

# 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. August 1881.**

**Nr. 10.**

---

**Inhalt:** **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen. — **Bütschli**, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. — **Biedermann**, Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung (Schluss). — **Leeser**, Die Pupillarbewegungen in physiologischer und pathologischer Beziehung. — **Schmidt-Mülheim**, Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper I. — Erklärung. — Berichtigungen.

---

## Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

**Dr. G. Berthold** in Göttingen.

Es hat lange gedauert bis die Ansicht von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen, auf welche man schon früh aus Analogie mit den Tieren geschlossen hatte, unter den Botanikern allgemein Geltung erlangte. Noch in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts wurde mit Heftigkeit über das Vorhanden- und Nichtvorhandensein einer geschlechtlichen Differenzirung bei den Phanerogamen gestritten. Dass unter solchen Umständen die größte Unsicherheit über die Organe, welche als geschlechtliche anzufassen seien, sowie über die Natur der bei der Befruchtung erfolgenden Vorgänge überhaupt bestand, bedarf keiner weitem Hervorhebung.

Erst die Entdeckung der Antheridien und Spermatozoiden der Farnkräuter durch Naegeli (Zeitshr. f. wiss. Bot. von Naeg. und Schleiden Heft I. 1844) und der Archegonien derselben durch Leszczye-Sumiński (Zur Entwicklungsgeschichte der Farnkräuter, Berlin 1848) gaben den Vorstellungen eine festere Form: man fand Organe, welche den Spermatozoiden und Eiern der Tiere vollkommen entsprachen, über deren Deutung man deshalb nicht im Zweifel sein konnte. Bald wurde durch die vereinten Bemühungen hervorragender Forscher, wie Hofmeister, Mettenius, Milde, Schacht, Thuret, die allgemeine Verbreitung dieser Organe bei den höhern

Cryptogamen nachgewiesen und so die Ueberzeugung von dem Geschlecht derselben fest begründet. Nur für die niedern Cryptogamen blieben solche Organe noch unbekannt und aus naturgemäßer Reaktion gegen das kritiklose Vorgehen der frühern Zeiten wurde denselben jetzt von den bedeutendsten Botanikern das Geschlecht überhaupt abgesprochen. Doch war für die Florideen von Naegeli 1847 in seinen „Neueren Algensystemen“ und für die Fucaeen von Thuret und Decaisne (Ann. des sciences nat., Botan. 1845) die Geschlechtlichkeit auf Grund des Nachweises von Fortpflanzungskörpern, welche von ihnen für Samenkörper erklärt wurden, angenommen worden. Die später von Thuret veröffentlichten Versuche (Note sur la fécondation des Fucaeées. Mém. de la soc. d. sc. nat. de Cherbg. Tome I, 1853), wonach bei den Fucaeen die großen Sporen nur keimten, wenn sie nicht von den Spermatozoiden abgeschlossen wurden, gaben zwar einen unwiderleglichen Beweis für die geschlechtliche Funktion derselben, ließen aber doch die Hauptfrage nach der Art der Einwirkung der Geschlechtsprodukte aufeinander unbeantwortet.

Auch die zahlreichen in der ersten Hälfte der fünfziger Jahre von zoologischer Seite unternommenen Untersuchungen (Man vergl. in Betreff derselben Radlkofer, der Befruchtungsprozess im Pflanzenreiche etc. p. 68 ff., wo auch die betreffende Literatur angegeben ist.) über den Befruchtungsvorgang zeigten nur, dass das Spermatozoid unmittelbar mit dem Dotter des Eies in Berührung trete, sie gaben keinen Aufschluss darüber, was aus demselben weiter werde, ob es sich mit dem Dotter vermische oder außerhalb desselben zu Grunde gehe, ob es nur nach Art eines Ferments anregend auf die Bewegung im Ei wirke, oder ob die Substanz desselben direkt bei der Bildung des Embryos beteiligt sei. Dagegen war eine dritte, von Burmeister (Abhandl. der Nat. Ges. zu Halle 2. Ad.) aufgestellte Ansicht, wonach aus dem Spermatozoid der wirkliche Keim hervorgehen solle und das weibliche Individuum denselben nur groß ziehe und entwickle, — eine Ansicht, welche sich auch Schacht (Ueber die Befr. von *Pedic. silv.* Flora 1855) für die Phanerogamen angeeignet hatte, — durch die vorliegenden Beobachtungen hinreichend widerlegt worden.

