

FWU - Schule und Unterricht

DVD 46 02516 17 min, Farbe



FWU-Klassiker

Vom Einzeller zum Vielzeller

FWU –
das Medieninstitut
der Länder



Lernziele - nach Lehrplänen und Schulbüchern
Verschiedene Entwicklungsstufen von den Einzellern über Zellkolonien bis zu einfachen vielzelligen Tieren kennen lernen; Evolution von den Einzellern zu vielzelligen Lebewesen ableiten und verstehen.

Vorkenntnisse

Grundkenntnisse über Einzeller.

Zum Inhalt

Vorbemerkungen

Dass die heute existierenden Lebewesen das Ergebnis einer allmählichen Entwicklung (Evolution) von niedrigen Formen zu höheren sind, gehört zu den Grundkenntnissen der Biologie. Da sich der Übergang von den eukaryotischen Einzellern zu den vielzelligen Pflanzen und Tieren vor über 800 Millionen Jahren abgespielt hat und es keine Reste fossiler Übergangsformen gibt, können wir bei unseren Spekulationen nur heutige Lebewesen in Betracht ziehen, allerdings nur als Modelle dafür, wie es gewesen sein könnte, denn dass noch heute die Stammarten existieren, aus denen die vielzelligen Pflanzen und Tiere hervorgegangen sind, ist äußerst unwahrscheinlich. Während die vielzelligen Pflanzen, wenigstens die Thallophyten, wahrscheinlich polyphyletisch, also aus verschiedenen Stammgruppen der Flagellaten hervorgegangen sind, spricht einiges dafür, dass die vielzelligen Tiere oder Metazoen monophyletisch entstanden sind.

Inhalt des Films

Der Film besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil zeigt an zwei Gruppen von Einzellern, dass es auch bei ihnen schon zur Bildung von Zellkolonien kommen kann, die eine höhere

Stufe der Organisation sind und ein Übergang zur Vielzelligkeit sein könnten.

Einzeller - Verbände und Kolonien

Phytomonadina = Volvocales: Die von den Zoologen als Phytomonadina, von den Botanikern als Volvocales bezeichneten und zu den Grünalgen (Chlorophyceen) gerechneten Flagellaten haben eine grüne Farbe, die auf dem Besitz von Chlorophyll (a, b) beruht.

Manche Gattungen kommen nur als einzelne Zellen vor, z. B. die artenreiche Gattung *Chlamydomonas*. Jede Zelle besitzt am Vorderende zwei Geißeln. Im Inneren befindet sich ein großer becherförmiger Chloroplast. Er enthält die Assimilationsfarbstoffe und trägt - als besondere Differenzierung - einen sogenannten roten Augenfleck (Stigma). Der Chloroplast umschließt den Zellkern. Die Zellmembran (Plasmamembran) ist durch eine Zellhülle verstärkt. Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung teilt sich der Zellkörper innerhalb der Zellhülle, sodass - je nach Art - zwei oder vier Tochterzellen entstehen.

Als Beispiel für Zellverbände oder -kolonien werden im Film zunächst zwei Arten gezeigt, die sich durch ihre Form unterscheiden. Bei *Gonium pectorale* ist der Zellverband plattenförmig: 16 Zellen, die einen inneren Kranz von 4 Zellen und einen äußeren Kranz von 12 Zellen bilden, liegen in einer Ebene. Sie sind durch eine gemeinsame Gallerte verbunden. Jede Zelle hat 2 lange Geißeln. Eine andere Art, *Pandorina morum*, ist kugelig und kann aus 8 oder 16 Zellen bestehen, die eng aneinander stoßen.

