

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

VI. Band.

1. Juli 1886.

Nr. 9.

Inhalt: **Schütt**, Einiges über Bau und Leben der Diatomeen. — **Ritzema Bos**, Einige Bemerkungen über Pleuronectiden. — **Roux**, Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**; 58. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte. — **Mislawsky**, Zur Lehre vom Atmungszentrum. — **Sir John Lubbock**, Lebensdauer der Ameisen.

Einiges über Bau und Leben der Diatomeen.

Von **Franz Schütt**.

1) E. Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen (Diatomaceen) in: Hanstein's Botanische Abhandlungen, Heft 2, Bonn 1874. [Grundlegende Untersuchung für das in Frage kommende Gebiet, mit Angabe der ältern Literatur bis 1871.] — 2) Otto Müller, Ueber den feinem Bau der Zellwand der Bacillariaceen, insbesondere des *Triceratium Favus* und der Pleurosigmen. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie und Physiologie, 1874, S. 619. — 3) Fr. Schmitz, Die Bildung der Auxosporen von *Cocconema Cistula* Ehrbg. Botan. Zeitg., 1872, S. 117. — 4) A. Ladenburg, Ueber die Natur der in den Pflanzen vorkommenden Siliciumverbindungen. Ber. d. d. chem. Ges., V, 1872, S. 568. — 5) E. Borscow, Die Süßwasserbacillariaceen [Diatomaceen des südwestl. Russlands]. Kiew 1873. — 6) Cleve, On Diatoms from the arctic sea. Bihang till k. Svensk. Vet. Akad. Handlingar, Bd. I, Nr. 13. — 7) Archer, Conjugated state of *Stauroneis Phoenicenteron*. Quarterly Journal of microscopical science, 1876. — 8) Barker, Conjugated state of *Pinnularia*. Quart. Journ. of micr. science, XV, 1875. — 9) Reinhardt, Zur Morphologie und Systematik der Bacillariaceen. Bot. Zeitung 1875 S. 633. — 10) P. Petit, Essai d'une classification des Diatomées. Bull. de la Soc. Bot. de France, 1876. — Deby, Ce que c'est qu'une diatomée. Bull. de la Soc. Belge de Microscopie, 1876. — 12) Fr. Schmitz, Auxosporenbildung der Bacillariaceen. Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. zu Halle, 1877. — 13) H. L. Smith, Diatoms in coloured liquids. Journ. of the Roy. micr. Soc., 1878. — 14) W. Lange, Ueber die Natur der in den Pflanzen vorkommenden Siliciumverbindungen, Ber. d. d. chem. Ges., XI, 1878, S. 822. — 15) Grunow, Algen und Diatomaceen aus dem Kaspischen Meere. Sitz.-Ber. d. naturf. Ges., Isis 1878. — 16) Engelmann, Ueber die Bewegung der Oscillarien und Diatomeen. Bot. Zeitung, 1879, S. 49. — 17) Mereschkowsky, Beobachtungen

über die Bewegung der Diatomeen und ihre Ursache. Bot. Zeitung, 1880, S. 529. — 18) W. Prinz und E. van Ermenghem, Recherches sur la structure de quelques Diatomées. Ann. de la Soc. Belge de Microscopie, VIII. — 19) Deby, Diatomées terrestres. Ann. de la Soc. Belge de Micr. — 20) P. Petit, De l'endochrome des Diatomées. Brébissonia II. — 21) Pfitzer, Die Bacillariaceen (Diatomaceen). Schenk's Handbuch der Botanik, II, 1882. — 22) Schmitz, Die Chromatophoren der Algen, 1882. — 23) Grunow, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Diatomaceen Oesterreich-Ungarns, 1882. — 24) Otto Müller, Die Zellhaut und das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira*. Pringsheim's Jahrbücher f. wissensch. Botanik, 14. — 25) Otto Müller, Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen. Ber. d. d. botanischen Ges., 1883, S. 478. — 26) Ermenghem, Rapport sur le mémoire de Mr. J. Hogg relatif aux mouvements des Diatomées. Ann. de la Soc. Belge de Micr., IX, 1883, p. 37. — 27) Onderdonc, Sur la motilité des Diatomées. Amer. month micr. Journ., Bd. IV, 1883, p. 61. — 28) Adams, Motion of Diatoms. Amer. monthl. micr. Journ., 1883. — 29) Synopsis des Diatomées de Belgique v. Van Heurck (und Grunow). Anvers 1880—1885. — 30) Engler, Ueber die pelagischen Diatomaceen der Ostsee. Ber. d. d. bot. Ges., 1883, S. 10. — 31) Cox, Structure of the Diatome-Shell. Amer. month. micr. Journ., 1884. — 32) Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang. Jena 1884. — 33) Grunow, Die Diatomeen von Franz-Josefsland, 1884. — 34) Hensen, Quantitative Bestimmung des Auftriebs. Mitt. f. d. Ver. Schleswig-Holsteinscher Aerzte, 1885. — 35) F. Schütt, Auxosporenbildung von *Rhizosolenia alata*. Ber. d. d. bot. Ges., 1886, S. 8.

Da die eigentümlichen Lebensverhältnisse, speziell die Fortpflanzungserscheinungen der Diatomeen auch für einen weitem Leserkreis nicht ohne Interesse sein dürften, so will ich versuchen, hier eine kurze Darstellung derjenigen Resultate der Diatomeenforschung, welche ein allgemeineres Interesse beanspruchen dürfen, zu geben.

