

# 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.

---

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**I. Jahrg.**

**31. September 1881.**

**Nr. 12.**

---

Inhalt: **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen (Fortsetzung). — **Wiedersheim**, Zur Paläontologie Nordamerikas. — **Vayssière**, *Prosopistoma punctifrons*. — **Krause**, Zur Histologie der Retina. — **Peyrani**, Die Funktion der *Thalami optici*. — **Munk**, Ueber den Einfluss der Ernährung auf die Milchbildung. — **Behrens**, Eine biologische Station in Australien. — Berichtigungen.

---

## Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

**Dr. G. Berthold** in Göttingen.

(Fortsetzung.)

Dagegen konnte nun bei zwei Pflanzen ein Befruchtungsvorgang constatirt werden, der sich eng an den für die Cutleriaceen durch Reinke (*Nova acta d. K. L. C. D. A. der Naturf.* Bd. 40, Nr. 2) und Falkenberg (*Mitteilungen der zool. Station zu Neapel* Bd. I, 3) schon früher bekannt gewordenen Befruchtungsprocess anschließt. Bei *Ectocarpus siliculosus* und *Scytosiphon lomentarium* fanden sich (l. c.) gegen Ende der Vegetationszeit geschlechtlich differenzirte Schwärmer von gleicher Größe und Gestalt, welche in den plurilocularen Sporangien gebildet werden. Nur in dem Verhalten der Schwärmer zeigt sich ein Unterschied; die einen kommen nach kurzem Schwärmen zur Ruhe, ziehen die Cilien ein und bilden eine flaschenförmige Primordialzelle, welche mit einem kurzen Rest der vordern Cilie sich irgendwo anheftet. Diese Schwärmer sind als weibliche zu bezeichnen, beim Zuruhekommen werden sie zu empfängnisfähigen Eiern. Die männlichen Schwärmer besitzen eine bedeutend längere Bewegungsfähigkeit, oft schwärmen sie fast zwei Tage lang. Von den empfängnisfähigen Eiern werden sie mit großer Kraft angezogen, sie kommen von allen Seiten herbei und umdrängen diesel-

selben, bis zuletzt die vordere Cilie eines von ihnen mit dem Körper des Eies verschmilzt, worauf dann, unter rascher Verkürzung und Verdickung der Cilie, die beiden Plasmamassen sich nähern und in kurzer Zeit zu einer abgerundeten Masse mit einander verschmelzen. Das Copulationsprodukt entwickelt sich unmittelbar zu einer kräftigen Keimpflanze, während die nicht copulirten Schwärmer zum Teil bald absterben, zum Teil zu sehr schwächlichen Pflänzchen auswachsen. Nach später wieder aufgenommenen Untersuchungen an *Ectocarpus siliculosus* sind die Schwärmer aus den plurilocularen Sporangien im Anfang der Vegetationsperiode durchaus nicht geschlechtlich differenzirt, so dass also die ältern Beobachtungen, besonders von Thuret, ihre volle Bestätigung finden. Erst gegen das Ende der Vegetationsperiode tritt die sexuelle Differenz auf, und zwar in sehr verschiedenen Graden mit allmählicher Steigerung. In dem einen Falle erfolgen die Verschmelzungen massenhaft und rasch, in andern Fällen zeigen sich zwar anziehende Kräfte zwischen den männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukten wirksam, aber es treten keine oder nur ganz vereinzelte Copulationen ein. Die sexuelle Differenz scheint in solchen Fällen nur schwach entwickelt zu sein, denn wenn man ausgeprägt männlich oder weiblich differenzirte Schwärmer solchen Kulturen zufügt, so finden immer noch eine größere Zahl von Vereinigungen statt. Die Schwärmer von einer Pflanze besitzen gewöhnlich gleiches Geschlecht, doch kommen Ausnahmen nicht selten vor. Schwach geschlechtlich differenzirte Schwärmer von verschiedenen Pflanzen reagiren gewöhnlich auch nicht aufeinander oder doch nur vereinzelt. Die Keimfähigkeit erlischt allmählich mit der Steigerung der sexuellen Differenz, entschieden sexuell differenzirte Schwärmer gingen nach der Isolation fast ausnahmslos zu Grunde. Dagegen entwickelten sich aus den Zwischenstadien zwischen diesen und den ganz ungeschlechtlichen Schwärmern meist Keimpflänzchen von gradweise abgestufter Lebensenergie. Einige kamen noch zur Fructification, andere hörten bald auf zu wachsen und ihre Zellen schollen rosenkranzförmig an, wieder andere gingen schon nach wenigen Tagen zu Grunde. Derselbe Fall einer allmählich sich steigernden geschlechtlichen Differenzirung dürfte nun vielleicht auch für *Ulothrix* vorliegen, denn nach den Angaben von Dodel (Pringsheim's Jahrb. Bd. X) keimt ein großer Teil der nicht copulirten Microzoosporen zu schwächlichen Ulothrixfäden aus, während andere zu Grunde gehen. Ob die noch keimfähigen Schwärmer auch weniger energisch copuliren lässt sich leider aus Dodel's Angaben nicht entnehmen und bedürfte der weitem Prüfung. Auf die Beziehungen des vorliegenden Falles zur Parthenogenese werden wir am Schluss des Aufsatzes noch einmal zurückkommen.

