

Sitzung vom 27. Juli 1900.

Vorsitzender: Herr A. ENGLER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Arnoldi, Wladimir, Privatdocent der Universität Moskau, z. Z. in **München**
(durch K. GOEBEL und K. GIESENHAGEN),

Gaidukov, N. M., Laborant am Botanischen Institut in **St. Petersburg**
(durch L. KNY und P. MAGNUS),

Fuchs, Dr. Cölestin Anton, Pater am Gymnasium in Komotau in **Böhmen**
(durch H. MOLISCH und A. NESTLER).

Körnicker, Dr. Max, Assistent am botanischen Institut der Universität
in **Bonn** (durch E. STRASBURGER und G. KARSTEN).

Herr THAXTER legte der Gesellschaft eine Reihe von Präparaten vor, welche sich auf seine Untersuchungen der Laboulbeniaceen und der Myxobacteriaceen sowie auf *Monoblepharis* bezogen. Die Laboulbeniaceen-Präparate zeigten in überraschender Klarheit die Geschlechtsorgane, insbesondere Bau und Anordnung der Trichogyne, die Anlage der Asci durch die ascogone Hyphe und die Entwicklung der Ascosporen.

Mittheilungen.

36. Hans Winkler: Ueber den Einfluss äusserer Factoren auf die Theilung der Eier von *Cystosira barbata*.

Eingegangen am 13. Juli 1900.

Im Jahre 1888 erschien in dänischer und ein Jahr darauf in französischer Sprache eine interessante Arbeit von L. KOLDERUP ROSENVINGE über den Einfluss äusserer Factoren auf die Polarität der Pflanzen, worin u. a. auch Versuche geschildert werden, welche die Ursachen klarlegen sollen, die die Richtung der ersten Theilungswand keimender Fucaceeneier bestimmen. Die Resultate waren die folgenden: Die Polarität der Eier kann durch die Lichtrichtung be-

stimmt werden; die erste Wand steht dann senkrecht zum Lichteinfall. Indessen ist das auch innerhalb derselben Species nicht durchgehends, bei *Fucus serratus* gar nicht der Fall. Schwerkraft und Contact mit einem festen Körper beeinflussen die Polarität nicht, wohl aber Unterschiede in der Sauerstoffmenge an verschiedenen Punkten des Eies. Die Rhizoiden bilden sich an der O-ärmeren Seite. Nur bei *Pelvetia canaliculata* soll dieser Einfluss des Sauerstoffs ausgeschlossen sein, weil die Eier von der Oogoniummembran umgeben sind. Die Polarität kann aber auch lediglich durch innere Ursachen bestimmt werden; bei einigen Arten überwiegen diese sogar die wirksamen äusseren Factoren. Nothwendig zur Keimung ist das Licht nirgends.

Diese Resultate ROSENVINGE's schienen mir wichtig genug, einer Nachprüfung und Erweiterung unterzogen zu werden. Ich benutzte dazu einen Frühjahrsaufenthalt an der zoologischen Station zu Neapel und fand in *Cystosira barbata* — *Fucus* selbst ist leider dort nicht vorhanden — ein so günstiges Object, dass es mir möglich war, in verschiedener Hinsicht schärfere und bestimmtere Resultate als ROSENVINGE zu erhalten. Diese sollen im Folgenden dargestellt werden.

Das Material, das ich eine Zeit lang täglich frisch erhielt, liess sich nach VALIANTE (883, S. 15) leicht als *Cystosira barbata* bestimmen. Ein gutes Habitusbild der Pflanze giebt DODEL-PORT (885, Tafel I und II). Um die Befruchtung und Keimung zu beobachten, verfuhr ich folgendermassen: Zweige von fertilen Exemplaren wurden frisch dem Aquarium entnommen und ca. $\frac{1}{2}$ Stunde in der Zimmerluft getrocknet. Dadurch wird, wie bekannt (THURET 855, S. 200; OLT-MANN'S 889, S. 92), das Freiwerden der Eier und Spermatozoen beschleunigt. Von dem so vorbereiteten Material brachte ich kleine, reichlich Receptakeln tragende Zweige auf den Objectträger in frisches Seewasser; als zweckmässig erwies es sich, die Zweige noch auf dem Objectträger in mehrere kleine Stücke zu zerschneiden. Hatten die Objecte dann etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde in der feuchten Kammer gelegen, so waren bei gutem Material sehr zahlreiche Eier und Spermatozoen¹⁾ ausgefallen, und es war leicht, die Befruchtung zu beobachten.