Die Diatomeen, Diatomaceen, oder wie ihr zwar weniger gebräuchlicher, wissenschaftlich aber berechtigter Name lautet, die „Bacillariaceen“, sind mikroskopisch kleine, einzellige, braune Algen, welche über die ganze Erde verbreitet sind. Als echte Kosmopoliten sind sie bezüglich ihres Aufenthalts durchaus nicht wählerisch. Sie bewohnen sowohl das Meer, wie das Wasser unserer Flüsse, Teiche und Seen; ja selbst die salzhaltigen Soolquellen unserer Mineralbäder, die feuchten Moospolster der Bäume, die benetzten Felsen der Wasserfälle, die vom Quellwasser feucht gehaltene Ackererde, kurz jeder dauernd oder auch nur vorübergehend vom Wasser benetzte Ort bietet ihnen eine Heimat; nur jauchige, von verwesenden oder giftigen Stoffen erfüllte Gewässer setzen ihnen unübersteigliche Hindernisse entgegen.

Sie sind vor fast allen andern Pflanzen durch einen sehr hohen Kieselgehalt ihrer Membran ausgezeichnet. In welcher Form das Silicium in dieser Membran vorkommt, ist bis jetzt noch nicht sicher entschieden. Jedenfalls ist es kein reiner Kieselsäurepanzer, der den weichen Zelleib umgibt; vielmehr bildet auch hier, wie

überall, eine celluloseartige Substanz die Grundmasse. Durch Flusssäure kann man das Silicium aus der Membran ansziehen, wobei die Cellulosegrundsubstanz als zartes biegsames Häutchen zurückbleibt. Umgekehrt kann man auch die organische Substanz entfernen und das Silicium behalten. Dies geschieht am einfachsten durch Glühen, wobei die zurückbleibende Kieselsäurehaut noch alle Details der ursprünglichen Zellhaut mit wunderbarer Schärfe wiedergibt. Der Umstand, dass dieses beim Glühen zurückbleibende Skelet aus Kieselsäure besteht, berechtigt jedoch noch nicht zu dem Schlusse, dass das Silicium auch schon vor dem Glühen in Form dieser Verbindung vorhanden gewesen ist. Vielleicht könnte sich ja die Kieselsäure als stabilste Verbindung erst beim Glühen aus einer organischen Siliciumverbindung gebildet haben! Es ist zwar bei den Diatomeen nicht direkt chemisch nachgewiesen, dass das Silicium ihrer Membran nicht in Form einer organischen Verbindung vorhanden sei; aber die gegenteilige Vermutung, dass es einer organischen Verbindung angehöre, indem es etwa als Vertreter des Kohlenstoffs ein integrierender Bestandteil des hierdurch in eigentümlicher Weise veränderten Cellulosemoleküls sei, besitzt noch weniger Wahrscheinlichkeit, weil man sich der Annahme doch nicht wohl verschließen kann, dass die Kieselsäure in der Diatomeenmembran eine ähnliche Rolle spiele, wie in andern siliciumreichen Membranen, z. B. in derjenigen von *Equisetum*. Für diese Pflanze liegen aber chemische Untersuchungen vor, welche darthun, dass hier das in der Pflanze vorkommende Silicium nicht als organische Verbindung vorhanden ist, sondern lediglich in der Form der Kieselsäure oder von deren Hydrat. Man darf hiernach wohl mit Recht annehmen, dass die Diatomeenschale aus einer Cellulosegrundsubstanz besteht, zwischen deren Moleküle Kieselsäurehydratmoleküle sehr gleichmäßig und in so großer Menge zwischengelagert sind, dass auch bei Zerstörung der Cellulosemoleküle die erstern ihren Zusammenhang behalten und dadurch die Form der lebenden Schale bis ins feinste Detail wiedergeben.

Weit wichtiger als diese leeren Kieselpanzer sind für uns die lebenden Zellen wegen der großen Bedeutung, welche sie für die Biologie des Meeres haben.

Nach den Untersuchungen von Hensen ist das Meer von einer solchen Anzahl von Diatomeen erfüllt, dass die Menge der durch sie erzeugten organischen Substanz annähernd gleich ist derjenigen, welche auf einer gleich großen Strecke Landes durch die Landpflanzen erzeugt wird. Welche Wichtigkeit dies für den Haushalt der Natur hat, leuchtet von selbst ein. Diese Bedeutung der Diatomeen wird noch vergrößert durch den Umstand, dass sie im Verein mit den Peridinceen wohl die einzigen Lebewesen sind, welche auf hohem Meere erhebliche Mengen organischer Substanz erzeugen, d. h. assimilieren können. Sie bilden auf diese Weise die Basis des ganzen

organischen Lebens in dem Meere, indem sie den niedern Tieren zur Nahrung dienen, diese wieder den größern u. s. w.; so dass schließlich alles Leben in dem Meere auf das Leben der Diatomeen und Peridineen als Grundbedingung zurückgeführt werden kann.

Ob die Süßwasserdiatomeen für das Leben in den Flüssen und Landseen eine ähnliche Rolle spielen wie die marinen Formen für das Meeresleben, ist noch zu ermitteln.

Unter Berücksichtigung der starken Verkieselung der Membran ist man von vorn herein geneigt, den Begriff der Starrheit mit dem der Diatomeenschale zu verbinden. Dass diese Annahme viel wahrscheinliches für sich hat, zeigt uns der eigentümliche Bau der Membran, welche das Aussehen hat, als ob sie ganz dazu gebaut wäre, die Schädlichkeiten, welche durch den Widerstand eines starren Zellpanzers gegen Volumenzunahme, also Wachstum, bedingt wird, durch besondere Einrichtungen auszugleichen. Die Membran jeder Zelle besteht nämlich hier nicht wie bei den übrigen Pflanzen aus einem Stück, sondern aus zwei frei gegen einander beweglichen Stücken, durch deren Verschiebung gegen einander eine Vergrößerung des Zellvolumens stattfinden kann, ohne dass die Membran selbst im geringsten sich zu vergrößern oder überhaupt zu verändern braucht.

