

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAFICA

Editor: G. WOLF

E 1344/1969

Stephanopyxis turris (Centrales)
Geschlechtliche Fortpflanzung
Differenzierung der Oogonien
Auxosporenbildung

Mit 1 Abbildung

GÖTTINGEN 1969

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Stephanopyxis turris (Centrales)**Geschlechtliche Fortpflanzung****Differenzierung der Oogonien****Auxosporenbildung¹**

G. DREBES, Helgoland

Allgemeine Vorbemerkungen

Die zentrische Kieselalge *Stephanopyxis* zählt zur großen Familie der Coscinodiscaceae. Sie steht zusammen mit *Melosira*, *Hyalodiscus*, *Podosira*, *Druridgea*, *Endicta* und *Pyxidicula* in der Unterfamilie der Melosiroideae (HUSTEDT [6]). Die Zellen von *Stephanopyxis turris* sind zylindrisch mit mehr oder weniger stark gewölbten Endflächen. Die bienenwabenartig gekammerten Kieselschalen tragen je einen Kranz hohler Stacheln. Diese stoßen mit denen der Nachbarzellen zusammen und stellen durch Ausscheidung einer Kittsubstanz eine Verbindung zu Kolonien her. Die linearen Kolonien bestehen in der Regel aus 8, 16 oder 32 Zellen. Die Zellen werden ferner paarweise durch die langen, ineinandersteckenden Gürtel der Oberschale zusammengehalten. Die Gürtel erscheinen lichtoptisch strukturlos, sie bestehen jedoch aus zahlreichen Bändern, die ihrerseits wieder aus mehreren Einzelstücken zusammengesetzt sind (STOSCH u. DREBES [13]). Der Durchmesser (= Breite) der Zellen schwankt zwischen 10—115 μm . Das Innere der Zelle wird von einer großen Zentralvakuole ausgefüllt, welche von einem dünnen plasmatischen Wandbelag umgeben ist. Zahlreiche plättchenförmige, gelappte Plastiden liegen im Plasma. Reservestoffe sind das im Zellsaft gelöste Kohlenhydrat Chrysolaminarin sowie Öl in Form feiner Tröpfchen im Plasma. Der Zellkern liegt während der Interphase am Boden der Unterschale.

Stephanopyxis turris lebt wie alle rezenten Vertreter ihrer Gattung im marinen Plankton. Sie bevorzugt mäßig warme Schelfmeere, z. B. die Nordsee. In den subtropischen Gewässern ist ihre Verbreitung un-

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

genau bekannt, da sie dort leicht mit *Stephanopyxis palmeriana* verwechselt wird.

Für die Kultivierung der Alge hat sich eine teilsynthetische Nährlösung auf der Grundlage von Nordseewasser bewährt (Stosch u. DREBES [13]):

Seewasser	1020 g
NaNO ₃	42,5 mg
Na ₂ HPO ₄ · 12 H ₂ O	10,75 mg
FeSO ₄ · 7 H ₂ O	0,278 mg
MnCl ₂ · 4 H ₂ O	0,0198 mg
SiO ₂	12,0 mg
Na ₂ EDTA · 2 H ₂ O	3,72 mg
Vitamin B ₁₂	0,7 µg

Anstelle des SiO₂-Sols kann auch das Natriummetasilikat Na₂SiO₃ · 9 H₂O (15 mg/l) verwendet werden. *Stephanopyxis turris* wird als bakterienhaltige Klonkultur in flachen Petrischalen aus Jenaer Glas (5 cm oder 10 cm Durchmesser) gehalten. In temperaturkonstanten Räumen vermehrt sie sich bei 15° C und schwachem Leuchtstoffröhrenlicht (200—400 Lux) ausschließlich vegetativ. Der Lichtdunkelrhythmus beträgt 14 : 10 oder 16 : 8 Stunden. Durch Modifizierung der äußeren und inneren (Zellgröße!) Bedingungen gelingt es, den Lebenszyklus der Alge beliebig und reproduzierbar im Laboratorium zu steuern (DREBES [1], Stosch u. DREBES [13]).