Zunächst wandte ich keine besonderen Mittel an, die Eier in ihrer Lage zu fixiren. Wenn ich wenig Wasser in dünner Schicht gab und Vorsicht beim Einbringen in die feuchte Kammer und unter das Mikroskop anwandte, fanden keine Lageveränderungen statt. Natürlich entfernte ich immer sorgfältig alle Thiere, die durch das Wasser oder die Objecte auf die Objectträger gekommen waren, und die durch ihre Bewegungen störende Verlagerungen der Eier bewirken

1) Eine Begünstigung des Freiwerdens der Spermatozoen durch sonniges Wetter (DODEL-PORT 885, S. 17) ist mir nicht aufgefallen. Trotz des sehr häufigen Regenwetters bekam ich von gutem Material stets und zu jeder Tageszeit lebhaft schwärmende Spermatozoen.

konnten. Zur Sicherheit wandte ich indessen später das von STAHL (883, S. 336) zur Fixirung seiner *Equisetum*-Sporen benutzte Verfahren an, die Eier nach erfolgter Befruchtung in eine dünne Gelatineschicht einzubringen, die so wasserreich war, dass sie bei Zimmertemperatur gerade noch leicht erstarrte. Die Keimung erfolgte darin völlig normal, und eine Drehung und Verschiebung der Eier war gänzlich ausgeschlossen.

Die Keimung selbst ist ausführlich bei VALIANTE (883), DODELPORT (885), OLTMANN'S (889) beschrieben.

Wie wir sahen, giebt ROSENVINGE (888, S. 35; 889, S. 9) an, dass eine Differenz im O-Gehalte des Wassers auf beiden Seiten des Eies derart auf die erste Theilung wirke, dass die Rhizoidenzelle an die sauerstoffärmere Seite zu liegen komme. Nur bei *Pelvetia canaliculata* sei diese Differenz ohne Einfluss, weil die Eier bei der Keimung noch von der Oogoniummembran umhüllt wären. Man kann aber nicht annehmen, dass letztere undurchlässig für Sauerstoff ist, und dann ist mir nicht klar, warum das Vorhandensein einer weiteren Membran die Differenzen im O-Gehalte des Wassers für die Eier = 0 machen sollte. Auch sonst scheint mir ROSENVINGE'S Methoden zur Entscheidung dieser Frage nicht die wünschenswerthe Exactheit zuzukommen. Er cultivirt z. B. die Eier bei Lichtabschluss im hängenden Tropfen und beobachtet bei den am Grunde des Tropfens befindlichen Eiern Rhizoidenbildung nur an der Oberseite. Dieses Resultat „ne peut être attribué qu'au voisinage de la surface qui a fourni une provision plus grande d'oxygène au côté inférieur“ (889, S. 8). Der Schluss erscheint mir nicht zwingend. Abgesehen davon, dass die Nähe der Oberfläche oder die Berührung mit ihr noch durch einen anderen Factor als durch die Gewährung von mehr Sauerstoff auf die Eier wirken könnte, ist es bei der mangelnden Fixirung der Keimlinge sehr wohl denkbar, dass sie sich, nachdem sie ursprünglich nach allen Richtungen hin die Rhizoidausstülpung getrieben hatten, später alle so gedreht haben, dass die Sprosszelle nach unten sah, einfach zu Folge dem natürlich dem breiten Sprosspole viel näher liegenden Orte ihres Schwerpunktes. Aehnliche Einwände liessen sich gegen die Sicherheit seiner anderen Methoden erheben. Doch habe ich um so weniger Veranlassung, näher darauf einzugehen, als ich keine Gelegenheit gehabt habe, mit ROSENVINGE'S Versuchspflanzen zu arbeiten.