Von dem Bau der Schale kann man sich am besten einen Begriff machen, wenn man sie mit einer gewöhnlichen Pillenschachtel vergleicht. Wie diese, so besteht auch der Diatomeenpanzer aus vier Stücken: zwei flächenförmigen, entsprechend der Boden- und Deckfläche der Pillenschachtel, und zwei ringförmigen Stücken: den beiden Seiten. Die beiden flächenförmigen Stücke nennt man die „Schalen“, die beiden ringförmigen die „Gürtelbänder“.

Wie bei der Schachtel, so ist auch bei der „Diatomeenfrustel“, das heißt dem aus den vier erwähnten Stücken zusammengesetzten Diatomeenpanzer, je eine Schale mit einem Gürtelbände fest verbunden, und beide zusammen stecken so in den beiden andern wie die beiden Hälften einer Pillenschachtel und sind auch in derselben Weise gegen einander beweglich.

Die „Schale“ der Diatomeen trägt meist eine durch partielle Zellwandverdickung entstandene charakteristische Zeichnung, bestehend aus Strichen, Punkten, Sechsecken, Kreisen u. s. w.; die Gürtelbänder dagegen sind gewöhnlich frei von dieser Zeichnung.

Dem eben angegebenen Grundtypus, der Pillenschachtel, entsprechen manche Diatomeenformen vollständig; andere dagegen erleiden mancherlei Variationen der Form. Stets bleibt aber, trotz aller Verschiedenheit, die Zusammensetzung aus zwei ringförmigen, übereinandergreifenden Stücken und zwei die offenen Enden verschließenden Platten erhalten.

Die Variationen lassen sich in zwei größere Gruppen sondern, von denen die eine durch Abweichungen der Gürtelbänder vom Grund-

typus, die andere durch Veränderungen der Schalen bedingt wird. Erstere wird wiederum hervorgerufen entweder durch Streckung der Gürtelbänder in der Richtung der Längsaxe, oder durch Veränderungen des Querschnittes. Unter Längsaxe ist dabei diejenige Axe zu verstehen, nach welcher das Längenwachstum stattfindet. Sie verläuft den Gürtelbändern parallel und fällt meist annähernd mit der Verbindungslinie der Schalenmittelpunkte zusammen. Querschnitt ist dann ein zur Längsaxe senkrechter Schnitt. Durch Streckung in der Richtung der Längsaxe können Formen entstehen, die so lang und dünn sind, dass sie weniger einer Pillenschachtel als vielmehr einem Thermometerfuttural ähneln. Die Variation des Querschnitts kann Formen erzeugen, deren Durchschnittsbild nicht mehr kreisförmig erscheint, wie dies beim Grundtypus angenommen wurde, sondern mehr oder minder langgestreckt elliptisch, dreieckig, viereckig, C-förmig und selbst S-förmig gebogen ist.

Außer diesen Veränderungen der Gürtelbänder, welche die Schalen in ihren Umrissen natürlich mitmachen müssen, können diese auch noch selbständige Umformungen erleiden. Der flache Deckel kann sich wölben, er kann halbkugelig, zuckerhutförmig werden, ja er kann ganz spitz auslaufen; die Oberfläche kann Wellenform annehmen, die Wellen können sich an mehreren Stellen zu Ausstülpungen emporbauschen, ja sie können selbst zu langen verzweigten Hörnern auswachsen.

Durch Kombination dieser Variationen der Gürtelbänder und der Schalen kommen Formen von ganz erstaunlicher Mannigfaltigkeit zu stande.

Weniger Verschiedenheit als die kieselhaltige Zellhülle der Diatomeen zeigt ihr weicher Zelleib. Er besteht, wie gewöhnlich im Pflanzenreich, aus einem Plasmaschlauch, der als Wandbeleg die Zellmembran in dünner Schicht auskleidet. In demselben liegt eingebettet, gewöhnlich der Mitte des Gürtelbandes oder der Schale angeschmiegt, der Zellkern.

Die eigenartigsten Teile des Zelleibes der Diatomeen sind die Assimilationsorgane, die Chromatophoren. Sie enthalten neben Chlorophyll noch einen braunen Farbstoff, dem sie ihre gelbbraune Farbe verdanken. Bei den verschiedenen Individuen derselben Art sind die Chromatophoren zwar sehr ähnlich in Form und Farbe, bei verschiedenen Arten dagegen verhalten sie sich sehr verschieden. Bei manchen Arten hat jedes Zellindividuum nur eine große Endochromplatte von bestimmter Form und Lagerung im Zellraum. Diese Platten, die bei vielen Formen einfache Tafeln sind, zerfallen bei andern Arten durch mehr oder minder tiefe und unregelmäßige Einschnitte in eine Anzahl von Lappen. Häufig geht die Zerschlitzung so weit, dass sich statt einer großen Platte zwei oder mehr kleinere Platten in der Zelle vorfinden; noch andere Arten führen eine große Anzahl kleiner mehr

oder minder rundlicher Körner, die sich von den Chlorophyllkörnern der höhern Pflanzen nur durch die braune Farbe unterscheiden.