Sowohl bei *Gonium* als auch bei *Pandorina* sind alle Zellen gleichwertig. Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung teilt sich jede

Zelle drei- bzw. viermal nacheinander, so dass ebenso viele Tochterkolonien entstehen wie Zellen vorhanden waren. Ebenfalls kugelig, aber viel größer und aus Hunderten von Zellen bestehend, sind die Arten der Gattung *Volvox*. Wie am Beispiel von *Volvox aureus* gezeigt wird, liegen die Zellen an der Oberfläche einer Gallertkugel und sind durch Plasmastränge verbunden. Während bei *Gonium* und *Pandorina* alle Zellen gleichwertig sind, tritt bei *Volvox* erstmals eine Differenzierung in zwei verschiedene Zelltypen auf; die meisten Zellen haben ihr Teilungsvermögen eingebüßt. Sie werden als somatisch bezeichnet. In der hinteren Hälfte der Kolonie sind einzelne größere Zellen erkennbar, die bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung die Tochterkolonien liefern. Man bezeichnet sie als generative Zellen. Wenn die Tochterkugeln die Mutterkugel verlassen, bleiben die somatischen Zellen zurück und gehen schließlich zugrunde. Hier tritt also - sozusagen zum ersten Mal - eine „Leiche“ auf.

Ciliata:

Die zweite Gruppe von Einzellern, von der der Film Beispiele von Zellverbänden zeigt, sind die Wimpertierchen oder Ciliaten. Zur Einführung wird zunächst das Pantoffeltierchen (*Paramecium*) gezeigt, dessen Zellkörper in ganzer Länge mit Reihen von Wimpern oder Cilien bedeckt ist. Durch ihr koordiniertes Zusammenwirken ermöglichen sie nicht nur das Vorwärtsschwimmen, sondern auch die vielfachen Variationen der Bewegung, die als Reaktionen auf Umweltreize möglich sind. Außerdem dienen die in der Mundbucht zum Zellmund (Zytostom) verlaufenden Wimperreihen zum Herbeistrudeln der Nahrung (Bakterien). Von anderen Wimpertierchen werden im

Film nur noch Vertreter der Glockentierchen (*Peritricha*) gezeigt, die größtenteils zur sesshaften Lebensweise (Sessilität) übergegangen sind. Sie sitzen meistens auf Stielen, die sich zusammenziehen und wieder ausstrecken können (Kontraktilität). Manche Gattungen bilden strauchartige Verbände, die aus Hunderten von Einzelzellen bestehen, z. B. Arten der Gattung *Zoothamnium* (Strauchglockentierchen). Alle Einzelzellen sind durch einen gemeinsamen „Stiel-Muskel“ verbunden, so dass sich der Verband als Ganzes zurückziehen und wieder ausstrecken kann. Auch beim Strauchglockentierchen kann man von einer Zelldifferenzierung sprechen. Neben kleinen Zellen, die die Mehrzahl bilden, treten große Zellen auf, die sich ablösen und einen neuen Zellverband gründen können.

Vielzellige Tiere (Metazoen)

Zur Einführung in den zweiten Teil des Films, der die „untersten“ Stämme der vielzelligen Tiere oder *Metazoa* behandelt, sei zunächst darauf hingewiesen, dass unter den eukaryotischen Einzellern, die heute leben, keine Gruppen existieren, die wir mit Sicherheit als „nächste Verwandte“ der Metazoen ansprechen können. Andererseits zeichnen sich aber die Metazoen, wenn wir von den parasitischen „Mesozoen“ absehen, durch einige gemeinsame Merkmale aus, die den Gedanken nahe legen, dass sie - im Unterschied zu den vielzelligen Pflanzen - monophyletisch entstanden sind. Alle Metazoen haben eine somatische Differenzierung, d. h. sie sind aus verschiedenartigen Zelltypen aufgebaut und die typengleichen Zellen zu Geweben zusammengeslossen. Die einfachsten Gewebe sind die Epithelien, d. h. Schichten seitlich miteinander verbundener Zellen, die meistens aus

dem gleichen Zelltyp bestehen, manchmal aber auch „Mischepithelien“ sind, d. h. neben einem vorherrschenden Zelltyp noch andere Zelltypen enthalten. Bei allen Metazoen finden sich zwei Epithelien (diploblastische Organisation): die Epidermis, welche den Abschluss gegen die Außenwelt bildet, und die Gastrodermis, die auch als nutritives Epithel bezeichnet wird, weil sie der Aufnahme der Nahrung, also der Ernährung dient. Gemeinsames Merkmal aller Metazoen ist auch, dass sie diploid sind (z. B. im Gegensatz zu den haploiden Phytomonadinen) und dass die Chromosomenreduktion (Meiose) bei der Bildung der Geschlechtszellen erfolgt (gametische Meiose). Die Geschlechtszellen treten stets als große, unbewegliche Eizellen und als kleine, bewegliche Samenzellen (Spermatozoen) auf.