Epochemachend waren unter diesen Umständen nicht allein für die Kenntniss des Geschlechts bei den Algen, sondern überhaupt für den tiefern Einblick in das Wesen des Befruchtungsprozesses in den beiden organischen Naturreichen die Beobachtungen Pringsheims über den Befruchtungsprozess bei *Vaucheria sessilis* (Ueber die Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeugungsakts. Monatsber. der Berl. Akad. 1855) und bald darauf bei *Oedogonium ciliatum* (Ueber Befruchtung und Generationswechsel der Algen, Berl. Monatsber. 1856).

Besonders bei der letztern Pflanze lieferte Pringsheim mit voller

Sicherheit durch die Beobachtung den Beweis, dass bei der Befruchtung die stoffliche Vereinigung der Zeugungskörper erfolge. Bald verstummte der Widerspruch, den diese Angaben zuerst allseitig hervorriefen; von Braun, Schenk, de Bary, Hofmeister, Cohn, Radlkofer, Thuret, welche zum Teil anfangs Pringsheim's Ansicht von der stofflichen Vereinigung von Sperma und Ei lebhaft entgegengetreten waren, liefen bestätigende Mitteilungen ein.

Pringsheim's Monographien über die Oedogoniceen (Jahrb. f. wiss. Bot. I) und die Coleochaeteen (ebendas. Bd. II) lieferten den Nachweis von dem allgemeinen Vorhandensein des Geschlechts in diesen beiden Familien; noch blieben aber die Verhältnisse für eine große Menge von Algen, bei denen zwar kleinere, die Deutung als Spermatozoiden zulassende Fortpflanzungskörper bekannt waren, dagegen die ruhenden Eier fehlten, in Dunkel gehüllt, und erst nach Jahren gelang es demselben Forscher auch hier Licht zu schaffen, durch die zweite auf diesem Gebiet nicht minder epochemachende Entdeckung von der Paarung der Schwärmer bei *Pandorina morum* (Berl. Monatsber. 1869).

Bisher waren die Bewegungslosigkeit der weiblichen Zelle und ihre im Verhältniss zu den Samenkörpern bedeutende Größe als wesentliche Charaktere derselben erschienen, die vorliegende Entdeckung aber und die bald darauf erfolgenden Nachweise desselben Vorgangs bei einer größern Zahl von Formen, mit der Auffindung mehrerer Uebergangsstufen, lehrten beide als unwesentlich erkennen. Hiemit war die Bahn gebrochen für eine allgemeinere Auffassung über das Wesen des Befruchtungsvorgangs, und längst bekannte Tatsachen, die Copulation der Conjugaten und Diatomeen, erschienen in einem neuen Lichte. Denn während die ersten Beobachter der Copulationsvorgänge bei den Spirogyren geneigt gewesen waren dieselben als Geschlechtsakte aufzufassen, wurde von den Spätern diese Ansicht mit Entschiedenheit bekämpft, so schon von Vaucher im vorigen Jahrhundert, später besonders von Kützing, Naegeli, Braun, Schleiden und Mohl. So drang de Bary, welcher in seiner Monographie über die Conjugaten (1858) die Conjugation als einen Befruchtungsprocess auffasste, mit dieser Ansicht vorläufig nicht allgemein durch.

Für die Fucaceen machte zuerst, wie schon oben erwähnt, Thuret auf wahrscheinliche Geschlechtsverhältnisse aufmerksam; auch die Entdeckung der geschlechtlichen Vorgänge bei den Florideen verdanken wir diesem, um die Kenntniss der Algenwelt so hoch verdienten Forscher. Derselbe fand, dass die bei diesen Algen schon lange bekannten und als Spermatozoiden gedeuteten farblosen Zellchen, welche aus ihrer Mutterzelle ausgestoßen werden, aber ohne Bewegung sind, mit dem Haar des durch Naegeli (Münchener Sitzungsberichte 1861) näher bekannt gewordenen Trichophorapparats ver-

schmelzen, und dass die Kapselfrucht erst infolge dieser Vereinigung zur Entwicklung gelangt.

Vorstehendes gibt im Wesentlichen den geschichtlichen Verlauf des Nachweises der Sexualität bei den Algen.

Wir übergangen vorläufig die zahlreichen neuern Arbeiten, welche im Einzelnen weitere Beiträge zur Kenntniss der betreffenden Vorgänge geliefert haben.

Nur in einer großen Gruppe, der der Phyechromaceen sind bisher alle Bemühungen geschlechtliche Vorgänge aufzufinden vergeblich gewesen. Wir werden sie deshalb ganz von unserer Betrachtung auszuschließen haben, obwohl es noch keineswegs als festgestellt gelten kann, dass bei ihnen Sexualität überhaupt fehlt.