Die Chromatophoren vermehren sich durch Zweiteilung. Dieser Prozess steht in engem Zusammenhang mit der Zweiteilung der ganzen Zelle, welche den gewöhnlichen, sehr charakteristischen Fortpflanzungsakt der Diatomeen bildet. Als Vorbereitung für die Zellteilung ist die Verlängerung der Zelle in der Richtung der Längsaxe durch Auseinanderschieben der Gürtelbänder aufzufassen. Bei den Formen mit nur einer Endochromplatte beginnt die eigentliche Zellteilung mit der Durchschmürung dieser Platte, bei den Formen mit mehreren Chromatophoren geht der Kernteilung häufig eine Wanderung der Chromatophoren vorher. In vielen Fällen ist aber auch die Kernteilung selbst als erster sichtbarer Akt der beginnenden Zellteilung zu erkennen. Während noch der Kern seine Teilung nicht ganz vollendet hat, beginnt schon das Plasma des Wandbelegs sich durch eine von außen nach innen vordringende, rings um das Gürtelband herumlaufende Ringfurche durchzuschneiden. Mit der hierdurch bedingten Durchschneidung des Plasmasehlauches, die fast gleichzeitig mit der Kernteilung vollendet ist, ist die Zelle in zwei Tochterzellen zerteilt. Nach kurzer Zeit scheiden dann die beiden Tochterzellen an ihren freien Seiten gleichzeitig zwei neue „Schalen“ aus. Den jungen Schalen, die sich ihre konvexen Seite zukehren, schließen sich bald zwei neue Gürtelbänder an. Die neugebildeten Teile verschmelzen nicht mit der alten Membran, sondern stecken nur lose innerhalb der Gürtelbänder der Mutterzelle. Die bis dahin noch zusammenhängenden Tochterzellen werden frei, indem sie sich unter Volumenzunahme in der Richtung der Längsaxe strecken und dadurch die beiden bis dahin noch übereinandergreifenden Gürtelbänder der Mutterzelle auseinanderpressen.

Weil die bei der Teilung der Zelle entstehenden neuen Schalen mit den dazugehörigen Gürtelbändern innerhalb der alten Schalen und Gürtelbänder ausgebildet werden, so müssen sie natürlich kleiner sein als die alten Membranstücke, und zwar ist die innerhalb des weitem Gürtelbandes der Mutterzelle ausgebildete Tochterschale gleich der kleinern Schale der Mutterzelle, die zu dieser letztern gehörige Tochterschale aber kleiner.

Es entstehen demnach aus jeder Zelle durch Teilung zwei Zellen: eine, welche der Mutter gleich und zur Hälfte noch mit der größern Schale der Mutterzelle bekleidet ist, und eine kleinere, welche die kleinere Schale der Mutterzelle weiterführt. Durch weitere Teilung dieser kleinern Zelle werden dann noch kleinere Individuen erzeugt.

Um diese Größenabnahme wieder auszugleichen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die nächstliegende Annahme ist die, dass die Zellen wachstumsfähig sind, und dass sich Zellteilung und Wachstum annähernd das Gleichgewicht halten, indem die Verkleinerung

des Individuums durch Teilung alsbald durch Wachstum der Membran wieder ausgeglichen wird. In diesem Falle müssen alle Zellen derselben Art annähernd gleiche Größe, die Größe der ursprünglichen Mutterzelle, haben.

Es kann aber auch bei bestehender Wachstumsfähigkeit der Membran ein starkes Missverhältnis zwischen Zellteilung und Wachstum stattfinden, indem das eine das andere überwiegt. Ein dauerndes Ueberwiegen des Wachstums über die Teilung schließt sich von selbst aus, weil dadurch das „Artmaximum“, die Grenze, die jeder Art von der Natur gesteckt ist, sehr bald erreicht werden müsste, worauf dann dieses Missverhältnis von selbst aufhören würde. Ein dauerndes Ueberwiegen der Teilung über das Wachstum ist ebenfalls ein Ding der Unmöglichkeit, weil dadurch die Individuen immer kleiner und kleiner werden, und schließlich eine Minimalgrenze erreichen müssten, die nicht mehr überschritten werden kann. Nicht nur möglich, sondern sehr wahrscheinlich ist jedoch die Annahme, dass beide Vorgänge vereinigt sind, indem ein periodischer Wechsel zwischen Teilung und Wachstum stattfindet in der Weise, dass eine Zeit lang die Teilung und dann wieder eine Zeit lang das Wachstum überwiegt. Auf diese Weise würden Individuen derselben Art eine sehr verschiedene Größe haben können, diese Größe aber ein bestimmtes Maximum und Minimum nicht überschreiten.

Eine dritte Möglichkeit ist die, dass die Diatomeenmembran wegen ihres starken Kieselsäuregehalts des Wachstums überhaupt nicht fähig ist. In diesem Falle müssen die Individuen einer Art sich immerfort verkleinern. Da dies natürlich nicht bis zur Unendlichkeit fortgehen kann, so müssen wir erwarten, dass, wenn die Verkleinerung der Art bis zu einer bestimmten Grenze fortgeschritten ist, durch irgend einen Regenerationsprozess, der von der Teilung erheblich abweicht, die normale Größe wiederhergestellt wird.

Welche von diesen drei Annahmen ist nun die richtige? Die Thatsache, dass die Individuen einer Art sehr erheblich in ihrer Größe voneinander abweichen, zeigt, dass die erste Annahme nicht berechtigt ist. Der verschiedene Durchmesser, den die verschiedenen Zellen eines *Himantidium*-Fadens, die sämtlich aus einer Mutterzelle entstanden sein müssen, zeigen, legt dies noch deutlicher an den Tag. Dieser Fall würde jedoch noch mit Annahme 2 und 3 vereinbar sein, denn beide gestatten eine länger dauernde Größendifferenz der verschiedenen Individuen; dass aber nur die letzte Annahme richtig ist, wird durch den Umstand bewiesen, dass die Zahl der „Riefen“ d. h. die aus Strichen bestehende Zeichnung der Membran bei großen und kleinen Individuen derselben Art auf die Flächeneinheit gleich groß ist, die Gesamtzahl der Riefen also bei großen Individuen bedeutender ist als bei kleinen. Dies ist aber nicht vereinbar mit einem Flächenwachstum der Membran, denn wenn dieses stattfände, so müssten ent-

weder die großen, durch Wachstum der verkleinerten Form entstandenen Zellen ebenso viele Riefen auf der ganzen Zelle zeigen wie die kleinen Individuen, dagegen die Anzahl der Riefen auf der Flächeneinheit müsste geringer sein, oder es müssten zwischen die alten Riefen beim Wachstum neue Riefen eingeschaltet werden, was nicht gut möglich ist, da sie Vertiefungen auf der Außenfläche bilden.