Um bei *Cystosira* zu prüfen, ob das Vorhandensein eines Maximums von O auf der einen und eines Minimums auf der entgegengesetzten Seite die erste Theilung derart beeinflusst, dass die erste Wand senkrecht zur Richtung dieses Unterschiedes verläuft, verfuhr ich folgendermassen. Ich bedeckte die frisch befruchteten Eier mit einem Deckglase, das, um einen Druck auf die Eier zu vermeiden,

auf Glasbänken von Deckglassplittern auflag, und umstrich es an drei Seiten dicht mit Vaseline, so dass nur von der einen Seite aus Sauerstoff zutreten konnte. Dann kam der Objectträger in eine verdunkelte feuchte Kammer, damit die Assimilation der Eier und damit eine ungleichmässige Bereicherung des Wassers an O ausgeschlossen war. Das Resultat war, dass sich überhaupt nur die Eier getheilt hatten, die in nicht zu grosser Entfernung von der Seite des O-Zutrittes lagen; weiter hinten war der O-Gehalt offenbar bald zur Keimung zu gering. Bei den gekeimten Eiern aber liess sich zwischen der Richtung der ersten Theilung und der des O-Zustromes keine Beziehung erkennen; wie in allen normalen Dunkelculturen gingen die Rhizoiden nach ganz verschiedenen Richtungen hin ab. Der Versuch wurde natürlich mehrmals mit dem gleichen Erfolge wiederholt. Bei *Cystosira* haben also Unterschiede im O-Gehalte des Wassers keinen erkennbaren Einfluss auf die Theilungsrichtung des Eies.

Auffällig war bei allen diesen Culturen, bei denen die Eier nicht in Gelatine, sondern nur in Wasser kamen, dass die Keimlinge immer so lagen, dass die erste Wand vertical stand. Das schien auf einen Einfluss der Schwerkraft hinzudeuten. Aber daraufhin angestellte Beobachtungen und Versuche ergaben, dass ein solcher nicht existirt. Die eben befruchteten Eier kamen zwischen zwei durch Gummiringe an einander gepresste Objectträger, zwischen denen Holzsplitter eingeklemmt waren, damit die Eier frei, ohne Druck, lagen. Sie wurden, um sie in ihrer Lage zu fixiren, in ein dichtes Geflecht von Chaetomorphafäden eingestreut. Später, als ich bei der Wiederholung Gelatine anwandte, war keine weitere Fixirung nöthig. Dann wurden die Objectträger, mit dem unteren Ende in Meerwasser tauchend, aufrecht gestellt, und die ganze feuchte Kammer verdunkelt. Wenn die Schwerkraft wirklich die Richtung der Theilung bestimmte, so mussten alle ersten Wände horizontal liegen und die Rhizoiden nach unten abgehen. Dies war aber nicht der Fall. Die Rhizoiden gingen vielmehr regellos nach allen Richtungen ab, und die ersten Wände bildeten mit der Schwerkraftsrichtung alle möglichen Winkel ohne Bevorzugung eines bestimmten.

Dass bei den Objectträgerculturen mit Wasser die ersten Wände fast immer senkrecht standen, erklärte sich bei näherer Beobachtung damit, dass die Keimlinge, wenn sie ihre Rhizoiden vorstülpten, umfielen, soweit sie nicht schon an und für sich so lagen, dass ihre Längsaxe parallel zur Ebene des Glases fiel. Wurden sie durch Cultiviren in Gelatine am Umfallen verhindert, so war leicht zu constatiren, dass die ersten Wände jeden beliebigen Winkel zum Erdradius einnehmen konnten.

Also auch die Schwerkraft hat keinen richtenden Einfluss auf

die Theilung der *Cystosira*-Eier. Dasselbe gilt vom Contact mit einem festen Körper. Denn bei den Wasserculturen waren die Eier an ihrer Unterseite in directer Berührung mit dem Objectträger, aber eine constante Beziehung zwischen der Lage dieses Punktes und der Richtung der Theilung war nie festzustellen.