Trichoplax adhaerens:

Dieser Organismus wurde schon vor über hundert Jahren entdeckt (F. E. Schulze, 1883), ist aber lange verkannt und erst in neuester Zeit eingehender untersucht worden. Es handelt sich um das am einfachsten organisierte Tier, das wir kennen. *Trichoplax adhaerens* lebt in warmen Meeren (z. B. an Korallenriffen) und erreicht einen Durchmesser von 2 bis 3 mm. Der Körper ist abgeplattet und zeigt keinerlei Symmetrie. Der gewebliche Aufbau ist sehr einfach. Ein Nervensystem ist nicht ausgebildet. Ebenso fehlen echte Muskelzellen. Nach oben (dorsal) wird der Körper durch ein Epithel begrenzt, das man als Epidermis bezeichnen kann. Es besteht aus flachen Zellen, die alle begeißelt sind und Deckzellen heißen. Zwischen den Deckzellen sind noch die sog. Glanzkugeln (Lipidtropfen) eingelagert, deren Bedeutung unbekannt ist. Während die Epidermis sehr dünn ist, stellt

die der Unterlage aufliegende Gastrodermis ein dickes Epithel dar, das aus 2 Zelltypen besteht: den begeißelten Zylinderepithelzellen, welche die Mehrzahl bilden, und den unbegeißelten Drüsenzellen. Zwischen beiden Epithelien befindet sich ein flüssigkeitserfüllter Spaltraum, in dem die durch Fortsätze miteinander verbundenen Faserzellen liegen. Diese sind kontraktile und ermöglichen dadurch die Formveränderungen des Körpers, während die Gleitbewegungen auf der Tätigkeit der Geißeln beruhen. *Trichoplax* ernährt sich von Einzellern und Algen. Die Gastrodermis scheidet Exoenzyme ab und bewirkt dadurch eine Vorverdauung der Nahrung. Die löslichen Spaltprodukte werden dann durch die Gastrodermis resorbiert. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt in erster Linie durch Zweiteilung, die an die einer Amöbe erinnert. Eine geschlechtliche Fortpflanzung wurde zwar nachgewiesen, ist aber nur bruchstückhaft bekannt. Der Film zeigt zwei Eizellen vor und nach der ersten Furchungsteilung.

Schwämme:

Auch die Schwämme haben eine sehr einfache Organisation. Es fehlen ihnen alle Organe, ebenso ein Nervensystem und ein echtes Muskelgewebe. Im Unterschied zu *Trichoplax* sind die Schwämme zur Sessilität übergegangen. Sie sind Partikelfresser, die einen ständigen Wasserstrom erzeugen, aus dem sie ihre partikuläre Nahrung, z. B. Bakterien, herausfiltrieren. Durch Poren der Körperwand (Dermalporen) strömt das Wasser in den Schwamm hinein, um ihn durch eine oder mehrere größere Öffnungen (Oscula) wieder zu verlassen. Die am einfachsten organisierten Schwämme sind die im Meer lebenden Kalkschwämme. Ein Beispiel ist *Sycon raphanus*. Auch der

Schwammkörper besteht aus zwei Grundepithelien. Das der Epidermis entsprechende Epithel begrenzt den Körper nicht nur nach außen, sondern bedeckt auch die inneren Kanäle. Das mit der Gastrodermis vergleichbare Epithel steht nicht im Zusammenhang, sondern kleidet die sog. Geißelkammern aus. Es besteht aus den sog. Kragengeißelzellen (Choanocyten), die einen aus vielen Fortsätzen bestehenden „Kragen“ haben, in dem eine Geißel entspringt. Die Geißeln der Kragengeißelzellen bewirken durch ihre Schlagtätigkeit den Wasserstrom und strudeln die Nahrungspartikel herbei, die an der Wand des Kragens entlang gleiten und durch Phagozytose in die Zellen aufgenommen werden. Die Hauptmasse des Schwammes wird von der gallertartigen Zwischenschicht gebildet, in der verschiedene Zellsorten liegen, z. B. bindegewebige Stützzellen und amöboide Wanderzellen, welche die Nahrung von den Kragengeißelzellen übernehmen und im Schwammkörper verteilen.

