

2. Franz Schütt: Auxosporenbildung von *Rhizosolenia alata*.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 7. Januar 1886.

Rhizosolenia alata ist eine kleine, freiflutende, marine Bacillariacee, die in der Ostsee fast das ganze Jahr hindurch in kolossalen Mengen vorkommt. Die während des Sommers vorkommenden Individuen entsprechen der in van Heurcks Synopsis¹⁾ als *v. gracillima* bezeichneten Varietät. Dieselbe ist eine cylindrische Form mit sehr langgestreckten, dünnen Gürtelbändern und eigenthümlich geformten Schalen.

Von letzteren kann man sich am besten eine Vorstellung verschaffen, wenn man sie mit einem zweifingerigen Handschuh vergleicht, von dem der eine Finger sich in normaler Lage befindet und dadurch einen stumpf endigenden Fortsatz der Schale bildet, während der andere grösstentheils nach innen eingestülpt ist.

Das Zellplasma, von einem dem Wasser fast gleichen Lichtbrechungsvermögen, ist so homogen, dass es nur schwierig erkannt werden kann. Die Chromatophoren bilden kleine, nur schwach gelblich gefärbte Körner, welche meist unregelmässig im Plasmawandbeleg zerstreut sind, häufig jedoch auch zu mehr oder minder dichten Klumpen zusammengeballt sind.

Diese Form vermehrt sich während des Frühjahrs und Sommers nach dem gewöhnlichen Diatomeenschema durch Zweitheilung²⁾. Dabei sind die innerhalb der Gürtelbänder entstandenen jungen Schalen in der Weise mit einander verzapft, dass der fingerförmige Fortsatz der einen Schale in dem eingestülpten Fingerling der andern Schale steckt, und von dieser wie von einer „Scheide“ umgeben wird. Später wird diese Verzapfung gelöst, und die beiden Tochterzellen werden selbstständig; als Spuren ihrer früheren Verbindung behalten sie jedoch die verkieselten Scheiden an den Schalen bei.

Am 2. August 1885 sah ich zuerst im Kattegat neben der erwähnten Form die von van Heurck³⁾ schlechtweg als *Rhizosolenia alata* bezeichnete Form auftreten. Von dieser Form kann man sich am besten ein Bild machen, wenn man sich denkt, dass zwei Exem-

1) Van Heurck, Synopsis des Diatomées de Belgique. Pl. LXXIX. 10.

2) Brightwell, Remark's on the genus *Rhizosolenia*. Quarterly Journal of micr. science. Vol. VI, 1858, p. 93.

3) Van Heurck, a. a. O. LXXIX. 8.

plare von *Rh. gracillima* von sehr ungleicher Dicke in der Mitte durchbrochen, und nun je eine dicke und eine dünne Hälfte zu einem neuen Individuum zusammenschweisst wäre. Wenn man diese eigenthümliche Form als eine besondere Diatomeenart auffasst, so muss man auch annehmen, dass aus ihr durch Zweitheilung zwei dem Mutter-Individuum gleiche Tochter-Individuen hervorgehen. Dies ist jedoch unter Wahrung der Analogie mit dem Theilungsvorgang der übrigen Bacillariaceen nicht möglich. Die Schwierigkeit ist jedoch leicht gehoben, wenn man diese Form nicht als eine eigene „Art“, sondern nur als ein Stadium der Auxosporenbildung der einfachen cylindrischen Form auffasst. Dass diese Auffassung nicht nur berechtigt, sondern nothwendig ist, habe ich durch Auffindung der verschiedenen Entwicklungsstadien nachweisen können.

In der Probe, welche die eben geschilderten Frusteln enthielt, fanden sich viele mit lebendem Inhalt versehene halbe Frusteln (d. h. eine Schale mit dem einen dazugehörigen Gürtelband) neben vielen leeren halben Frusteln. Dazwischen befanden sich dann noch andere lebende halbe Frusteln, deren vorher offenes Ende wieder durch eine Membran geschlossen war. Diese neugebildete Membran hatte sich jedoch nicht als Querwand an das alte Gürtelband angesetzt, sondern bildete ein kleines Bläschen von etwa dem dreifachen Durchmesser des alten Gürtelbandes, auf dem es wie auf einem Stiele aufsass.