Ebenso muss es dahin gestellt bleiben, ob die kleine Gruppe der Palmellaceen tatsächlich aus selbständigen geschlechtslosen Formen besteht, oder ob die ihnen zugehörigen Pflanzen nur Entwicklungsstadien höherer grüner Algen darstellen, wie vielfach angenommen wird. Wir beginnen mit der Gruppe der grünen Algen, indem wir vorläufig jedoch die Conjugaten ausschließen. Sie ist am genauesten durchforscht und durch die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse für die vorliegende Frage von hervorragender Bedeutung.

Bei den niedern Formen mit fehlender morphologischer Differenzierung des Thallus werden gewöhnlich alle Zellen der vegetativen Pflanze zu Geschlechtszellen umgewandelt, so bei *Pandorina Morum*, *Eudorina elegans*, *Sphaeroplea*, *Cladophora*, *Enteromorpha compressa*, *Hydrodictyon*, *Tetraspora lubrica*, *Botrydium*; meist sind es aber nur einzelne Zellen, welche auf Kosten der übrigen diese Umbildung erfahren, so bei *Volvox globator*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Vaucheria*, und welche dann auch in ihrer Form von den vegetativen abweichen.

Die Verteilung der Geschlechter ist höchst wechselnd, ein Teil der Formen ist streng dioecisch, so *Bulbochaete*, einige *Oedogonium*-arten, *Sphaeroplea*, *Volvox minor*; andere *Oedogonium*-arten, *Volvox globator*, *Vaucheria*, *Coleochaete*-arten; andere sind dagegen monoecisch. In sehr seltenen Fällen sind aber sogar die aus einer Zelle hervorgegangenen Schwärmer verschiedenen Geschlechts, so bei *Hydrodictyon* nach Suppanetz (mitgeteilt von Rostafinski Mém. de la Soc. de Cherbourg 1875) und *Chlorochytrium Lemnae* und *Endosphaera biennis* nach Klebs (Bot. Zeitung 1881).

Die Zahl der aus einer vegetativen Zelle hervorgehenden Geschlechtszellen zeigt großen Wechsel; die ruhenden Eier werden einzeln in jeder vegetativen Zelle gebildet, so bei *Vaucheria*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Cylindrocapsa* unter starker Vergrößerung derselben; die männlichen Zellen und ebenso die schwärmenden weiblichen gehen dagegen zu mehreren aus einer Mutterzelle hervor. Letztere zerfällt dabei entweder durch succedane Zweiteilungen in mehrere

Portionen, (*Chlorochytrium*, *Endosphaera*, Antheridien von *Oedogonium*, *Coleochaete scutata*), oder ihr Inhalt teilt sich simultan. Dies findet besonders dann statt, wenn in großen Mutterzellen sehr zahlreiche Geschlechtszellen entstehen, so bei *Hydrodictyon*, in den Antheridien von *Vaucheria*, bei *Botrydium*, *Acetabularia*, *Cladophora*, *Codium*, *Dasycladus*. Bei *Ulothrix*, für welche Dodel (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. X pag. 31 des S. A.) die Entstehung der Mikrozoosporen durch succeedane Zweiteilung behauptet, glaubt jedoch Strasburger (Zellbildung und Zellteilung 3. Aufl. p. 76) ebenfalls simultane Teilung annehmen zu müssen. Bei den *Coleochaete*-arten (mit Ausnahme von *C. scutata*) entstehen endlich nach Pringsheim (Jahrb. II p. 15) die Spermatozoiden einzeln in kleinen Zellehen, welche den vegetativen meist zu mehreren aufgesetzt sind.