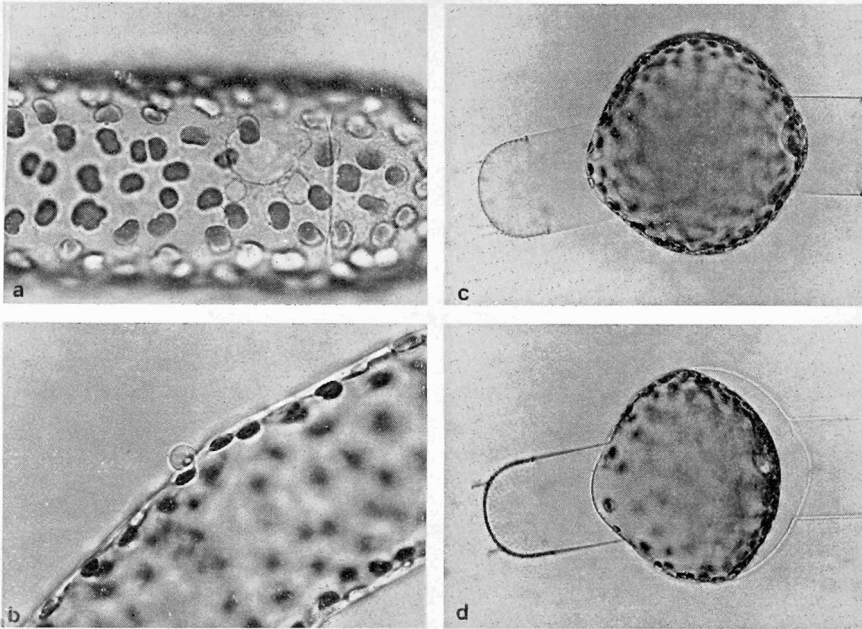
In stehenden Kulturen sinken die Zellen auf den Boden der Kulturschalen. Mit seewasserfesten Immersionen kann direkt in die Kulturschale eingetaucht und Zellvorgänge über einen längeren Zeitraum hinweg beobachtet werden. Die Transparenz der Alge erlaubt Lebendbeobachtungen bis auf das Niveau der Kernvorgänge hinab. Es empfiehlt sich, die Lebenduntersuchungen in den temperaturkonstanten Räumen, am Kultur-Standort der Alge, vorzunehmen. Die Mehrzahl der Filmaufnahmen wurde auf diese Weise durchgeführt. Neben einer Tauchimmersion 50 : 1, n. A. 1,00 (Spezialanfertigung der Fa. Leitz) fand auch der „Roto-Compressor“, eine von amerikanischen Protozoologen entwickelte Kammer, Verwendung (HEUNERT u. UHLIG [5]).

Geschlechtliche Fortpflanzung; Differenzierung der Oogonien **Auxosporenbildung**

Die Spermatogonien sind Ergebnis einer Reihe von Differenzierungsteilungen. Die Oogonien gehen dagegen direkt aus vegetativen Zellen hervor. Sie sind gekennzeichnet durch starke Volumenzunahme und erhöhten Plastidengehalt. Nach jeder der beiden meiotischen Kern-

teilungen geht jeweils ein Tochterkern zugrunde, so daß das eineiige Oogon schließlich einen haploiden Kern sowie zwei degenerierte (pyknotische) Kerne besitzt (Abb. 1a). Wird die erste meiotische Kernteilung von einer Zytokinese begleitet, entstehen zweieiige Oogonien, z. B. bei einigen Arten der Gattung *Biddulphia* (StOSCH [10], [11]). Bei der Mehrzahl der Diatomeen herrscht jedoch der eineiige Oogontyp vor.