Da hiernach das Flächenwachstum der Membran für gewisse Arten ausgeschlossen ist, und da man doch wohl vermuten darf, dass sich alle Diatomeen in dieser Beziehung gleich verhalten, so erscheint die dritte Annahme als die einzig mögliche. Völlig sicher gestellt wird sie durch die Auffindung des durch sie geforderten eigentümlichen Regenerationsprozesses zur Vergrößerung der Art. Pfitzer, dem wir die Aufklärung dieses sonderbaren Entwicklungsganges verdanken, nennt diesen Regenerationsprozess die Auxosporenbildung.

Der Vorgang der Auxosporenbildung ist bei den verschiedenen Diatomeengattungen außerordentlich verchieden, das einzige, worin alle übereinstimmen, ist das Grundprinzip: die Erzeugung größerer Artindividuen durch einen eigentümlichen Sporenbildungsprozess. Die hierdurch entstandenen größeren Zellen der neuen Generation vermehren sich dann wieder durch vegetative Teilung, ein Vorgang, durch den die „Art“ dann wieder verkleinert wird.

Ein schönes Beispiel für den erwähnten Regenerationsprozess bietet uns *Rhizosolenia alata*. Diese Form eignet sich darum besonders zur Demonstration der einschlägigen Verhältnisse, weil der Vorgang bei ihr in der Weise gleichförmig verläuft, dass fast alle Individuen zur bestimmten Zeit sich in gleichem Entwicklungsstadium befinden. Man kann also den ganzen Generationswechsel mit größter Sicherheit konstatieren, obschon man natürlich die einzelnen Individuen, welche ihn durchlaufen, nicht durch alle Generationen hindurch verfolgen kann. Die Periode dauert hier gerade ein Jahr. Im Herbst treffen wir nur sehr große Individuen an, welche sich dann im Laufe des Jahres durch Zweiteilung immer mehr und mehr verkleinern, bis sie im Herbst des nächsten Jahres nur noch etwa $\frac{1}{3}$ so groß sind wie im Herbst des Vorjahres. Diese Grenze wird nicht überschritten; vielmehr, wenn dieser Punkt der Verkleinerung eingetreten ist, wird der Regenerationsprozess eingeschaltet, und zwar in folgender Weise:

Die Zelle öffnet sich einseitig durch Abwerfen einer „Schale“. Aus dem nunmehr offenen Ende des Gürtelbandes quillt ein Teil des Plasmas in Form einer kleinen Kugel hervor, die von einer dünnen verkieselten Membran umgeben ist. Das Plasma der Kugel bleibt dabei in ununterbrochenem Zusammenhang mit dem im alten Gürtelbande steckenden zylindrischen Plasmaschlauch. Die Kugel wächst bald zu einem kurzen Zylinder von dem dreifachen Durchmesser des ursprünglichen Gürtelbandes aus.

Diese eigentümliche Zelle, welche jetzt zum größten Teil von der

aus der Mutterzelle stammenden „Frustel“, zum Teil jedoch von einer eigenartigen Membran bekleidet ist, ist das Gebilde, welches zur Vergrößerung der Art bestimmt ist: die Auxospore.

Innerhalb der neugebildeten Membran, der „Kieselscheide“ oder des „Perizoniums“, welche für die Auxospore charakteristisch ist, wird nun eine neue „Schale“ ausgeschieden, welche nur wenig von der gewöhnlichen Schale der *Rhizosolenia* abweicht. Diese Schale, die schon in der Nähe des abgerundeten Endes der „Kieselscheide“ entstand, schiebt sich nun weiter nach außen, durchbricht die Kieselscheide am Ende und begrenzt nun, nachdem das überstehende Ende der „Scheide“ abgestoßen ist, die Zelle nach einer Seite. Die Zelle, die jetzt von einer „alten Schale“, einem alten „Gürtelbande“, einem Stück „Scheide“ und einer neuen Schale bekleidet ist, die nicht mehr Sporenform, aber auch noch keine regenerierte Tochterzelle ist, und die wir wegen ihrer Funktion „Vergrößerungszelle“ nennen wollen, vollzieht nun den Akt der Erzeugung größerer Artindividuen dadurch, dass ihr dicker Teil (der neu gebildete) sich in die Länge streckt und dann in der Nähe der Grenzstelle zwischen dickem und dünnem Teile gleichzeitig zwei neue Schalen ausscheidet, ähnlich wie bei der gewöhnlichen Zweiteilung der Diatomeen. Durch diese Zellteilung wird eine der ursprünglichen Mutterzelle gleich gestaltete „Tochterzelle“ gebildet, welche die Mutterzelle aber um das Dreifache an Dicke übertrifft und zugleich die Vergrößerungszelle wieder regeneriert, welche dadurch befähigt ist, denselben Prozess der Erzeugung größerer Artindividuen zu wiederholen.

Da fast alle Zellen von *Rhizosolenia* beinahe gleichzeitig diesem Regenerationsprozess sich unterziehen, so ist nach Verlauf weniger Wochen aus dem zwergenhaften Geschlechte ein Geschlecht von Riesen entstanden, welches dann im Verlauf eines Jahres nach und nach wieder bis zur Minimalgröße zusammenschrumpft.

