

Zur Homologisierung der Chrysomonadencysten mit den Endosporen der Diatomeen.

(Mit einem Anhang
„über typische und atypische Chrysomonadencysten“.)

Von

A. Pascher.

(Hierzu 4 Textfiguren.)

In meiner Abhandlung „Über Flagellaten und Algen (Berichte d. Deutschen Botan. Ges. 1914 S. 136), sowie in meinem Aufsatz: Über die Übereinstimmungen zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden (ebenda 1921, S. 236) stellte ich die Cysten der Chrysomonaden, die Endosporen der Diatomeen und die Sporen der Heterokonten als homologe Gebilde hin. Bei den Diatomeen (vgl. Fig. 1) z. B. *Chaetoceras* treten endogen verkieselte Sporen auf, die mit einem Deckel verschlossen sind. Bei den Chrysomonaden werden ebenfalls endo-

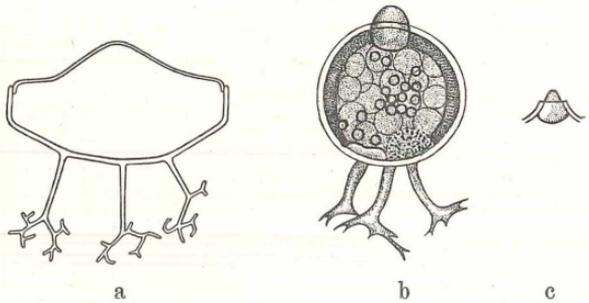


Fig. 1.

a *Chaetoceras*-Endospore (Original).

b Chrysomonaden-Endospore (nach SCHERFFEL).

Bei der *Chaetoceras*-Endospore ist der Deckel innerhalb des anderen Teiles stehend, bei der Chrysomonaden-spore ist der Stopfen von innen her eingefügt. Der Deckel der *Chaetoceras*-Spore und der Stopfen der Chrysomonaden-spore sind homolog. Bei heiden Sporen die merkwürdigen bäumchenförmigen Anhänge.

gene, verkieselte Sporen gebildet (vgl. Fig. 2), deren vordere porusartige Mündung von innen her mit einem Stopfen verschlossen wird. Bei beiden Algenreihen ist demnach die Wand der Sporen zweiteilig. Ich homologisierte den Deckel der Diatomeensporen mit dem Stopfen der Sporen der Chrysomonaden und ihren Porus mit der Öffnung der unteren Schalenhälfte der Diatomeensporen. In bezug darauf verweise ich auf die Fig. 1. Auf Grund dieser Homologisierung und

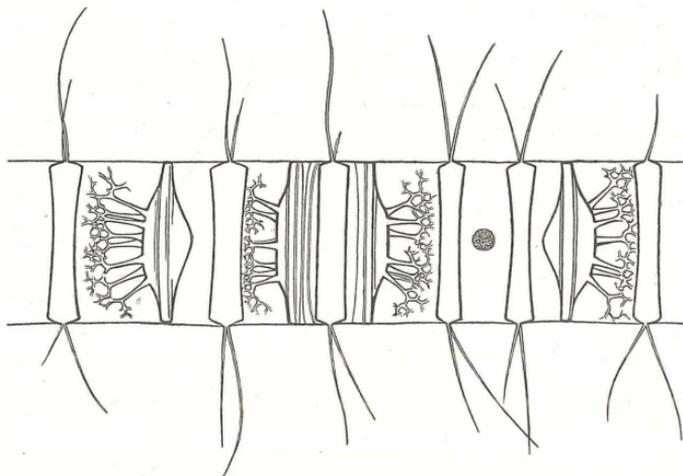


Fig. 2.

Kurze *Chaetoceras*-Kette, an den Enden zwei reife, in der Mitte zwei unreife Endosporen, bei denen der Deckel noch nicht gebildet ist. Der später eingefügte Deckel wird innerhalb des bereits fertigen Membranteiles eingefügt. (Orig.)

vieler anderer übereinstimmender Momente des Zellbaues schloß ich auf eine enge Verwandtschaft zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden und vereinigte sie in den Stamm der Chrysophyta.

SCHERFFEL bestreitet nun in seiner vorstehenden Notiz über die Monascysten die Berechtigung dieser Homologisierung der beiderlei Sporen und zwar, weil

1. bei den *Monas*-Sporen und auch anderen Chrysomonaden im Gegensatze zur eigentlichen Sporenwand der Stopfen nicht verkieselt sei, während die Diatomeenendosporen ganz verkieselt seien;
2. weil bei den Chrysomonaden der Stopfen zeitlich verschieden (später) gebildet werde, als die Sporenwand.