Dass diese mit einer bläschenförmigen Membran von der Aussenwelt abgeschlossenen Frusteln aus den oben erwähnten einseitig offenen halben Frusteln entstehen, habe ich nicht direkt wahrnehmen können, weil sich dieselben unter dem Deckglase nicht lange genug lebend erhielten, um den Entwicklungsgang an ein und demselben Individuum zu studiren; es ist dies jedoch sehr wahrscheinlich. Ich vermuthe, dass der Prozess folgendermassen verläuft: Die *Rhizosolenia* streckt sich, wie zur Einleitung des Theilungsprozesses, durch Auseinanderweichen der Gürtelbänder in die Länge, bis sich die Gürtelbänder nur noch mit dem schmalen Rande berühren. Statt dass nun aber zwei neue Schalen in der Mitte ausgeschieden werden, wird der Inhalt aus der einen Hälfte der Schale zurückgezogen, während die andere, nunmehr leere Schale abfällt. Hierauf quillt das Plasma der gefüllten Frustel an dem offenen Ende hervor und scheidet an dem mit dem Wasser in Berührung stehenden Theile eine Membran aus, welche sich an den freien Rand des alten Gürtelbandes ansetzt. Mit der Ausbildung dieses Häutchens geht die Zelle über die dem Mutter-Individuum gesteckten Grenzen hinaus. Ihre Entwicklung ist zwar noch nicht abgeschlossen, aber sie charakterisirt sich dadurch schon als eigenes, abgeschlossenes Individuum: als Auxospore.

Man ist geneigt anzunehmen, dass die junge Auxospore von *Rhizosolenia*, analog derjenigen von *Melosira*, sich mit einer vollständig

neuen Membran umgäbe, so dass nicht nur die vom Wasser berührte offene Seite, sondern auch der innerhalb des alten Gürtelbandes steckende Theil des Plasmas von der jungen Auxosporenmembran umhüllt sei. Ich habe nach einer solchen inneren Membran gesucht, habe dieselbe aber nirgends finden können; vielmehr scheint die neue Membran überall direkt auf die alte Gürtelbandmembran aufgesetzt zu sein.

Wenn man sich die grosse Mannichfaltigkeit der Auxosporenbildung der Bacillariaceen vergegenwärtigt, so hat dieser Umstand auch durchaus nichts Befremdendes; er bildet dann nur den einfachsten der vielen bisher bekannten Typen der Auxosporenbildung. Bei den meisten Bacillariaceen verlässt der Zellinhalt bei der Auxosporenbildung die Zellmembran als nackte Plasmamasse und umgiebt sich ausserhalb der mütterlichen Schale mit einer neuen eigenen Auxosporenmembran. Bei *Melosira* bleibt ein kleiner Theil des Zellinhalts in der mütterlichen Schale stecken und umgiebt sich so mit einer ringsum geschlossenen neuen Membran. *Rhizosolenia* bleibt mit dem grössten Theil seines Zelleibes in der mütterlichen Schale stecken. Da hierdurch hinlänglicher Schutz gegeben ist, so unterbleibt die Bildung der eigenen Auxosporenmembran an den Stellen, wo der Zellinhalt von der mütterlichen Membran schon umgeben ist, und nur der mit dem freien Wasser in Berührung befindliche Theil bildet eine neue Membran aus.

Ich kann es nach meinen Befunden nicht entscheiden, ob nicht beim Auseinanderweichen der Gürtelbänder des Mutterindividuums beide Frustelhälften mit Plasma gefüllt bleiben, und demgemäss auch beide Hälften Auxosporen bilden. Der Umstand, dass man neben den entwickelten Frustelhälften oft leere halbe Frusteln findet, scheint mir jedoch darauf zu deuten, dass sich nur die eine Hälfte weiter entwickelt.

Dass vor der Bildung des Köpfchens eine Copulation stattfindet, erscheint mir sehr unwahrscheinlich, denn man müsste dann annehmen, dass die *Rhizosolenia*, analog den übrigen Bacillariaceen, sich mit einer Schleimhülle umgäbe, und dass man dann die kopulirenden Paare, von dieser Schleimhülle umgeben, vorfinden müsste; ich habe aber weder eine solche Schleimhülle noch überhaupt kopulirende Paare gesehen.

Von dem Punkt der Entwicklung an, wo das an der offenen Gürtelbandseite hervorgequollene Köpfchen sich mit einer Membran umgiebt, habe ich die Weiterentwicklung an so vielen Exemplaren in so vielen verschiedenen Stadien gesehen, dass kaum noch eine Lücke auszufüllen bleibt.