Ein etwas abweichendes, gewissermaßen vereinfachtes Verhalten zeigt der Auxosporenbildungsprozess bei *Melosira*, der zugleich als Typus für den gleichen Vorgang bei einer Anzahl anderer Diatomeen aufgefasst werden kann.

Auch bei *Melosira* sind es die dünnen Individuen, welche sich zur Auxosporenbildung anschicken. Diese selbst unterscheidet sich aber dadurch von derjenigen von *Rhizosolenia*, dass bei *Melosira* das Gürtelband der Mutterzelle von der schwellenden Auxospore abgesprengt wird, während letztere bei *Rhizosolenia* zum größten Teil in dem mütterlichen Gürtelbande stecken bleibt. Der folgende Schritt ist bei beiden der gleiche: sie scheiden beide an der der umhüllenden mütterlichen Schale entgegengesetzten Seite eine Schale aus. Während aber *Rhizosolenia* durch die Ausbildung dieser Schale zu einer eigenartigen Vergrößerungszelle wurde, welche durch gleichzeitiges Ausscheiden zweier Schalen sich in zwei ver-

schiedene Zellen, eine vergrößerte Tochterzelle und eine weiterentwicklungsfähige Vergrößerungszelle, teilte, so verwandelt sich bei *Melosira* die ganze Auxospore durch Ausscheidung einer, der umschließenden elterlichen Schale angeschmiegteten neuen Schale in eine einzige vergrößerte Tochterzelle, welche direkt als Anfangsglied einer neuen Generation auftritt.

Während die Auxospore von *Rhizosolenia* zum größten Teil in der mütterlichen Frustel stecken blieb, zeigt diejenige von *Melosira* schon das Bestreben sich von dieser Fessel zu befreien, indem sie das Gürtelband absprengt und nur noch mit einem kleinen Bruchteil ihres Zelleibes in der alten Schale haften bleibt. Noch einen Schritt weiter in dieser Richtung geht *Orthosira*, denn sie lässt bei der Auxosporenbildung aus einer Zelle, deren Membranhälften von einander weichen, den Inhalt, umgeben von einer Schleimhülle, frei austreten. Derselbe entwickelt sich dann, ohne mit der Haut der Mutterzelle in Berührung zu sein, zu einer Auxospore, welche sich ebenso wie bei *Melosira* weiterentwickelt, d. h. direkt in eine Erstlingszelle umwandelt.

Die drei erwähnten Fälle können aufgefasst werden als Unterabteilungen eines großen Grundtypus der Auxosporenbildung, dessen Charakteristikum in der „geschlechtslosen Verjüngung“ der Mutterzelle liegt.

Ein schon beträchtlich anderes Verhalten zeigt *Rhabdonema* bei der Auxosporenbildung. Nach den schon ziemlich alten Berichten, die uns über diesen Vorgang vorliegen, soll diese Form aus einer Mutterzelle zwei Auxosporen bilden, und zwar in der Weise, dass durch Teilung des Kerns in einer Zelle vier Tochterkerne entstehen. Mit der letzten Kernteilung ist zugleich eine Zellteilung verbunden, so dass jede junge Zelle zwei Kerne hat. Die Tochterzellen scheiden jedoch keine neuen Schalen aus, sondern durch Anschwellen der Plasmasehläuche werden die beiden von der Mutterzelle stammenden Frustelhälften auseinandergedrückt, die nackten Zellen treten aus den offenen Seiten von Schleim umgeben hervor. Hierauf soll nach der Beobachtung von Lüders zwar keine Kopulation zwischen den beiden nackten Tochterzellen stattfinden, wohl aber sollen beide Tochterkerne je einer Zelle miteinander verschmelzen (kopulieren), worauf sich dann beide Zellen mit einer Kieselscheide, der gewöhnlichen Auxosporenhaut, umkleiden. Die Auxospore wächst und scheidet, wenn sie die normale Größe erreicht hat, zwei Schalen aus. Durch Auseinanderweichen dieser Schalen wird die Kieselscheide gesprengt, und die neue Zelle ist damit fertig, als Anfangsglied der neuen Generation aufzutreten.

Die Mehrzahl der Diatomeen, deren Auxosporenbildung bis jetzt bekannt ist, bildet ihre Auxosporen nach einem andern Typus, als dessen Repräsentanten wir *Cocconema Cistula* auffassen können.

Schmitz, der diesen Vorgang genau studierte, beschreibt ihn folgendermaßen: *Cocconema Cistula* „zeigt stets zwei Zellindividuen vereint bei der Bildung der Auxosporen, ohne dass jedoch eine wirkliche Kopulation der beiden Plasmamassen erfolgte. Bei diesem Modus der Auxosporenbildung legen sich zwei Individuen parallel nebeneinander, mehr oder weniger einander genähert. Beide Zellen scheiden Gallerte aus, welche zusammenfließend das Zellpaar als gemeinsame, meist ellipsoidische Hülle umschließt. Dann werfen beide Zellen innerhalb der Gallertkapsel ihre alten Schalen, von denen die eine, jüngere noch gar kein Gürtelband erhalten hatte, ab und liegen nun als nackte Zellen nebeneinander. In andern Fällen beginnt die Gallertausscheidung erst nach dem Abwerfen der alten Schalen, die alsdann der gemeinsamen Gallertkapsel nur äußerlich anhaften oder gänzlich verloren gehen. Innerhalb der Gallertkapsel, die bald mehr, bald weniger stark entwickelt ist und bald mehr, bald weniger dünnflüssig erscheint, liegen die beiden nackten Zellen in einzelnen Fällen einander sehr genähert, in andern dagegen durch ziemlich dicke Gallertschichten getrennt, so dass nicht die geringste Berührung zwischen beiden stattfindet. Beide strecken sich alsdann in die Länge und wachsen parallel nebeneinander zu der normalen Größe der Auxosporen heran, während an ihrer Außenfläche früher oder später ein deutliches Perizonium sichtbar wird.“ „Innerhalb dieses Perizoniums scheidet endlich die fertige Auxospore nacheinander zwei Schalen aus und wird damit zur Erstlingszelle einer neuen Reihe auf einander folgender gewöhnlicher Zellgenerationen.“

Der Vorgang bei *Frustulia* unterscheidet sich von dem bei *Cocconema* nur dadurch, dass die beiden Auxosporen nicht durch Schichten der Gallertkapsel getrennt sind, sondern sich bis zur Abplattung aneinanderdrücken. Ein Substanztausch ist aber auch hier nicht zu erkennen.