Beide Gegenargumente SCHERFFEL's sind nicht stichhaltig.

ad 1.

Es ist Tatsache, daß die Stopfen der Chrysomonadensporen nicht die gleiche Verkieselung haben, wie der andere Teil der Sporen-

wand. Es gibt sicher solche, bei denen gar keine Verkieselung im Stopfen auftritt. Ich sagte bereits, daß der Stopfen im allgemeinen weniger verkieselt sei. Aber ich habe nach wiederholtem Ausglühen der verschiedenartigsten Sporen von Chrysomonaden doch auch gesehen, daß die Cysten nicht immer leer waren. Sie waren wohl ohne Stopfen: aber innerhalb der leeren Sporenwand lag ein unregelmäßiges amorphes Gebilde, das ich nur als den Silikatrest des allerdings nur wenig verkieselten Stopfens bezeichnen kann. Andere Sporen ergaben übereinstimmend mit den Angaben SCHERFFEL's solche Reste nicht. Weitere Sporen, die alle derselben Art angehörten, ergaben in alten Sporen solche Reste, nicht aber in jungen, wenn auch ganz ausgebildeten. Jedenfalls schwankt die Verkieselung der Stopfen sehr, sie kann überhaupt ganz fehlen, sie kann erst bei vorschreitender Entwicklung auftreten. Die einzelnen Formen verhalten sich darin nicht gleich. Nie aber erreicht die Verkieselung des Stopfens den Grad, wie bei dem anderen Teile der Sporenwand.

Dasselbe trifft auch für die *Chaetoceras*-Endosporen zu. Der Deckel der immer jünger ist als der andere Wandteil der Endospore, der Topf, zeigt ebenfalls sehr verschieden weitgehende Verkieselung. Bei vielen Sporen blieb nach dem Ausglühen der Deckel deutlich erhalten, war also ebenfalls, wenn auch weniger stark als der Topf, verkieselt. Oft aber waren nur Spuren des Deckels nach dem Ausglühen vorhanden, oft fehlten alle Reste. Auch bei *Chaetoceras* hängt die Verkieselung nicht nur von dem Entwicklungsgrade der Endospore ab, sondern wohl auch von einer sehr weitgehenden, vielleicht rassenartig fixierten, Variabilität in der Stärke der Verkieselung.

Solche sehr große Schwankungen in der Verkieselung betreffen ja bei den Diatomeen nicht nur die Sporen. Eine Reihe mariner Formen weist auch in den vegetativen Zellen nur schwache, kaum nachweisbare Verkieselung auf und auch bei unseren Süßwasserarten schwankt die Stärke dieser Verkieselung innerhalb einer Art oft in weitem Maße. Das Gleiche trifft, soweit ich sah, auch für den Topfteil der Chrysomonadensporen zu.

So erscheint der erste Einwand, den SCHERFFEL gegen meine Homologisierung der Diatomeenendosporen und der Sporen der Chrysomonaden macht, fehlende Verkieselung des Stopfens der Chrysomonadensporen, in den von ihm beobachteten Fällen, durch die Tatsache des weitgehenden Schwankens in der Stärke der Verkieselung bei Diatomeen und Chrysomonaden überhaupt, nicht als stichhaltig.

ad 2.

Gegen die Homologisierung spricht nach SCHERFFEL auch der Umstand, daß bei den Chrysomonadensporen die Sporenwand und der Verschlußstopfen nicht gleichzeitig angelegt werden, der Stopfen erst später von innen her der bereits gebildeten Sporenwand eingefügt wird. Der Einwand SCHERFFEL's wäre dann berechtigt, wenn bei den Diatomeenendosporen z. B. *Chaetoceras* der Verschlußdeckel der Endospore gleichzeitig mit dem anderen Wandteile gebildet würde. Es scheint SCHERFFEL ganz entgangen zu sein, daß dies bei den Diatomeen niemals gleichzeitig geschieht. Jedes reichlichere Material von *Chaetoceras* mit Endosporenbildung zeigt massenhaft in Bildung begriffene Endosporen (vgl. Fig. 2), von denen erst der untere Teil der Spore und dieser schon ganz fertig ausgebildet ist, während der abschließende Deckel noch völlig fehlt und keine Spur davon zu sehen ist. Genau so wie man auch Stadien findet, in denen der Topfteil der Endospore bereits kräftig ausgebildet ist, während der Deckel erst als allerzarteste Anlage, als sehr feine Kontur bemerkbar wird. Auf diese zeitlich getrennte Bildung der beiden Sporenwandteile bei den Diatomeenendosporen habe ich wiederholt hingewiesen und auch Figuren von solch halbfertigen *Chaetoceras*-Sporen, denen der Deckel noch völlig fehlt, wiedergegeben. Sie sei nach Mikrophotographien gezeichnet auch hier eingestellt.