Für die Cutleriaceen ist die Vereinigung von Spermatozoid und Ei zuerst von Reinke (l. e.) an *Zanardinia collaris* constatirt wor-

den. Das Ei ist bedeutend größer als das Spermatozoid, aber gleich gebaut, es schwärmt eine Zeitlang und wird dann, nachdem es zur Ruhe gekommen ist, empfängnisfähig. Es zeigt einen Empfängnisfleck, wie die Eier von *Vaucheria*, *Oedogonium*; nur hier vermag das Spermatozoid einzudringen, dessen Masse Reinke noch kurze Zeit gesondert im Ei unterscheiden konnte. Bei *Cutleria* constatirte Falkenberg die Verschmelzung der Geschlechtsprodukte. Das am Empfängnisfleck das Ei berührende Spermatozoid verschmilzt rasch mit demselben unter Aufgabe seiner eigenen Gestalt, als wenn es von dem weiblichen Plasma angezogen und gewissermaßen aufgesaugt würde. Sehr bemerkenswert sind Falkenberg's Angaben über die starken Anziehungskräfte, welche zwischen Spermatozoiden und Eiern wirksam sind, erstere sammelten sich in wenigen Augenblicken um ein mehrere Centimeter entfernt gelegenes Ei. Bald nach der Befruchtung ließ sich am Ei eine dünne Cellulosehaut constatiren; nur ein Spermatozoid vermag deshalb in das Ei normaler Weise einzudringen, und nur bei genau gleichzeitiger Ankunft am Empfängnisfleck hält F. die Verschmelzung mehrerer Spermatozoiden mit dem Ei für möglich.

Die massenhaften Ansammlungen der Spermatozoiden um das frei gewordene Ei der Fucaceen beschrieb zuerst Thuret, er vermochte jedoch das Eindringen derselben in letzteres nicht zu constatiren, hielt ein solches auch, entsprechend den damaligen Anschauungen, nicht für wahrscheinlich. Dagegen zeigte bald darauf Pringsheim (Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen über das Algeengeschlecht. Berlin 1856 p. 57), dass in der befruchteten Spore eine Anzahl brauner Punkte auftreten, welche vollkommen den braunen Körpern in den Spermatozoiden entsprechen und welche vor dem Zutritt der männlichen Schwärmer fehlten. Die materielle Vereinigung von Sperma und Ei kann hiernach kaum noch einem Zweifel unterliegen. Die Eier der Fucaceen zeigen keinen besonders differenzirten Empfängnisfleck (bei den Chlorosporeen fehlt ein solcher auch den Eiern von *Volvox globator*), die Spermatozoiden scheinen an der ganzen Oberfläche eindringen zu können und vollziehen wahrscheinlich zu mehreren die Befruchtung.

Da die Eier der Fucaceen vollkommen bewegungslos sind, so haben wir bei den braunen Algen in Bezug auf die morphologische Differenzirung der Geschlechtsprodukte — *Ectocarpus siliculosus*, *Scytosiphon*; Cutleriaceen; Fucaceen — dieselben drei Stufen wie bei den grünen Algen, z. B. bei den Volvocineen — *Pandorina*; *Eudorina*; *Volvox* —. Ganz isolirt stehen vorläufig die Dictyotaceen, welche nach Bau und vegetativen Verhältnissen ebenfalls den braunen Algen zuzuzählen sind, aber wie die Florideen vollkommen unbewegliche Samenkörper besitzen. Auch die als ungeschlechtliche (Tetrasporen) und als weibliche Fortpflanzungskörper angesehenen Produkte sind bewegungslos und werden wie die Eier der Fucaceen nach außen

entleert. Es ist jedoch noch nicht gelungen den Befruchtungsprocess in dieser Gruppe klarzulegen.