Zur Befruchtung wird die Eioberfläche teilweise oder total freigelegt (Abb. 1b). Dabei weichen die Schalen entweder nur bis zur Öffnung auseinander — wie bei *Stephanopyxis* —, oder das Ei tritt ganz aus den Schalen heraus. Nach der Befruchtung vergrößert sich das Volumen der



Oogonien und Auxosporen von *Stephanopyxis turris*

- a) Teil eines reifen Oogons mit haploidem Eikern. Unter dem Eikern links der pyknotische Kern aus der ersten meiotischen Teilung, rechts der noch etwas größere zweite pyknotische Kern aus der zweiten meiotischen Teilung
- b) Zur Befruchtung hat sich das Oogon bis zu seiner Öffnung (dabei Abknickung) gestreckt. An der Knickstelle versucht ein Spermium einzudringen
- c) Nach der Befruchtung zur Auxospore aufgeblähte Zygote
- d) Innerhalb der Auxosporenmembran wird rechts die erste Schale zur Bildung der Erstlingszelle abgeschieden

Zygote beträchtlich (Abb. 1c—d). Aus der Zygote ist eine Auxospore entstanden. Diese ist von einer dehnbaren, leicht verkieselten Membran umgeben. Die Auxospore scheidet nun innerhalb ihrer Membran sukzedan zwei Kieselschalen ab und wird zur Erstlingszelle eines neuen Klons. Der Bildung der Erstlingsschalen geht je eine metagame Mitose voraus.

Bei den zentrischen Diatomeen schafft also die geschlechtliche Fortpflanzung nicht nur genetische Neukombinationen. Sie führt auch die im Laufe der vegetativen Vermehrung verringerte Zellgröße wieder auf ihre ursprüngliche Maximalgröße zurück.

Filmbeschreibung¹

Meiotische Kernteilungen

2 bis 15 B/min

1. In dem bereits stark gestreckten Oogonium liegt rechts oben an der Gürtelwand der Kern. Er ist in starker Unruhe und verändert oft seine Lage. Den beiden meiotischen Kernteilungen, welche in dieser Einstellung nicht sehr deutlich zu beobachten sind, folgen keine Zytokinesen.

Vergr. 67,5fach, Aufn.-Freq. 2 B/min

2. Dieses noch sehr junge Oogonium stammt von einem Klon mit geringerer Zellbreite. Die Zelle hat sich erst wenig gestreckt. Der stark aufgequollene Kern — charakteristisch für Oogonkerne — ist aus dem Diskus der Unterschale herausgewandert. Er befindet sich in ständiger leichter Verformung, und von seiner Plasmahülle gehen fadenartige Fortsätze in die Vakuole hinein.

Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 8 B/min

3. Starke amöboide Verformungen des Oogonkerns kündigen die erste Reduktionsteilung an. Die Zentralspindel richtet sich fast parallel zur Längsachse der Zelle aus. Die Tochterkerne liegen zunächst weit auf Abstand. Danach erfolgt jedoch wieder eine Annäherung bis zur Berührung. Die Kerne schieben bei ihrer Wanderung die Plastiden beiseite.

Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 15 B/min

4.—5. Hier stellt sich die Kernspindel bei der ersten meiotischen Teilung quer zur Längsachse der Zelle. Kaum ist die Spindel zerfallen, erfolgt wieder die merkwürdige Kernwanderung. Der obere Kern schwillt an und bleibt erhalten.

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

Der untere Kern verliert beträchtlich an Größe und degeneriert. Er erhält schließlich ein strukturloses, hyalines Aussehen.

4. Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 8 B/min

5. Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 8 B/min

6.—7. Die gleichen Vorgänge wiederholen sich bei der zweiten meiotischen Teilung. Der Kern teilt sich hier in Aufsicht in Längsrichtung. Die Plastiden werden bei der Kernwanderung zusammengeschoben. Da wiederum ein Kern degeneriert, besteht das nun reife Ei aus einem stark angeschwollenen haploiden Kern sowie zwei pyknotischen Kernen. Unter dem Eikern, der einen zentralgelegenen Nukleolus besitzt, liegt links der erste, rechts der zweite pyknotische Kern.

6. Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 8 B/min

7. Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 15 B/min

Eindringen des Spermium

4 und 1 B/s

8. Durch weitere Streckung des Oogons sind die beiden Schalen völlig auseinandergewichen, was meist zu leichtem Abknicken der Zelle führt. An der Knickstelle versucht ein Spermium vergeblich einzudringen.

Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 4 B/s

9. Meist verharrt das Spermium vor dem Eindringen zunächst einige Zeit auf der entblößten Eioberfläche. Das Durchdringen der Eimembran jedoch geschieht rasch und plötzlich.

Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 4 B/s

10. Dieses Spermium dringt ebenfalls ein und wandert dann im plasmatischen Wandbelag zu dem rechts oben liegenden Eikern, um mit ihm zu verschmelzen. Gegen Ende der Spermiumwanderung hat man den Eindruck, als besitze das Spermium noch seine Geißel, die ja gewöhnlich beim Eindringen abgeworfen wird.

Eindringen des Spermium, Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 4 B/s

Wanderung des Spermium, Vergr. 110fach, Aufn.-Freq. 1 B/s

Anschwellen der Zygote zur Auxospore

Keimung

2 und 4 B/min

11.—12. Nach der Befruchtung kontrahiert sich die Zygote zunächst sehr stark. Der Protoplast zieht sich aus Unter- und Oberschale in die Gürtelregion zurück. Die Zygote schwillt dann unter starker Volumen-

vergrößerung zur Auxospore an. Dabei werden die Oogonschalen auseinandergeschoben. Gegen Ende der zweiten Einstellung wird links innerhalb der leicht verkieselten Auxosporenmembran die erste Schale abgeschieden.

Vergr. 34,3fach, Aufn.-Freq. 2 B/min

13. Der Abscheidung der ersten Schale auf der rechten Seite der Auxospore geht eine metagame Kernteilung voraus. Die Mitose bewirkt die teilweise Ablösung des Protoplasten von der Sporenmembran. Auf der freigelegten Plasmaoberfläche wird die erste Schale abgeschieden.

Vergr. 51,2fach, Aufn.-Freq. 2 B/min

14. Diese Auxospore besitzt auf der rechten Seite schon die erste Schale. Vor der Bildung der zweiten Schale hat sich die Zelle prophasisch leicht gedehnt und liegt daher der Sporenmembran wieder eng an. Der im Diskus der ersten Schale (rechts) liegende Kern wandert nun in die noch schalenlose Hälfte und teilt sich erneut. Die Ablösung des Protoplasten verläuft hier etwas unregelmäßig. Beide Schalen der Erstlingszelle besitzen keine oder nur rudimentär angedeutete Stacheln. Die Aufnahmen zeigen nicht, wie nach den beiden metagameten Mitosen jeweils einer der beiden Tochterkerne degeneriert.

Vergr. 51,2fach, Aufn.-Freq. 2 B/min

15.—16. Die Erstlingszelle schreitet nun unter Aufnahme von Streckungswachstum zur ersten vegetativen Vermehrungsteilung. Bei der Streckung zerreißt die Auxosporenmembran.

15. Vergr. 34,3fach, Aufn.-Freq. 4 B/min

16. Vergr. 28,4fach, Aufn.-Freq. 2 B/min

17. Dieser zweizellige Keimling ist bereits von Oogonschalen und Auxosporenmembran befreit. Die Auxosporenherkunft ist bei dieser jungen Kolonie lediglich an den stachellosen Erstlingsschalen noch zu erkennen.

Vergr. 21,1fach, Aufn.-Freq. 4 B/min

Literatur

- [1] DREBES, G.: On the life history of the marine plankton diatom *Stephanopyxis palmeriana*. Helgoländer wiss. Meeresunters. **13** (1966), 101—114.
- [2] DREBES, G.: Subdiözie bei der zentrischen Diatomee *Coscinodiscus granii*. Naturwissenschaften **55** (1968), 236.
- [3] GETTLER, L.: Oogamie, Mitose, Meiose und metagame Teilung bei der zentrischen Diatomee *Cyclotella*. Öst. bot. Z. **99** (1952), 506—520.