Der zweite Einwand SCHERFFEL's wird also ebenfalls durch die Tatsachen widerlegt.

Damit entfallen die Einwände SCHERFFEL's gegen die Homologisierung der beiden Sporen. Es sei aber auch hier noch auf zwei Tatsachen hingewiesen, die die enge Verwandtschaft erkennen lassen.

1. Nicht bei allen Chrysomonadensporen ist der Verschlußanteil stopfenartig entwickelt. Es gibt Chrysomonaden, bei denen der Porus zwar nicht größer ist als sonst, bei denen aber der Stopfen sich nach innen um das Doppelte bis Vierfache verbreitert. Und ferner Sporen, bei denen auch der Porus viel weiter ist und der Verschlußstopfen mehr die Form eines kleinen gebogenen Plättchens oder Deckelchens hat (vgl. Fig. 3). Gerade diese Formen zeigen aber, welchen Entwicklungsgang der Stopfen in seiner typischen Form zurückgelegt hat: er ist eben der zweite obere Schalenteil der Cyste, der bei den allermeisten Cysten der Chrysomonaden sich stopfenartig verkleinert. Nur darin liegt im Cystenbau die Sonderentwicklung der Chrysomonaden.

2. Auch SCHERFFEL betont die merkwürdige Tatsache, daß der Stopfen der Chrysomonaden von innen her der Spore eingefügt ist.

Gerade diese Merkwürdigkeit wird aber nur verständlich aus der Homologisierung der Spore der Chrysomonaden mit der der Diatomeen resp. der des Stopfens mit dem Deckel. Wie ich schon 1921 betonte und gerade vorstehend erörterte, ist bei den Endosporen von *Chaetoceras* und aller anderen Diatomeen, der Deckel der jüngere der beiden Schalenteile, der erst später in die Spore eingefügt wird. Nun ist es eine allgemeine Tatsache, daß bei allen Diatomeen (und auch bei den Heterokonten) der jüngere Schalenteil immer innerhalb des älteren, nie außerhalb dieses, nie um diesen herum angelegt wird. Und tatsächlich kann man auch bei den Endosporen der *Chaetoceras*-Arten den Deckel innerhalb der unteren Schale der Spore sitzen sehen, besonders bei halbgeöffneten oder gedrückten Sporen.

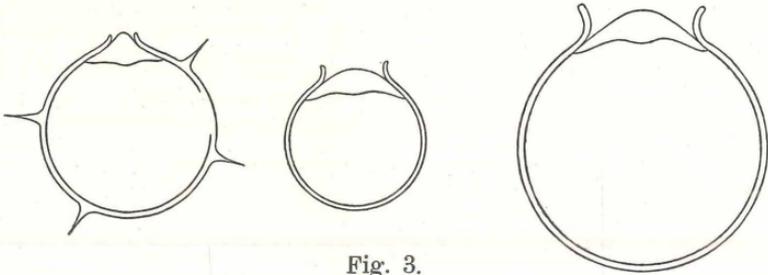


Fig. 3.

Chrysomonadensporen, deren Stopfen mehr oder weniger deckelartig ausgebildet ist.

Ist aber der Stopfen der Chrysomonadenspore homolog der Spore der Diatomeen, so muß er auch die gleiche Einfügung in die Sporenwand zeigen, wie der Deckel der *Chaetoceras*-Spore in den unteren Schalenteil — also innerhalb der unteren Schale, also innerhalb des Porus zu liegen kommen. Das ist aber tatsächlich der Fall — ob der Stopfen bei den Chrysomonaden klein oder deckelartig ist, immer ist er innerhalb des anderen Schalenteiles gelagert, er ist der Sporenschale von innen her angefügt.

Gerade darin sehe ich eines der wichtigsten Argumente für die Homologisierung der beiden Sporen und in der Tatsache dieser Homologie unter vielen anderen Beweisen einen wichtigen Beweis für die Richtigkeit meiner Annahme der engeren Verwandtschaft zwischen den Diatomeen und Chrysomonaden.

Anhang.

Über typische und „atypische“ Cystenbildung bei den Chrysomonaden.

Im allgemeinen Teile meiner Chrysomonadenbearbeitung für die Süßwasserflora Deutschlands usw. (Bd. II, S. 1) unterschied ich auf

Grund der damaligen Kenntnisse zwischen typischer und atypischer Sporenbildung bei den Chrysomonaden. Typisch war sie dann, wenn sie endogen erfolgte und zu verkieselten Cysten mit Porus und Stopfen führte.