Das Köpfchen streckt sich zu einem Cylinder von dem gleichen Durchmesser und etwa der fünffachen Länge des Köpfchens, und scheidet dann innerhalb der verkieselten, cylindrischen Auxosporenmembran eine neue, gleichfalls verkieselte „Schale“ aus, deren konkave Seite dem alten Gürtelbande zugekehrt ist.

Diese Schale unterscheidet sich von der an dem alten Gürtelbande

ansitzenden Schale nur durch ihre Grösse und durch das Fehlen der vorhin erwähnten Scheide, welche, nur als Verzapfungsmittel der bei der Theilung entstandenen jungen Doppelschalen dienend, hier natürlich überflüssig ist. Ich will diese innerhalb der Auxosporenmembran abgeschiedene Schale als „primäre Schale“ von den durch Zelltheilung entstandenen, durch eine „Scheide“ gekennzeichneten „sekundären Schalen“ unterscheiden. Die nach der einen Seite von der primären Schale, nach der anderen Seite von der, aus dem Mutterindividuum stammenden, sekundären Schale und dem dazu gehörigen Gürtelbande begrenzte Zelle verdient den Namen „Spore“ nicht mehr, da ich jedoch noch mehrfach auf dieselbe zurückkommen muss, so will ich sie gemäss ihrer der Artvergrößerung gewidmeten Funktion kurzweg als „Vergrößerungszelle“ bezeichnen. Die sich in der Richtung der Längsaxe nach aussen drängende primäre Schale der Vergrößerungszelle durchbricht die ihr entgegenstehende Auxosporenmembran mit ihrem fingerförmigen Fortsatze. Die noch überstehenden Reste der letzteren gehen dann verloren. Der dickere Theil der Vergrößerungszelle streckt sich in die Länge bis er etwa 40 mal so lang wie dick ist, und scheidet dann gleichzeitig zwei normale sekundäre Schalen aus. Diese liegen jedoch nicht wie bei der gewöhnlichen Diatomeentheilung in der Mitte, sondern sie sind der Grenzstelle zwischen dem dicken und dünnen Cylinder genähert.

Durch die Trennung der dadurch gebildeten Tochterzellen entstehen 2 verschieden geformte Zellen. Die eine derselben ist cylindrisch und unterscheidet sich von der gewöhnlichen *Rh. gracillima* nur durch die grössere Dicke und die eine primäre Schale. Sie vermehrt sich auch durch Zweitheilung, genau so wie *Rh. gracillima*. Die andere, gleichzeitig entstandene Zelle ist der ersteren vollkommen unähnlich, dagegen gleicht sie der erzeugenden Vergrößerungszelle bis auf die eine Schale, welche bei jener eine primäre, bei ihr jedoch eine sekundäre Schale ist. Ihre Wirksamkeit ist mit der Loslösung der ersterwähnten, einfach cylindrischen, vergrösserten „Tochterzelle“ nicht erloschen, sondern der in ihr zurückbleibende reichliche plasmatische Inhalt mit zahlreichen Chromatophoren deutet darauf hin, dass sie, wie in ihrer Form, so auch in ihrer physiologischen Wirksamkeit der Vergrößerungszelle entspricht d. h. durch Verlängerung ihres dickeren Theiles und darauf folgende Zweitheilung „Tochterzellen“ erzeugt, die ihr selbst ungleich sind, der Mutterzelle aber bis auf die grössere Dicke gleichen. Wie oft sie diesen Prozess der Erzeugung grösserer Artindividuen zu wiederholen vermag, kann ich nicht angeben. Wahrscheinlich wird sie schon nach kurzer Zeit im Kampfe ums Dasein mit den massenhaft erzeugten stärkeren Tochterindividuen, den Anfangsgliedern der neuen Vegetationsperiode, erliegen.