Einen wesentlich andern Typus der Auxosporenbildung finden wir bei *Himantidium*. Es umhüllen sich zwar auch bei dieser Form, ebenso wie bei *Cocconema*, je zwei Individuen mit einer gemeinsamen Gallertkapsel und entlassen ihren Zellinhalt als nackte plasmatische Massen, aber diese verschmelzen dann miteinander und wachsen zu einer einzigen Auxospore aus.

Als letzten Typus kann man die Auxosporenbildung von *Epi-themia Zebra* aufstellen. Auch hier vereinigen sich je zwei Individuen in einer gemeinsamen Gallertkapsel und werfen dann die Schalen ab; statt jedoch direkt miteinander zu verschmelzen, teilt sich das Plasma jeder Zelle erst in zwei Hälften, so dass vier nackte Tochterzellen entstehen. Von diesen vier Plasmaklumpen vereinigen sich dann je zwei und zwei einander gegenüberliegende, verschiedenen Zellen angehörende, so dass durch diese Kopulation wieder zwei Tochterzellen entstehen, die zu zwei Auxosporen heranwachsen. Aus

diesen entstehen dann wieder durch Ausscheidung von Schalen zwei neue Individuen der gewöhnlichen Art, die sich durch Teilung weiter vermehren.

Lassen wir denjenigen Teil der Diatomeenkunde, der das allgemeinste Interesse für sich beanspruchen darf, noch einmal schnell an unserem Auge vorüberziehen, so sehen wir zuerst, dass bei *Rhizosolenia*, *Orthosira* und *Melosira* und denjenigen Formen, welche sich an sie als Typen anschließen, keine Andeutung irgend eines Befruchtungsvorganges gefunden worden ist. Früher glaubte man bei ihnen Kopulationserscheinungen des Kerns gesehen zu haben; da die neuern Beobachter diese Angabe aber nicht bestätigen, so müssen wir annehmen, dass der Regenerationsprozess, die Auxosporenbildung, hier auf rein asexuellem Wege zustande kommt.

Ob sich der eigentümliche Kopulationsprozess bei *Rhabdonema*, wo nach den alten Angaben kurz vor der Auxosporenbildung eine Zellteilung, dann eine Kernteilung in jeder Tochterzelle und hierauf eine Kopulation der Kerne je einer Zelle stattfinden soll, bestätigen wird, ist abzuwarten. Wir wollen wegen der Unsicherheit der alten Beobachtungen zur Zeit nicht näher auf diesen Fall eingehen.

Bei *Cocconema* und *Frustulia* dagegen müssen wir unbedingt eine Einwirkung zweier Individuen aufeinander zum Zweck der Erzeugung der durch Größe ausgezeichneten neuen Artindividuen annehmen, denn es wäre ein Unding zu glauben, dass kurz vor der Auxosporenbildung sich, wenige Ausnahmen abgerechnet, immer je zwei Individuen ohne irgend welchen Zweck und Nutzen vereinigen und nun den Entwicklungsgang gemeinschaftlich durchlaufen. Die Ausnahmefälle, in denen sich einzelne Individuen zu Auxosporen umbilden, ohne dass sie sich vorher mit einem andern Individuum zusammengelagert haben, lassen aber die etwaige Befruchtung hier mehr als eine fakultative denn als eine obligatorische erscheinen. Da sich ferner bei dem gewöhnlichen Verlauf beide Individuen weiter entwickeln, und da außerdem bisher kein Substanz austausch hat nachgewiesen werden können, so steht dieser Fall der heutigen Auffassung über den Befruchtungsvorgang doch ziemlich fern. Man darf jedoch wohl erwarten, dass sich das Rätselhafte dieses Vorganges zum guten Teil auflösen wird, wenn man erst das Verhalten des Zellkerns unter den erwähnten Umständen genau kennen wird.

Hatten wir bei *Melosira* eine Regeneration ohne Befruchtung vor uns, und zeigte *Cocconema* und *Frustulia* ein zweifelhaftes Verhalten in diesem Punkt, so sehen wir in dem Typus *Himantidium* dagegen einen unzweifelhaften Befruchtungsakt vor sich gehen. Eine morphologisch wahrnehmbare Differenzierung der kopulierenden Zellen in ein männliches und ein weibliches Individuum ist jedoch auch hier nicht nachgewiesen worden.