Mit solcher Bildung stimmte aber nicht überein die Bildungsweise der Sporen, wie ich sie an *Chrysopsis* und *Pyramidochrysis* — un-zweifelhaften Chrysomonaden — beobachtete. Hier schien es, als erfolgte sie in der Weise, daß der Protoplast, der einen ausgesprochenen Periplasten besaß, sich kugelig zusammenzog und eine Spore lieferte, deren Wand eben der zusammengezogene Protoplast war. Hier schien also die Cystenbildung nicht endogen zu verlaufen, auch von einem Porus und Stopfen konnte nichts gesehen werden. Diese Bildungsweise nannte ich damals atypisch.

Es schien mir nun unwahrscheinlich zu sein, daß bei einer so einheitlichen Flagellatengruppe wie bei den Chrysomonaden in der Sporenbildung zwei so verschiedene Bildungsweisen vorhanden sein sollten. Ich vermutete für mich, daß bei den Formen mit atypischer Sporenbildung irgendwie der typische Vorgang nur verdeckt werde, im Wesen aber vorhanden sei.

Diese Vermutung wurde bestätigt durch Beobachtungen an einer *Chromulina*, die einen derben, wenn auch nicht starren Periplasten hatte. Auch hier begann die Sporenbildung mit deutlichen metabolischen Formveränderungen und Kontraktionen des Protoplasten, denen der derbe mit Warzen versehene Periplast folgte. Der Protoplast zeigte eine leichte Torsion, die dem Periplasten eine leicht schraubige, erst sekundär entstandene Anordnung der Warzen gab. Dann rundete sich der Protoplast ganz ab und wurde kugelig und der derbe Periplast schien die derbe Wand der Spore zu bilden. Der Periplast schien in diesem Zustande nicht direkt dem Sporenprotoplasten anzuliegen, sondern erschien leicht von ihm abgehoben zu sein (vgl. Fig. 4 b, c). Diese Abhebung des Periplasten war aber nur scheinbar. Günstige Stadien zeigten, daß diese Abhebung an einer Stelle unterbrochen war, und dort schien es als hinge Protoplast und der abgehobene Periplast mit einem kleinen Zäpfchen zusammen. Dieser seltsame Befund aber fand seine Erklärung als an einem anderen Stadium gesehen werden konnte, daß sich dieses Zäpfchen nach innen verbreiterte und genau so aussah wie der Stopfen normaler endogen gebildeter Chrysomonadensporen.

Die eingehendere Prüfung weiterer Stadien brachte auch die völlige Aufklärung dieses Falles und auch der anderen bisher be-

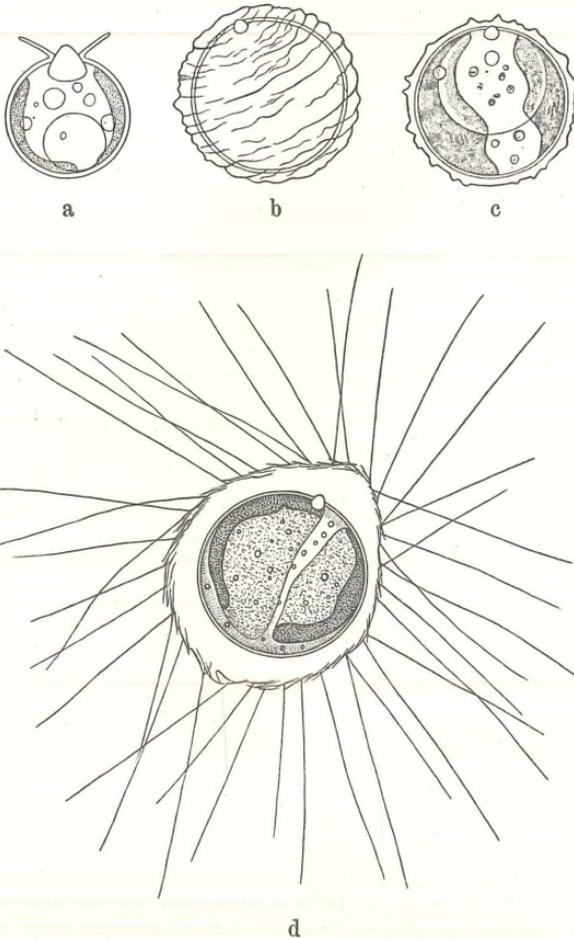


Fig. 4.

a *Ochromonas* spec., dessen Protoplast nur eine zarte Hautschicht hatte, die bei der Sporenbildung völlig eingeschmolzen wurden, so daß die Sporenwand frei liegt. (Orig.)