In einzelnen Fällen sah ich Vergrößerungszellen, die insofern ein

von den vorher erwähnten abweichendes Verhalten zeigten, als sie nicht so wie jene sich durch gleichzeitige Ausscheidung zweier sekundärer Schalen in zwei lebensfähige Zellen theilten, sondern die statt dessen nur eine primäre Schale innerhalb des dickeren Cylinders ausschieden, deren konvexe Seite dem dünneren Cylinder zugekehrt war. In diesen Fällen enthielt der durch diese Schale zur vollständigen Zelle umgebildete dicke Cylinder auch alles lebende Plasma, während der dünne Cylinder leer war. Dieser Vorgang steht in vollkommenem Einklang mit der vorher erwähnten Auffassung der Vergrößerungszelle. Wenn die Vergrößerungszelle nämlich nicht genug Kraft besitzt, um die Zweitheilung zu ertragen, und dies ist nach etlichen Theilungen von allen Vergrößerungszellen zu erwarten, so zieht sie ihr gesamtes Plasma aus dem dünnen Theil in den dicken Cylinder zurück, schliesst sich durch Ausscheidung einer einzelnen Schale gegen den leeren Raum ab, und ist nun, nach Abfallen des leeren Zellanhängsels den verjüngten Tochterzellen gleichend, ebenso wie diese befähigt das Anfangsglied einer neuen vegetativen Reihe zu werden.

Die Auxosporen von *Rhizosolenia alata* sind von der gewöhnlichen Auxosporenform der Diatomeen so verschieden, dass sie von den älteren Beobachtern, obwohl diese sicher wenigstens einzelne Stadien der Auxosporenbildung kannten, dennoch nicht als solche gedeutet, sondern als verschiedene Arten oder Varietäten derselben Art aufgefasst wurden. Ihre physiologische Wirksamkeit, die Vergrößerung der Art, ist jedoch die gleiche wie bei allen anderen Bacillariaceen.

Um diese Wirksamkeit noch schärfer zu beweisen habe ich einige Messungen an Individuen von *Rhizosolenia alata*, welche aus verschiedenen Jahreszeiten stammten, ausgeführt. Die Vergleichung dieser Messungen bestätigt nicht nur die Annahme, dass die betreffenden Formen Auxosporen sind, sondern sie wäre auch geeignet, den einfachsten und sichersten Beweis abzugeben für die von Pfitzer entwickelte „Grundtheorie“ der Bacillariaceenentwicklung, (Verkleinerung der Art durch Theilung und Zurückführung der Art auf das normale Mass durch Auxosporenbildung), falls diese überhaupt noch des Beweises bedürfte.

Zum Zweck der Messung wurden Präparate gemacht von Rhizosolenien, welche zu verschiedenen Jahreszeiten im Lauf der letzten $1\frac{1}{2}$ Jahre in der Ostsee gefangen wurden, und in diesen Präparaten wurde die Dicke von je 10 Exemplaren gemessen unter sorgfältigem Ausschluss jeder, selbst unbewusster Willkürlichkeit in der Auswahl der zu messenden Exemplare. Die beim Messen angewandte Einheit war $= \frac{1}{840} mm$. Die Mehrzahl der Proben enthielt nur Formen, welche der alten Art *R. gracillima* entsprachen.

In Auxosporenbildung begriffene Exemplare sah ich zuerst im August; dieselben waren jedoch sehr selten und in dem der Messung

unterworfenen Präparate nicht vorhanden, weshalb sie bei der Messung nicht berücksichtigt werden konnten. Im September trat die Auxosporenbildung in grosser Menge ein. Es wurden deshalb an dem entsprechenden Präparate drei verschiedenen Messungen ausgeführt: a) 10 Individuen der dünnen Art, die also noch vor der Auxosporenbildung standen; b) 10 Auxosporen, und zwar wurde an jeder derselben gemessen der Durchmesser des dünnen Theils (= b') und des dicken Theils (= b''). Im Anfang Oktober war die Auxosporenbildung schon im Abnehmen begriffen und gegen Ende desselben Monats war sie fast vollständig beendet. Es wurde deshalb bei den Messungen des Oktobers nur die durch Auxosporenbildung hervorgegangene neue Generation, aber nicht mehr die vor und in der Auxosporenbildung begriffenen Individuen berücksichtigt.

Seit Mitte November ist die *Rhizosolenia* von der Oberfläche verschwunden und hat dadurch ein weiteres Studium ihrer Entwicklungsgeschichte unmöglich gemacht.

Um ein Bild zu geben von der Grösse der individuellen Abweichungen von dem für die Fangzeit gültigen Mittelwerthe lasse ich die einzelnen Messungen folgen.