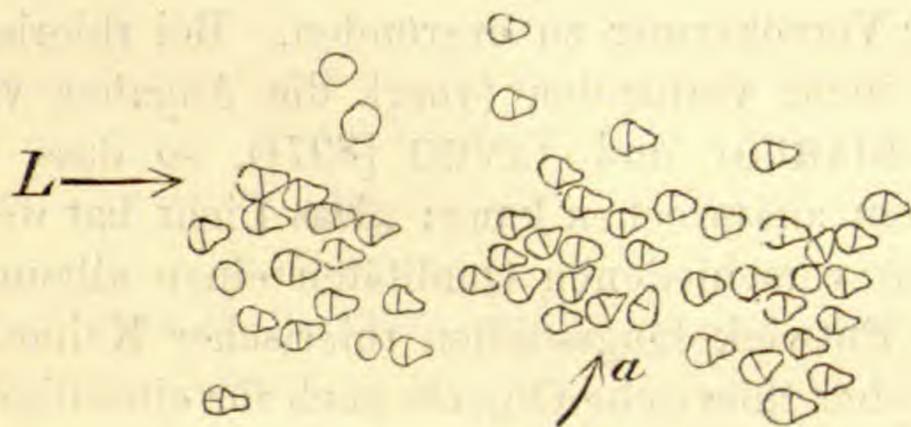
Es war mir von vornherein, besonders in Hinsicht auf die Ergebnisse von ROSENVINGE's Versuchen, als das Wahrscheinlichste erschienen, dass das Licht bei einseitiger Wirkung die Theilungsrichtung beeinflusst. Es wurde schon mehrfach erwähnt, dass die Keimung auch in völliger Dunkelheit vor sich geht, aber, wie hier hinzugefügt werden muss, langsamer als am Lichte. Genauere Versuche über Ausmass und Ursache dieser Verzögerung habe ich nicht angestellt. Dasselbe, eine verzögerte Keimung bei Lichtausschluss, ist bei *Equisetum*-Sporen zu beobachten (STAHL, 883). Auch die von ROSENVINGE (888) untersuchten Fucaceeneier keimen im Dunklen, wahrscheinlich ebenfalls verzögert. Es wäre nicht uninteressant, die Ursache dieser Verzögerung zu ergründen. Bei thierischen Eiern ist sie jedenfalls nicht vorhanden (vergl. die Angaben von LOEB [896, S. 280] und CHIARUGI und LIVINI [897]), so dass DRIESCH (898, S. 739) allgemein aussprechen kann: „Das Licht hat weder überhaupt, noch in seinen verschiedenen Qualitäten einen allgemeinen Einfluss auf die ersten Entwicklungsstadien thierischer Keime.“

Während aber thierische Objecte auch für einseitige Lichtwirkung unempfindlich zu sein scheinen — bei Seeigeleiern überzeugte ich mich durch eigene Versuche davon —, ist dies bei pflanzlichen anders. STAHL (885) entdeckte, dass sich *Equisetum*-Sporen, einseitig belichtet, stets so theilen, dass sich die Spindel parallel zur Richtung der Lichtstrahlen stellt. Die erste Wand bildet dann einen rechten Winkel mit dieser Richtung, und die an der Schattenseite abgegliederte Zelle ist die Rhizoidenzelle. Wie wir sahen, fand ROSENVINGE (888) das Gleiche bei einigen Fucaceeneiern, ebenso FARMER und WILLIAMS (898, S. 640).

Die im Folgenden beschriebenen Versuche zeigen, dass auch bei den *Cystosira*-Eiern das Licht einen richtenden Einfluss auf die erste Theilung hat. Wie in der Figur auf folgender Seite deutlich zu sehen ist, stehen die ersten Wände aller Keimlinge einander nahezu parallel und senkrecht zu der Einfallsrichtung des Lichtes. Nur ein einziger Keimling (bei *a*) scheint eine Ausnahme zu bilden, aber man darf wohl annehmen, dass er durch die vor ihm liegenden Eier etwas beschattet war und das intensivste Licht in der Richtung des Pfeiles bei *a* erhielt. Der Versuch wurde so angestellt, dass der Objectträger mit einer nur an einer Seite offenen Hülle aus schwarzem glanzlosen Papier dicht umgeben und dann in die feuchte Kammer gebracht wurde. Er wurde oft wiederholt, zum Theil dahin abgeändert, dass die Eier nur von

unten oder nur von oben beleuchtet wurden, immer mit dem Ergebniss, dass die erste Theilung senkrecht zum Lichteinfall erfolgte, und dass an der Schattenseite die Rhizoiden erschienen.