b, c *Chromulina* spec., deren Hautschicht in der Form eines derben Periplasten ausgebildet war, der bei der Sporenbildung nicht mehr eingeschmolzen wird, doch aber noch so schmiegsam ist, daß er sich außen der Sporenwand dicht anlegt und dadurch oft die eigentliche Sporenwand undeutlich macht. b Eine solche Spore von außen gesehen. c Dieselbe Spore im kombinierten optischen Längsschnitt. (Orig.)

d *Mallomonas mirabilis* CONRAD (nach CONRAD). Die Hülle relativ derb und steif und nicht schmiegsam. Bei der Sporenbildung behält sie die ursprüngliche Form bei und steht weit von der fertigen Spore ab.

kannten Fälle atypischer, nicht endogener, Cystenbildung.

Auch bei diesen Fällen erfolgt die Sporenbildung endogen, auch hier kommt es zur Bildung einer Glasspore mit Porus und Stopfen. Der Unterschied gegenüber der typischen Bildung liegt nur in einer ganz unwesentlichen Einzelheit. Hier legt sich bei der Sporenbildung der relativ derbe, doch noch schmiegsame Periplast der endogen gebildeten, eigentlichen Sporenwand dicht an und bleibt auch noch an der fertigen Spore als derbe, äußere Hülle erhalten. Da aber dieser Periplast, der nun der Hülle dicht anliegt, mit seiner Verfärbung und seiner Skulptur die darunter liegende eigentliche Silikatspore verdeckt, so kommt diese gar nicht recht zur Beobachtung und es wird der Eindruck erweckt, als würde wie bei anderen Flagellaten der Periplast direkt

zur Sporenwand und die Sporenwand erfolgte hier nicht wie bei den anderen Chrysoomonaden endogen.

Das trifft auch für die bis jetzt beobachteten anderen Fälle von „nicht endogener“ Sporenbildung zu, *Pyramidochrysis* und *Chrysopsis*: auch hier war unter der derben durch den Periplasten gebildeten äußeren Sporenhülle und den Protoplasten ein heller Hof zu sehen, der nach der derzeitigen Kenntnis dieser Dinge eben die Silikatschale der eigentlichen endogen gebildeten Spore darstellt.

Es scheinen bei den Chrysoomonaden folgende Verhältnisse vorzukommen. Entweder der Periplast ist sehr zart, dann wird er bei dem Encystierungsprozeß völlig eingeschmolzen und wenn der ganze Protoplast in der endogen angelegten Cyste untergebracht ist, liegt diese Cyste frei da (vgl. Fig. 4a). Das trifft für die meisten nackten oder nur mit schwach differenzierter Hautschicht versehenen Formen zu.

Ist die Hautschicht sehr derb, durch mannigfache Auflagerungen fast starr, dann erfolgt die ganze Cystenbildung innerhalb dieser Hülle, die reife Spore liegt dann in der locker stehenden sonst leeren Hülle drinnen, wobei die Hülle wegen ihrer größeren oder geringeren Steifheit ihre Form beibehalten hat (Fig. 4d).

Es gibt aber Fälle bei denen der Periplast noch nicht so derb ist, wie bei den zuletzt genannten Formen, er ist aber dennoch nicht mehr so wenig selbständig, wie bei der ersten Gruppe. In diesen Fällen, wird er nicht eingeschmolzen, er behält aber auch seine Form nach der Cystenbildung nicht bei, sondern er legt sich bei der Bildung der endogen gebildeten Cystenwand dieser an und umhüllt die Cyste außen mit einer enganliegenden derben Hülle, die unter Umständen, die eigentliche Sporenwand und ihre Struktur völlig verdecken kann (Fig. 4b, c).

Der erste Fall wird durch viele nackte Chrysoomonaden, der zweite z. B. durch die vorgenannte *Chromulina* (Fig. 4b, c), durch *Chrysopsis* und *Pyramidochrysis*, vielleicht auch durch *Microglena* und *Hymenomonas*, die noch weiche und schmiegsame Hüllen haben, und wohl auch durch die Cocolithophoraceen, der dritte aber durch *Mallomonas* (Fig. 4d), *Synura* und andere Formen mit derben, starren Hüllen wiedergegeben.

In allen Fällen aber erfolgt die Cystenbildung endogen. Die Unterscheidung in typische und atypische Cystenbildung bei den Chrysoomonaden hat zu fallen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [48_1924](#)

Autor(en)/Author(s): Pascher Adolf

Artikel/Article: [Zur Homologisierung der Chrysoomonadencysten mit den Endosporen der Diatomeen. 196-203](#)