Nesseltiere:

Die letzte Abschnitt des Films ist den Süßwasserpolyphen gewidmet, die zu den Nesseltieren (*Cnidaria*) gehören. Diese bilden einen Tierstamm, der schon wesentlich höher organisiert ist als die Schwämme. Die meisten Nesseltiere haben einen Generationswechsel, bei dem eine sich ungeschlechtlich fortpflanzende Generation (der Polyp oder Polypenstock) mit einer sich geschlechtlich fortpflanzenden Generation (der Meduse) alterniert. Während der Polyp sessil ist, schwimmt die Meduse frei im Wasser umher. Sie kann daher auch schon richtige Sinnesorgane wie Augen und Statocysten besitzen. Die Süßwasserpolyphen haben keinen Generationswechsel mehr, sondern

nur einen Fortpflanzungswechsel. Die Medusengeneration fehlt. Aber der Polyp kann sich sowohl ungeschlechtlich als auch geschlechtlich fortpflanzen.

Im Unterschied zu den Schwämmen haben die Nesseltiere schon einen Verdauungsraum, der durch eine Öffnung nach außen mündet, die gleichzeitig als Mund und After dient. Diese Öffnung wird von den sog. Tentakeln umstellt, die bei den Süßwasserpolyphen hohl sind und dem Fang der Beute, z. B. eines Wasserfloh, dienen. Histologisch unterscheiden sich die Nesseltiere von den Schwämmen dadurch, dass sie schon ein einfaches Nervensystem und echte Muskelzellen haben. Im übrigen sehen wir hier die beiden primären Epithelien besonders deutlich. Außen liegt die Epidermis, innen die Gastrodermis. Beide sind in diesem Falle nur durch eine dünne Gallertschicht, die sog. Stützlamelle getrennt. Die Epidermis ist ein typisches Mischepithel. Neben den eigentlichen Epidermiszellen treten hier Sinneszellen auf, die Außenreize an Nervenzellen weiterleiten. Besonders charakteristisch sind aber die Nesselzellen, welche die Nesselkapseln (Cniden) enthalten. Es gibt verschiedene Sorten. Die größten sind die sog. Durchschlagskapseln. Sie enthalten den mit einem Toxin gefüllten Nessel Schlauch, der in Bruchteilen einer Sekunde handschuhfingerartig ausgestülpt werden kann. Er kann dabei die Chitinschicht eines Wasserfloh durchdringen. Durch das Toxin wird die Beute gelähmt und dann in den Verdauungsraum befördert, in den von der Gastrodermis Exoenzyme abgeschieden werden.

Die ungeschlechtliche Vermehrung der Süßwasserpolyphen erfolgt durch Knospen, die sich an der Körperwand ausbilden, sich schließlich ablösen und ein eigenes Leben

beginnen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entstehen entweder große und dotterreiche Eizellen oder zahlreiche kleine Samenzellen, die nach außen abgegeben werden. Die befruchtete Eizelle führt dann die Embryonalentwicklung durch. Schließlich entsteht wieder ein neuer Süßwasserpolyt.

weitere Übereinstimmungen, z. B. biochemische Merkmale und durch die Entwicklungsgeschichte (Embryonalentwicklung) abgesichert werden.