Ich suchte nun zu entscheiden, wie lange der einseitige Lichtreiz dauern muss, um die Richtung der ersten Theilung festzulegen. Zu diesem Zwecke wurden mehrere Culturen in der eben beschriebenen Weise einseitiger Beleuchtung ausgesetzt und nach 1 Stunde eine davon in eine andere, ganz verdunkelte feuchte Kammer gebracht, nach 2 Stunden eine weitere und so fort bis zur 6. Cultur. Der Versuch begann Mittags bei bestem Lichte, am anderen Morgen hatte alles gekeimt. In den Culturen 1—3 lagen die Wurzelastülpen der Keimlinge nach allen Richtungen hin ohne irgend welche Beziehung zur Richtung der einseitigen Beleuchtung. Die dreistündige Einwirkung hatte also noch nicht genügt, die erste Theilungsrichtung zu bestimmen. In den Culturen 4—6 dagegen lagen alle Wände



senkrecht zur Lichtrichtung. Es wird also zwischen der 3. und 4. Stunde nach erfolgter Befruchtung bei einseitiger Lichtwirkung die Theilungsrichtung und damit die Polarität des Keimlings bestimmt. Interessant ist hierbei vor allem der Umstand, dass die Theilungsrichtung schon zu einer Zeit festgelegt wird, wo die Theilung selbst noch gar nicht begonnen hat. Die Keimung erfolgt frühestens 16—18 Stunden nach der Befruchtung; wann die Kerntheilung beginnt, vermag ich nicht anzugeben, jedenfalls ist 4 Stunden nach der Befruchtung noch nichts davon zu sehen. Nach FARMER und WILLIAMS (897, S. 192; 898, S. 636) ruht bei Fucaceen der Kern nach der Verschmelzung etwa 20—24 Stunden, und STRASBURGER (897, S. 364) beobachtete sogar, dass zwischen Befruchtung und erster Theilung ein Ruhestadium des Kernes von 2—3 Tagen lag.

Durch eine mindestens vierstündige einseitige Belichtung wird also den befruchteten Eiern von *Cystosira barbata* eine Polarität aufgeprägt, von der äusserlich nicht das Geringste zu erkennen ist. Das Ei ist nach wie vor kugelförmig, der Inhalt scheint gleichmässig vertheilt und der Kern in centraler Lagerung. Es erinnert dies an den Befund PFEFFER's (871, S. 90), wonach bei Brutknospen von *Marchantia*, allerdings erst nach 2—3tägiger einseitiger Beleuchtung, die Dorsi-

ventralität unverrückbar bestimmt und nicht mehr umkehrbar ist, obwohl eine morphologische Differenzirung in dem Gewebe der Sprossanlage noch nicht constatirt werden kann. Auch bei den *Cystosira*-Eiern ist die einmal inducirte Polarität nicht mehr umkehrbar. Werden Culturen, die mindestens 4 Stunden lang einseitig beleuchtet worden waren, um 180° gedreht und nun nur von der entgegengesetzten Seite her belichtet, so kommen die Rhizoiden trotzdem an der nunmehrigen Lichtseite hervor; negativ heliotropisch biegen sie aber sehr bald in scharfem Bogen ab und wachsen von der Lichtquelle weg. Eier dagegen, die erst ca. 2—3 Stunden in dem einen und dann mindestens 4 Stunden in dem anderen Sinne einseitig belichtet wurden, waren nur von der zweiten Beleuchtungsrichtung beeinflusst worden. Aber es schien mir, als ob ihre Keimung etwas verzögert worden wäre. Leider habe ich über diesen mir sehr wichtig erscheinenden Punkt keine Versuche mehr machen können. Es wäre denkbar, dass man die Keimung der Eier ganz verhindern könnte dadurch, dass man ca. alle 3 Stunden die Beleuchtungsrichtung um 90 oder 180° dreht. Weitere Versuche müssen das entscheiden.