Die Geschlechtszellen sind zur Zeit der Reife membranlose Primordialzellen, ein Zellkern dürfte in ihnen wol immer vorhanden sein, wenigstens ist er immer gefunden worden, wenn nach demselben speciell gesucht wurde, so bei den Mikrozoosporen von *Ulothrix* nach Strasburger (Zellbildung und Zellteilung 3. Aufl. p. 74 und 78), bei *Dasycladus* und *Codium* nach den Untersuchungen des Verfassers (Göttinger Nachrichten, 1880 und Mitteilungen der zool. Station zu Neapel II. 1. p. 73). Wo deshalb in einer Zelle die Geschlechtsprodukte zu mehreren entstehen, müssen dem Zerfall des Inhalts in die einzelnen Portionen vorbereitende Teilungen des Kerns vorausgehen, ebenso auch in den zahlreichen Fällen, in denen mehrkernige Zellen Geschlechtsprodukte erzeugen und mehr männliche oder weibliche Zellen entstehen als Kerne vorhanden sind; so wahrscheinlich bei den Cladophoren, bei *Hydrodictyon*, *Codium* (für dieses nachgewiesen von Schmitz Sitzungsber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. 4. Aug. 1879). Auch bei *Acetabularia* fand Strasburger (Zellbildung 3. Aufl. p. 69) viele Kerne in den Sporen und glaubt, dass die bei der Schwärmerbildung auftretenden hellen Flecken zu ihnen in Beziehung stehen. In andern Fällen scheinen aber auch Verschmelzungen von Kernen während der Ausbildung der Geschlechtsprodukte stattzufinden. So fand Schmitz (l. c. p. 5 u. 15) in den jungen Oogonien von *Vaucheria* (und *Aphanomyces*) viele kleinere Kerne, wie in der vegetativen Pflanze, während das befruchtete Ei nur einen großen Kern enthielt. Es ist jedoch unbekannt, ob die Verschmelzung der Kerne vor oder nach der Befruchtung der Oosphäre eintritt. Auch bei der Bildung der geschlechtlichen Schwärmer von *Dasycladus* scheinen Kernverschmelzungen einzutreten, denn die vegetative Pflanze besitzt sehr kleine Kerne im Wandbeleg, aber in bedeutend größerer Menge als die Zahl der Schwärmer beträgt, welche jeder nur einen relativ großen Kern enthalten. Da das Plasma der ganzen Pflanze mit Ausnahme geringer Reste, in die Substanz der Schwärmer übergeht, so kann der Verbleib der verschwindenden Kerne und die auf-

fallende Größenzunahme der restirenden kaum anders erklärt werden, wenn wir nicht annehmen wollen, dass ein Teil der Kerne aufgelöst wird.

In vielen Fällen wird der ganze Inhalt der Mutterzelle zur Bildung der Geschlechtsprodukte verbraucht, so bei *Volvox globator*, *Pandorina*, bei den *Oedogonien*, *Bulbochaeten* und den Antheridien von *Coleochaete* nach Pringsheim; dagegen bleibt in andern Fällen wieder ein Teil des Inhalts der Mutterzelle unbenutzt oder wird vor der Befruchtung ausgestoßen. Bei *Acetabularia* bleibt nach Strasburger eine Blase im Hohlraum der Spore zurück, welche dem frühern Lumen entspricht, und welche sich bei der Entleerung der Schwärmer oft in zwei teilen kann; an ihr sitzen körnige Gebilde, Stärke und auch wol noch grüngefärbte Massen, welche in die Bildung der Schwärmer nicht eingehen. Eine ebensolche aber kleinere Blase, welche oft an einem der Schwärmer nach dem Austritt noch längere Zeit festhaftet, zeigt *Ulothrix zonata* nach Dodel. Auch bei *Dasycladus* bleiben unbenutzte Reste in den großen Sporangien zurück.

In anderer Weise wird bei der Bildung der Eier von *Vaucheria* und *Coleochaete* nach Pringsheim und bei *Oedogonium dipsandrum* nach Juranyi (Jahrb. f. wiss. Bot. IX p. 9) ein Teil des farblosen Plasma, welches sich am Vorderende des Oogoniums angesammelt hatte, durch die entstehende Oeffnung in der Wand ausgestoßen und verschwindet in der umgebenden Flüssigkeit. Ob dieser Vorgang den Erscheinungen bei *Acetabularia*, *Dasycladus* und *Ulothrix* streng vergleichbar ist, könnte noch fraglich erscheinen. Es liegt jedoch nahe hierbei an eine Art von Verjüngung durch Ausstoßung nicht mehr verwendbarer Stoffe zu denken und den Vorgang mit dem Auftreten der Richtungskörper beim tierischen Ei und der Abseidung der Bauchkanalzelle bei den Archegoniaten und Gymnospermen zu vergleichen. Immerhin kann jedoch der Vorgang eine allgemeinere Bedeutung für die Bildung der Geschlechtsprodukte nicht haben, denn wir sahen, dass in vielen Fällen der ganze Inhalt der Mutterzellen in die Geschlechtszellen aufgenommen wird und werden später noch mehrere derartige Fälle in andern Algengruppen finden. Genauere Untersuchungen über etwaige im Oogonium bei der Constituirung der Eizelle sich abspielende Vorgänge, Regenerationen des Kerns und dergl. liegen vorläufig leider noch nicht vor.

(Fortsetzung folgt.)

## O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien.

Zeitschr. f. wiss. Zool. 1881 S. 629—651.

Die Fischpsorospermien, die bei der bisherigen geringen Kenntniss über ihren Bau und besonders ihre Entwicklung allgemein zu

# 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 289-294](#)