter to about one meter in length during a few weeks before it again resumes propagation by daughter nets.

The different stages of the vegetative cycle are demonstrated in the present film. Besides its asexual propagation *Hydrodictyon* can pass through a sexual cycle. This more complicated generative course of development is shown in a separate film.

Résumé du Film

La colonie du réseau d'eau *Hydrodictyon reticulatum* est un cylindre creux à larges mailles composé de plusieurs centaines de cellules individuelles allongées. Chaque cellule contient une vacuole centrale et dans son protoplasme fixer à la membrane, outre le chloroplaste et ses pyrénoides, de nombreux

noyaux cellulaires qui se sont formés par mitoses libres. La reproduction asexuée (végétative) commence par quelques nouvelles mitoses. Puis la cellule se divise en de nombreuses portions mononucléaires qui développent deux flagelles et sont agitées d'un tremblement croissant. Ces zoospores demeurent enfermées entre la membrane cellulaire et la limite de la vacuole. Au bout de quelque temps, elles perdent de leur mobilité et se réunissent en une composition cellulaire de laquelle résulte une colonie fille avec des cellules tout d'abord rondes et à noyau. Les jeunes colonies sont libérées par éclatement et dissolution de l'ancienne membrane cellulaire. Elles croissent en quelques semaines et prennent la forme des colonies typiques en s'allongeant régulièrement. La colonie peut s'accroître de plus de cent fois sa longueur initiale.

Le film présente les différentes phases de ce processus de développement. Outre la multiplication végétative, il existe chez l'*Hydrodictyon* aussi un cycle de développement sexué, dont le déroulement plus complexe est montré dans un film à part.