Will man sich nun eine Vorstellung von der Art und Weise machen, wie das Licht wirkt, so bieten sich verschiedene Möglichkeiten dar. Eins scheint mir sicher zu sein, dass dasjenige, was die Kernspindel veranlasst, sich dem Gange der Lichtstrahlen parallel einzustellen, Unterschiede in der Organisation des Protoplasmas sind. STAHL (885, S. 340) nimmt bei *Equisetum*-Sporen eine directe Wirkung des Lichtes auf den sich zur Theilung anschickenden Kern an. Bei *Cystosira* aber kann eine solche nicht das Ausschlaggebende sein, da, wie wir sahen, die Theilungsrichtung schon zu einer Zeit unverrückbar festgelegt ist, wo der Kern noch nicht begonnen hat, sich zu theilen.

Man könnte nun zunächst annehmen, dass dem Ei von Anfang an schon ein polarer, äusserlich nicht erkennbarer Bau zukäme, dass es anisotrop sei. Durch die einseitige Beleuchtung fände dann eine Umordnung statt, etwa derart, dass die Anlagencomplexe für den Rhizoidtheil negativ heliotaktisch nach der weniger intensiv belichteten Seite wanderten, der für das Sprossystem dagegen nach der stärker beleuchteten transportirt würde. (Eine solche Annahme macht HERBST [895, S. 732] für die *Equisetum*-Sporen). Es läge dann nahe, daran zu denken, dass die Axe dieses ursprünglichen polaren Eibaues zusammenfiel mit der Längsaxe des unreif ja birnenförmigen Eies. Meine Versuche, das zu entscheiden, haben leider kein sicheres Resultat ergeben. (Vergl. auch DODEL-PORT 885, S. 28). FARMER und WILLIAMS (898, S. 641) kommen auf Grund ihres Versuchsergebnisses, dass bei einseitiger Belichtung nur ein gewisser Procentsatz, nicht alle Eier das Rhizoid an der Schattenseite trieben, zu dem Schlusse, „that the character of the egg itself has much to do

with deciding the point of origin of the rhizoid.“ Vielleicht aber würde sich bei anderer Versuchsanstellung der Procentsatz erheblich erhöhen.

Nimmt man aber an, dass das Ei isotrop ist, und dass daher Unterschiede erst durch die einseitige Beleuchtung in das Protoplasma hineingetragen werden, so könnte man den Einfluss des Lichtes etwa in Beziehung zur Assimilation der zahlreichen in dem Ei enthaltenen Chromatophoren bringen. Dass letztere überhaupt vor wie nach der Befruchtung lebhaft assimiliren, war leicht dadurch nachzuweisen, dass (nach Art der ENGELMANN'schen Bakterienmethode) einige Tropfen Seeigelsperma zu den Eiern zugesetzt wurden. Das Deckglas wurde mit Vaseline umrandet, sehr bald tritt Sauerstoffmangel ein, und die Bewegung der Spermatozoen wird überall sistirt ausser in nächster Nähe der Eier, vorausgesetzt, dass diese belichtet werden. Eine Wanderung von Chromatophoren nach der Lichtseite, wie sie nach STAHL (885, S. 338) bei einseitig beleuchteten *Equisetum*-Sporen zu constatiren ist, kann man freilich bei *Cystosira* nach vierstündiger Dauer der einseitigen Belichtung nicht beobachten. Aber auch wenn keine Verlagerung der Chromatophoren vor sich geht, ist es klar, dass an der stärker beleuchteten Seite eine intensivere Assimilation stattfindet als an der Schattenseite. Nach einiger Zeit schon wird also nothwendig eine nachweisbare Differenz zwischen dem Licht- und Schattenpol des Eies eingetreten sein, die die Spindelstellung beeinflussen könnte.

Das ist aber nicht der Fall. Denn auch in CO_2 -freiem Raume — die Eier kamen in ausgekochtes Wasser und der Objectträger in einen CO_2 -freien Recipienten — stellten sich alle Spindeln dem Gange der Lichtstrahlen parallel und alle ersten Wände senkrecht dazu.