- [4] GRAN, H. H.: Nordisches Plankton **19**, Diatomeen (1905), 1—146. Kiel und Leipzig.
- [5] HEUNERT, H. H., und G. UHLIG: Erfahrungen mit einer neuen Kammer zur Lebendbeobachtung beweglicher Mikroorganismen. Research Film **5** (1966), 642—649.
- [6] HUSTEDT, F.: Die Kieselalgen. T. 1. In: L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Akad. Verl. Ges., Leipzig **7** (1930), 1—920.
- [7] MANTON, I., und H. A. von STOSCH: Observations on the fine structure of the male gamete of the marine centric diatom *Lithodesmium undulatum*. J. Roy. Micr. Soc. **85** (1965), 119—134.
- [8] SCHULTZ, M. E., und F. R. TRAINOR: Production of male gametes and auxospores in the centric diatoms *Cyclotella meneghiniana* and *C. cryptica*. J. Phycol. **4** (1968), 85—88.
- [9] STOSCH, H. A. von: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an zentrischen Diatomeen. 1. Die Auxosporenbildung von *Melosira varians*. Arch. Mikrobiol. **16** (1951), 101—135.
- [10] STOSCH, H. A. von: Die Oogamie von *Biddulphia mobiliensis* und die bisher bekannten Auxosporenbildungen bei den Centrales. Rapp. Comm. 8 ième Congr. int. bot. (Sect.) **17** (1954), 58—68.
- [11] STOSCH, H. A. von: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an zentrischen Diatomeen. 2. Geschlechtszellenreifung, Befruchtung und Auxosporenbildung einiger grundbewohnender Biddulphiaceen der Nordsee. Arch. Mikrobiol. **23** (1956), 327—365.
- [12] STOSCH, H. A. von: Diatomeen. In: Vegetative Fortpflanzung, Parthenogenese und Apogamie bei Algen. Handb. Pflanzenphysiol. **18** (1967), 657—681.
- [13] STOSCH, H. A. von, und G. DREBES: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an zentrischen Diatomeen. 4. Die Planktondiatomee *Stephanopyxis turris* — ihre Behandlung und Entwicklungsgeschichte. Helgoländer wiss. Meeresunters. **11** (1964), 209—257.

Angaben zum Film

Der Film ist ein Forschungsdokument und wurde zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht.

Stummfilm, schwarzweiß, 103 m, 9½ min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1967 durch das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. G. WOLF), Sachbearbeitung: Dr. H.-K. GALLE; Aufnahme: H. H. HEUNERT. Wissenschaftliche Leitung: Dr. G. DREBES, Biologische Anstalt Helgoland.

Inhalt des Films

Die Oogonien gehen bei *Stephanopyxis turris* direkt aus vegetativen Zellen hervor. Nach starkem Streckungswachstum folgen die beiden meiotischen Kernteilungen; Zytokinesen fehlen. Nach jeder Kernteilung wird jeweils ein Tochterkern pyknotisch. Das eineiige Oogon öffnet sich und wird von einem Spermium befruchtet. Die Zygote schwillt unter starker Volumenvergrößerung zur Auxospore an. Aus der Auxospore entsteht durch sukzedane Ab-scheidung zweier Schalen die Erstlingszelle, welche zur Kolonie eines neuen Klones heranwächst.

Summary of the Film

The oogonia of the *Stephanopyxis turris*, are formed directly from the vegetative cells. Pronounced longitudinal growth is followed by the two meiotic divisions of the nucleus; there are no cytokinesis. After each division of the nucleus one of the daughter nuclei becomes pycnotic. The one-egged oogon opens up and is fertilized by a spermium. The zygote swells up to form the auxospore, increasing significantly in volume. By succedaneous secretion of two shells the first cell emerges from the auxospore; this cell grows to become the colony of a new clone.

Résumé du Film

Les oogones chez *Stephanopyxis turris* sortent directement des cellules végétatives. Après une croissance rapide et longitudinale des oogoncs, les deux méioses ont lieu; il y a absence de cytokinèses. Après chaque méiose un noyau frère devient pycnotis. L'oogon univitellin s'ouvre et est ainsi fécondé par un spermium. Le zygote croît rapidement en volume et devient une auxospore, dont se forme, par sécrétion succédanée de deux valves, la cellule primaire. Cette dernière formera la colonie d'un nouveau clone.