Wir wenden uns daher sogleich zu zwei großen Algengruppen, bei welchen die Befruchtungsvorgänge scheinbar einem ganz andern Typus folgen als bei den bisher beschriebenen Formen, zugleich aber auch gegenüber der Mannigfaltigkeit, welche uns früher entgegentrat, eine sehr auffallende Einförmigkeit zeigen. Es sind dies die artenreichen, allverbreiteten Klassen der Conjugaten und Diatomeen, Algen ohne bewegliche Fortpflanzungskörper, welche dagegen im Allgemeinen während ihrer ganzen Lebensdauer mehr oder minder intensive freie Ortsbewegung zeigen. Morphologische Differenzirungen fehlen; die aus einer Zelle bestehenden Individuen leben entweder einzeln oder in fadenförmigen Kolonien und vermehren sich auf vegetativem Wege durch fortgesetzte Zweiteilung.

Nachdem schon im vorigen Jahrhundert von O. F. Müller und Vaucher, später von zahlreichen andern Autoren, Angaben über die eigentümliche Conjugation einzelner der hiehergehörigen Formen gemacht waren, sind die Vorgänge bei den Conjugaten von de Bary (Conjugaten, Leipzig 1858) einer allseitigen und gründlichen Untersuchung unterworfen worden.

Die geschlechtliche Fortpflanzung besteht in der Copulation zweier Individuen von näherer oder entfernterer Verwandtschaft. Dieselben legen sich paarweise neben einander; bei den vorwiegend einzeln lebenden Desmidiaceen oft in gekreuzter Stellung, bei den fadenförmigen Kolonien nähern sich einzelne Fäden der ganzen Länge nach und beginnen dann Fortsätze gegen einander zu treiben, oder die Zellen biegen sich knieförmig bis zur Berührung. Wo die Zellen mit ihren Fortsätzen auf einander treffen, verwachsen sie fest miteinander.

In den einfachsten Fällen bei den Desmidiaceen treten nun nach der Resorption der trennenden Membranpartie, die plasmatischen Inhalte beider copulirten Zellen in den Verbindungskanal über und vereinigen sich zu einer kugligen Zygote, welche sich mit einer Cellulosehaut umgibt und in einen Dauerzustand übergeht. Bei den Spirogyren kennzeichnet sich jedoch eine der Copulationszellen schon dadurch als weibliche, dass sie ihr Inhalt einfach zusammenzieht und als ruhende Primordialzelle den Uebertritt der zweiten, männlichen erwartet. Die Zygoten liegen also hier alle in einem, dem weiblichen, Faden. Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit zeigt *Sirogonium* (De Bary l. c. p. 14). Nach der knieförmigen Verwachsung zweier gleicher Zellen treten nämlich in diesen vor der Vereinigung noch Theilungen auf, die eine von ihnen scheidet eine kleinere steril bleibende Zelle ab, die andere zwei; erst nach diesen Theilungen wird die Haut resorbirt und die konstant kleinere, männliche Zelle tritt zur weiblichen hintüber und verschmilzt mit ihr.

Weitere Abweichungen von den angeführten Formen zeigen dann

die Mesocarpeen. Bei ihnen findet ebenfalls Verschmelzung durch Ausstülpungen der Membran und Resorption der Scheidewand statt, hierauf wandert aber nicht der ganze Inhalt der beiden Zellen in den Kanal, sondern nur ein Teil desselben mit den beiden Chlorophyllplatten. Die beiden ursprünglichen Zellräume trennen sich darauf durch Querwände jederseits von der neuen Zygote ab und in den so abgeschiedenen bald zu Grunde gehenden Zellen bleibt ein dünner farbloser Wandbeleg und körnige Massen zurück. Wir sahen früher, dass auch bei den Chlorosporeen bei der Bildung der Geschlechtsprodukte oft unverbrauchte Massen in den Zellen zurückbleiben und dass die reifen Eier von *Vaucheria* und *Coleochaete* Schleimmassen ausstoßen, ehe sie empfängnisfähig werden; aber dieser Reinigungsprocess vollzieht sich hier vor der Verschmelzung der Geschlechtsprodukte. Bei den Mesocarpeen werden nun solche Reste erst nach dem Verschmelzungsprocess durch einfache Zellteilung abgeschieden.

Die Geschlechtszellen verschmelzen also hier schon in einem noch unfertigen Zustande.

Der Vorgang bei *Sirogonium* mag physiologisch dieselbe Bedeutung besitzen, er kann aber nicht unmittelbar mit dem vorhergehenden parallelisirt werden, denn bei dieser Pflanze gehen die abgeschnittenen Zellen keineswegs zu Grunde, sondern verhalten sich wie vegetative.