Ferner könnte man annehmen, dass, wie beim Froschei (ROUX 887, S. 207) „die erste Theilung des durch die Copulation des Spermakernes und des Eikernes gebildeten Furchungskernes in der Copulationsrichtung erfolgt; die Sonderung der beiden Theilungsproducte geschieht rechtwinklig zur Theilungsrichtung.“ Man müsste dann annehmen, dass die Copulationsrichtung durch den Gang der Lichtstrahlen bestimmt wird¹⁾, und dass der Verschmelzungsprocess erst ca. 4 Stunden nach dem Eindringen des Spermatozoons zu Ende wäre. Es wäre dann verständlich, dass nach vierstündiger einseitiger Belichtung die Richtung der Theilung unverrückbar festgelegt ist; aber nach den vorhandenen Angaben (s. z. B. BEHRENS 886, S. 92) ist eine so lange Dauer des Verschmelzungs Vorganges sehr unwahrscheinlich.

1) Dass die Spermatozoen heliotaktisch empfindlich sind, stellte Herr College Dr. BULLER während meines Aufenthaltes in Neapel fest.

Litteraturverzeichnis.

- J. BEHRENS (886), Beitrag zur Kenntniss der Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus*. Ber. der deutschen bot. Gesellsch., Bd. 4, 1886, S. 92.
- G. CHIARUGI und F. LIVINI (897), Della influenza della luce sullo sviluppo delle uova degli Anfibii. Monitore zool. italiano, Bd. 8, 1897, p. 90.
- A. DODEL-PORT (885), Biolog. Fragmente. I. *Cystosira barbata*. Cassel 1885.
- H. DRIESCH (898), Resultate und Probleme der Entwicklungsphysiologie der Thiere. MERKEL und BONNET's Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgeschichte, Bd. 8, 1898, S. 697.
- FARMER und WILLIAMS (897), On Fertilisation and the Segmentation of the Spore on *Fucus*. Proceed. of the Royal Soc., Bd. 60, 1897, p. 188.
- FARMER und WILLIAMS (898), Contributions to our knowledge of the *Fucaceae*: Their Life - History and Cytology. Philos. Transactions of the Royal Soc. Bd. 190, 1898, p. 623.
- C. HERBST (895), Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie u. s. w. II. Haupttheil, Biolog. Centralbl., Bd. 15, 1895, S. 721.
- L. KOLDERUP ROSENVINGE (888), Undersøgelse over ydre Faktorer's Indflydelse paa Organdannelsen hos Planterne. Kopenhagen 1888.
- L. KOLDERUP ROSENVINGE (889), Influence d'agents extérieurs sur l'organisation polaire et dorsiventrals des plantes. Sep.-Abdr. aus Revue génér. de Botan., Bd. I, 1889, Nr. 2—5.
- J. LOEB (896), Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Organbildung bei Thieren. PFLÜGER's Archiv, Bd. 63, 1896, S. 273.
- FR. OLTMANN'S (889), Beiträge zur Kenntniss der Fucaceen. Bibl. botanica, Heft 14. Cassel 1889.
- W. PFEFFER (871), Studien über Symmetrie und spezifische Wachstumsursachen. Arbeiten des botan. Institutes in Würzburg, Bd. I, Heft 1, 1871, S. 77.
- W. ROUX (887), Die Richtungsbestimmung der Meridianebene des Froschembryo durch die Copulationsrichtung des Eikernes und des Spermakernes. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. 29, 1887, S. 157.
- E. STAHL (885), Einfluss der Beleuchtungsrichtung auf die Theilung der *Equisetum*-Sporen. Ber. der deutschen bot. Gesellsch., Bd. 3, 1885, S. 334.
- E. STRASBURGER (897), Kerntheilung und Befruchtung bei *Fucus*. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. 30, 1897, S. 351.
- G. THURET (855), Recherches sur la fécondation des Fucacées. Ann. des sciences nat. 4. sér. Bd. 2, 1855, p. 197.
- R. VALIANTE (883), Le Cystoseirae del Golfo di Napoli. Leipzig 1883.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Winkler Hans

Artikel/Article: [Ueber den Einfluss äusserer Factoren auf die Theilung der Eier von Cystosira barbata. 297-305](#)