	1884			1885									
	15. Juni	11. Sept	Nov. bis Dez.	März	27. April	15. Mai	17. Juni	10. Juli	15. August			7. Sept.	30. Sept.
									a	b'	b''		
	4,0	8,8	5,7	6,0	4,5	4,7	4,1	3,8	3,7	3,5	10,5	9,0	8,0
	4,0	8,0	5,8	5,0	4,3	4,8	4,5	4,0	3,5	3,5	10,0	8,4	9,0
	3,4	8,0	5,2	5,0	4,7	4,7	3,5	4,1	3,6	3,1	9,0	8,9	7,5
	3,9	7,8	5,0	5,8	4,3	4,3	4,0	3,7	3,2	3,5	10,0	8,0	8,0
	4,3	6,0	5,8	5,5	4,8	3,7	3,8	3,8	2,9	3,8	8,7	9,0	9,0
		7,9	5,9	4,8	4,7	4,0	4,0	3,3	2,7	2,8	8,5	8,0	7,4
		8,5	5,0	5,6	4,8	4,5	3,5	3,9	4,0	2,9	9,5	8,5	9,2
		8,6	6,0	5,1	4,0	4,1	3,5	4,3	3,4	3,3	9,8	8,8	7,3
		8,0	5,0	5,5	4,5	4,0	4,1	3,0	3,5	3,1	8,5	8,3	8,8
		8,8	5,5	5,8	4,0	4,0	3,5	3,2	2,9	3,9	9,0	9,5	9,0
Mittelwerth	3,92	8,04	5,49	5,41	4,46	4,28	3,85	3,71	3,34	3,34	9,35	8,64	8,32

Die Vergleichung dieser Zahlenwerthe ergibt folgendes Resultat: „Zu gleicher Zeit haben alle Individuen von *Rhizosolenia alata* bei sehr verschiedener Länge annähernd denselben Querdurchmesser.“ „In verschiedenen Jahreszeiten ist die Dicke der *Rh.* sehr verschieden, und zwar ist dieselbe im Herbst am grössten, und nimmt dann im Laufe des Jahres langsam ab, bis sie im folgenden Herbst nur noch etwa $\frac{1}{3}$

der ursprünglichen Grösse beträgt.“ „Wenn dieser Punkt erreicht ist, so wird durch Auxosporenbildung wieder eine Generation von der ursprünglichen Dicke erzeugt, welche durch Theilung in der folgenden Zeit wieder dünner wird“.

Der Vorgang der Auxosporenbildung selbst lässt sich mit folgenden Worten kurz zusammenfassen: „Eine dünne „Mutterzelle“ zerfällt in zwei halbe Frusteln. Aus der dadurch gebildeten Oeffnung einer der Frustelhälften quillt das Plasma in Form eines Köpfchens hervor, scheidet an der vom Wasser berührten Fläche eine verkieselte Membran aus, welche sich an das alte Gürtelband ansetzt, und wird damit zur Auxospore. Das Köpfchen streckt sich zu einem kurzen Cylinder, scheidet innerhalb desselben eine Schale aus und wird dadurch zur Vergrößerungszelle. Diese kann durch Verlängerung des dicken Endes und Zweitheilung desselben nach einander eine Anzahl von „Tochterzellen“ bilden, welche, der Vergrößerungszelle unähnlich, sich von der „Mutterzelle“ nur durch grössere Dicke unterscheiden. Die Vergrößerungszelle selbst kann sich (nach mehr oder minder oft wiederholter Theilung) in eine „Tochterzelle“ verwandeln. Die Tochterzellen fungiren als Anfangsglieder der neuen Generation, die sich durch Zweitheilung weiter vermehrt.

Zum Schluss möchte ich noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass die Dickenabnahme der *Rh.* von November 1884 bis März 1885 eine äusserst geringe war. Was in dieser Zeit vorgegangen, kann ich nicht angeben, da mir darüber Beobachtungen fehlen. Combinirt man aber das Messungsergebniss mit dem Umstande, dass 1885 im November die *Rh.* spurlos von der Meeresoberfläche verschwunden ist, und berücksichtigt man ferner die Thatsache, dass von Professor Hensen bei einer andern Art derselben Gattung *Rh.* Gebilde gefunden worden sind, die sich nur als „Ruhesporen“ deuten lassen, so erscheint die Vermuthung nicht ungerechtfertigt, dass in dem soeben beschriebenen Entwicklungsgang von *Rhizosolenia alata* noch eine „Ruheperiode“ eingeschaltet ist.

Weitere durch Zeichnungen illustrierte Mittheilungen über die Entwicklung von *Rhizosolenia* behalte ich mir vor, in der Hoffnung, dass es mir in der nächsten Regenerationsperiode gelingen wird, die jetzt noch vorhandenen Lücken auszufüllen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Schütt Franz

Artikel/Article: [Auxosporenbildung von Rhizosolenia alata. 8-14](#)