Betrachten wir nun den Vorgang bei *Epithemia*, so finden wir

auch hier, wie zwei Individuen, welche keine morphologische Differenzierung zeigen, sich vereinigen zum Zweck der Auxosporenbildung. Sie vollziehen die Kopulation aber nicht selbst, sondern teilen sich erst in zwei Zellen, welche nun paarweise kopulieren. Sollte man hier nicht eine Analogie vermuten mit dem Befruchtungsvorgang, wie er neuerlich von Strasburger für die höhern Pflanzen gefunden wurde? Die Versuchung liegt ziemlich nahe, die vorliegende Zellteilung vor der Befruchtung als ein Analogon der Kernteilung der Sexualzellen vor der Befruchtung der höher organisierten Wesen aufzufassen. Als Differenz bliebe dann der Umstand bestehen, dass bei den höhern Organismen von dem geteilten Kern nur der eine Teil kopuliert, der andere Teil dagegen ausgestoßen wird, während hier beide kopulieren und sich weiterentwickeln. Wie gesagt, die Versuchung zu solchen Schlüssen liegt sehr nahe; aber sind wir deswegen auch wirklich zu denselben berechtigt? Wohl kaum! Die Beobachtungen, welche uns die betreffenden Vorgänge schildern, stammen aus einer Zeit, wo die Methoden zum Kernstudium, die dem heutigen Forscher zugebote stehen, noch nicht entwickelt waren. Wir wissen darum über das Verhalten des Kerns bei diesen Prozessen noch so gut wie gar nichts. Schlüsse über den Befruchtungsvorgang, welche nicht auf eingehendes Kernstudium gestützt sind, können aber natürlich nur sehr zweifelhaften Wert haben.

Soviel scheint jedoch zur Zeit schon gesichert, dass wir es bei den Diatomeen mit einer Familie zu thun haben, bei welchen ein ganz charakteristischer entwicklungsgeschichtlicher Prozess (die Auxosporenbildung) auf der einen Seite auf rein asexuellem Wege zu stande kommt, bei andern derselben Familie angehörenden Formen dagegen ein typischer Befruchtungsakt vorliegt. Man kann also mit ziemlicher Gewissheit voraussagen, dass ein genaues Kernstudium bei diesem Prozesse von großem physiologischem Interesse sein würde, weil es wichtige Aufschlüsse über das Wesen der Befruchtung und der Sexualität zu geben verspricht.

Einen sehr interessanten Punkt im Diatomeenleben haben wir bisher ganz unerwähnt gelassen: es ist dies das höchst eigenartige Bewegungsvermögen derselben. Da aber die Ansichten über die Art und Weise, wie diese Bewegung, die man treffend als „Gleitbewegung“ bezeichnet, zu stande kommt, noch zu sehr auseinandergehen, so wollen wir uns hier mit der einfachen Konstatierung der Thatsache, dass diese mikroskopisch kleinen Algenformen mit einem eignen Bewegungsvermögen begabt sind, begnügen.

Zum Schluss möchte ich noch einer Erscheinung Erwähnung thun, über deren Deutung man sich zur Zeit zwar noch nicht völlig geeinigt hat, die aber dennoch unser lebhaftes Interesse in Anspruch zu nehmen im stande ist. Nicht grade selten hat man Diatomeen gefunden, die in ihren gewöhnlichen Schalen noch innere kleinere

Schalen ausgebildet hatten, wobei sich aller Zellinhalt in die innern Schalen zurückgezogen hatte. Diese Innenschalen hat man früher wohl als selbständige Arten aufgefasst, in andern Fällen wurden sie als Sporenform beschrieben. Heute belegt man diese Vorgänge der innern Schalenbildung meist mit dem Ausdruck „Craticularbildungen“, ein nicht sonderlich schöner Name, der, als ziemlich nichtssagend, mit dem Durchdringen einer naturgemäßen Erklärung des Vorganges bald von selbst verschwinden dürfte.

Es ist wohl ziemlich wahrscheinlich, dass wir es hier mit einer „Ruhesporenbildung“ zu thun haben, indem die betreffenden Zellindividuen ihren Zellinhalt auf ein geringeres Volumen kondensieren, sich dann mit einem neuen Panzer umgeben, der sich vor dem alten durch größere Dicke auszeichnet, und in diesem widerstandsfähigern Zustande eine Ruheperiode durchmachen. Da diese eigentümlichen Bildungen sowohl bei Süßwasserdiatomeen, als auch bei Formen, die an der Küste leben, wie bei freiflutenden Meeresformen beobachtet worden sind, so darf man wohl annehmen, dass die Ruhesporenbildung ein ganz allgemeiner Prozess im Diatomeenleben ist. Bei dem jetzigen Stande der Kenntnisse ist dies jedoch noch keine sicher bewiesene Thatsache, sondern nur eine Vermutung, die allerdings viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Einige Bemerkungen über Pleuronectiden.

Von Dr. J. Ritzema Bos,

Dozent der Zoologie an der landwirtschaftl. Schule in Wageningen (Niederlande).

Die Pleuronectiden verlassen bekanntlich das Ei, wie alle andern Teleostier, als vollkommen symmetrische Geschöpfe. Lange aber währt dieser bilateral-symmetrische Zustand nicht. Sie schwimmen und ruhen bekanntlich nicht wie andere Fische: im Ruhezustande legen sie sich auf die eine Seite, sich teilweise unter dem Sande des Bodens verbergend; sie schwimmen schief, mit derjenigen Seite nach oben gewendet, welche während der Ruhe die einzig sichtbare Seite ist. Yarrell behauptet zwar, dass auch zuweilen eine Scholle sich plötzlich drehe, sich mit der Breitseite senkrecht in das Wasser stelle und nun wie ein Blitz die Wellen durchschneide, sodann wieder sich wende und auf den Boden herabsinke. Doch geschieht eine derartige Wendung nicht bei jeder beschleunigten Bewegung; im Aquarium habe ich niemals eine derartige Wendung beobachten können, und jedenfalls schwimmt eine Pleuronectide gewöhnlich in der seitlichen Lage.

In Anpassung an die Lebensweise ändert sich der anfänglich bilateral-symmetrische Körper der Pleuronectiden. Gewöhnlich wandert das Auge derjenigen Seite, welche beim ausgewachsenen Tiere

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Schütt Franz

Artikel/Article: [Einiges über Bau und Leben der Diatomeen. 257-270](#)