Die copulirenden Geschlechtszellen der Conjugaten zeigen niemals eine spezifische Organisation vor der Vereinigung, wie etwa die schwärmenden Gameten und Spermatozoen der Chlorosporeen, es fehlt ihnen auch ein besonders differenzirter Empfängnisfleck.

Nach Strasburger's frühern Angaben sollte der Kern der Gameten vor der Vereinigung aufgelöst werden. Schmitz (Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879 p. 23) zeigte jedoch bei *Spirogyra* mit Hülfe von Tinctionsmitteln, dass bei der Copulation die Kerne erhalten bleiben und mit einander verschmelzen. Bemerkenswert ist, dass nach de Bary (Conjugaten p. 3) und Strasburger (Befruchtung und Zellteilung p. 6) bei *Spirogyra longata* und *quinina* sich auch die Chlorophyllbänder bei der Copulation mit einander vereinigen.

An die beschriebenen Vorgänge bei den Conjugaten lassen sich die leider noch zu wenig allseitig erforschten Copulationserscheinungen bei den Diatomeen, oder den Bacillariaceen, wie sie neuerdings nach Pfitzer (Hanstein's Abhandlungen I, 2) vorwiegend genannt werden, unmittelbar anschließen. In den durchsichtigsten Fällen, bei *Himantidium*, *Surirella*, *Cymatopleura* nach Thwaites (Ann. and Mag. of nat. Hist. 1 Ser. vol. XX. 1847) Foeke (Physiol. Studien 2. Heft 1854) und Pfitzer (Hanstein's bot. Abhandl. Bd. I, 2) legen sich zwei Individuen neben einander und scheiden gemeinsam Gallertmasse aus, dann klappen die beiden Hälften der Schalen aus einander, die austretenden Plasmakörper verschmelzen mit einander

und wachsen in der Gallerte zu einem bedeutend größern Individuum heran, welches zuerst eine, *Perizonium* genannte, Membran ausscheidet, innerhalb welcher sich dann später die normale zweischalige Hülle bildet. Das entstandene Individuum heisst Auxospore, weil mit ihm die, durch mehrere Generationen fortgesetzte Zweiteilung zu geringerer Größe herabgesunkenen Individuen, zur Anfangsgröße zurückkehren.

Etwas abweichend verhalten sich *Epithemia* und *Amphora*, indem nämlich die austretenden Plasmakörper zuerst eine Teilung eingehen und erst dann paarweise zu zwei Auxosporen verschmelzen.

Die Deutung dieser Fälle als Geschlechtsakte kann nach dem Vorhergehenden keinem Zweifel unterliegen. Dagegen tritt in zahlreichen andern Fällen eine Verschmelzung der Plasmakörper nicht ein, sondern beide entwickeln sich, nachdem sie sich vorher auf kurze Zeit berührt haben, oder auch ohne jede körperliche Berührung zu zwei gesonderten Auxosporen. Dieser Modus findet sich bei den Naviculaceen und Gomphonemeen und wurde ausführlich von Pfitzer (l. c. p. 70) bei *Frustulia saxonica* geschildert.

Schließlich erfolgt dann die Auxosporenbildung auch bei isolirten Zellen, indem solche einfach nach Abwerfung der alten Schale (*Orthosira*, *Cyclotella*, *Biddulphia* nach Pfitzer und Schmitz), oder unter Beibehaltung derselben (*Melosira*) zu einem vergrößerten Individuum heranwachsen. Bei *Rhabdonema arcuatum* entstehen nach Smith (Synopsis of the Brit. Diatomaceae) und Lüders (Bot. Ztg. 1862) auf diese Weise zwei Auxosporen. In diesen letztern Fällen ist jeder Gedanke an einen sexuellen Vorgang ausgeschlossen, wir können die Auxospore nur mit den ungeschlechtlichen Sporen der Chlorosporeen vergleichen. Es ist nun aber sehr beachtenswert, dass eine der nach Schmitz (Sitzungsber. der naturf. Ges. zu Halle, 2. Juni 1877 p. 15) hiehergehörigen Formen, *Cocconeis Pediculus*, nach Carter (Ann. and. Mag. of Nat. Hist. 2. ser. vol. XVII 1856), Lüders, Pfitzer und Borscow (Die Bacillariaceen des südwestl. Russlands, Kiew 1873) auch wahre Copulation besitzt. Dadurch könnte vielleicht ein ähnliches Verhältniss angezeigt sein, wie wir es früher für *Ectocarpus siliculosus* konstatiren konnten, wo die morphologisch identischen Schwärmer zu einer Zeit ungeschlechtlich, zu einer andern dagegen geschlechtlich differenzirt sind.

(Schluss folgt.)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Berthold G.

Artikel/Article: [Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen 353-358](#)