Zur Verwendung

Der Film soll anhand der dargestellten Beispiele den für die Evolution der Lebewesen bedeutsamen Übergang von den Einzellern zu den vielzelligen Organismen veranschaulichen. Da die meisten Übergangsformen nicht mehr existieren, spiegelt die Zusammenstellung der Organismen im Film nicht deren tatsächliche Abstammung wieder, sondern demonstriert die Abfolge der verschiedenen Organisationsstufen. Der Lehrer sollte die Schüler zu Diskussionen über mögliche Entwicklungen anregen. Der Vergleich von Querschnitten durch *Trichoplax* und Süßwasserpolyt zeigt, dass sowohl die *Placozoa*, vertreten durch *Trichoplax adaerens*, als auch die *Cnidaria* oder Nesseltiere (hier: Süßwasserpolyt) eine „diploblastische Organisation“ haben, d. h. aus zwei, durch eine Zwischenschicht getrennte Epithelien bestehen: einer nach oben (dorsal) bzw. nach außen gerichteten Epidermis und einer nach unten (ventral) gerichteten Gastrodermis. Letztere dient in beiden Fällen der Ernährung, indem sie Verdauungsenzyme abscheidet und die Spaltprodukte der Verdauung aufnimmt. Bei *Trichoplax* ist sie gegen das Substrat gerichtet, auf dem das Tier liegt, beim Süßwasserpolyten umschließt sie den Magenraum. Ob eine Homologie der gleich benannten Epithelien besteht, müsste durch

Produktion

Georg Schimanski, Bichl, im Auftrag des FWU
Institut für Film und Bild, 1984

Buch

Georg Schimanski
Dr. Thomas Hohlstein

Regie und Kamera

Georg Schimanski

Trick

Eva Mause

Begleitkarte

Prof. Dr. Karl Grell

Fachberatung

Prof. Dr. Karl Grell, Dr. Thomas Hohlstein

Titelbild

IFA-Bilderteam - BCI

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen
Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild,
Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2008

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiselsgasteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
vertrieb@fwu.de
Internet www.fwu.de



FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalsteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

**zentrale Sammelnummern für
unsere Vertriebe:**

Telefon (0 89) 64 97-4 44
Telefax (0 89) 64 97-2 40
E-Mail vertrieb@fwu.de

Laufzeit: 17 min
Kapitelwahl auf DVD-Video
Sprache: Deutsch

**Systemvoraussetzungen
bei Nutzung am PC**
DVD-Laufwerk und
DVD-Player-Software,
empfohlen ab Windows 98

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/
genehmigte Nutzungen
werden zivil- und/oder
strafrechtlich verfolgt.

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**

FWU - Schule und Unterricht

46 02516 DVD mit Kapitelwahlpunkten

17 min, Farbe

FWU-Klassiker

Vom Einzeller zum Vielzeller

Der Film zeigt in Real- und Trickaufnahmen Organismen verschiedener Entwicklungsstufen, die den Übergang von den Einzellern zu den vielzelligen Lebewesen veranschaulichen und erklären sollen. Der erste Teil zeigt an zwei Gruppen von Einzellern, den Grünalgen und den Wimpertierchen, dass es auch bei ihnen schon zur Bildung von Zellkolonien kommen kann, die eine höhere Stufe der Entwicklung sind und ein Übergang zur Vielzelligkeit sein könnten. Im zweiten Teil des Films wird am Beispiel von drei einfach gebauten vielzelligen Tieren (Trichoplax, Schwämme und Süßwasserpolyp) gezeigt und erklärt, wie durch Zelldifferenzierung und komplexere Organisationsformen die Weiterentwicklung der vielzelligen Tiere vor sich gegangen sein könnte.

Bei diesem Film handelt es sich um eine FWU-Produktion aus dem Jahr 1984.

Schlagwörter

Einzeller, Mikroorganismen, Zelle (Biologie), Zellkolonie, Nesseltiere, Schwämme, Wimpertierchen, Grünalgen, Glockentierchen, Chlamydomonas, Pandorina, Volvox, Gonium, Trichoplax, Süßwasserpolyp, Zelldifferenzierung, Entwicklungsstufe, Vielzeller

Biologie

Allgemeine Biologie • Evolution • Mikroorganismen • Pflanzliche und tierische Einzeller

Allgemeinbildende Schule (9-13)