FLORA.

№ 11.

Regensburg. 21. März. **1857.**

Inhalt: Original-Abhandlung. Reinsch, über die Spermatozoiden der Catharinaea undulata. — Anzeige. v. Leithner und Skofitz, botanischer Tausch-Verein in Wien.

Ueber die Spermatozoiden der *Catharinaea undulata* W. et M., von Paul Reinsch, Studierendem der Naturwissenschaften in Erlangen.

Den in den Antheridien der höheren kryptogamischen Pflanzen — Moose, Lebermoose und Farrn — bis jetzt nachgewiesenen und beschriebenen frei beweglichen Zellen — Spermatozoiden Autr., Antherozoiden Thuret — ist leider noch nicht jene Aufmerksamkeit zugewendet, welche denselben vermöge ihrer Bedeutung in dem Haushalte dieser niederen Pflanzen zukommt. Diese unendlich kleinen Körperchen, oft kaum von einer Länge, die den $^1/_{230}$ Theil einer Pariser Linie erreicht, scheinen entschieden, analog den im Samen der höheren Thiere enthaltenen Spermatozoiden (woher der Name) und gleichbedeutend mit dem unbeweglichen Pollenkorn der höheren Pflanzen, die Bedeutung zu haben, durch ihre freie Beweglichkeit bis zur weiblichen Zelle — der Centralzelle des Archegoniums — vorzudringen und hier den geschlechtigen Act anregend, die Veranlassung der Weiterentwicklung dieser zu geben. Sie finden sich im Organismus blos während jenes Zeitpunktes des Lebens der niederen Pflanze, wo der Entwicklungs-Cyklus derselben in der morphologisch vollendeten Pflanze mit der Geschlechtsreife und Fruchtbildung abgeschlossen ist, wenigstens bei den Moosen und Lebermoosen; bei den Farrn ist dieses Verhältniss ein umgekehrtes, indem die Entwicklung, das vegetabilische Leben der eigentlichen Pflanze erst beginnt, nachdem in dieser durch die geschlechtige Vereinigung der Grund zur neuen Achse in der Centralzelle gelegt ist. — Ihr Erscheinen ist daher nur von kurzer Dauer und der Zeitpunkt ihrer Beobachtung ziemlich schwierig zu treffen, wenn man

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0163-9

nicht genau den Verlauf der Entwicklung der Organe, in welchen sie sich befinden, in den verschiedenen Stadien der Weiterbildung verfolgt. Dass die Spermatozoiden wirklich beim Befruchtungsacte bethätigt sind und nicht als eine vorübergehende Bildung erscheinen und verschwinden, ohne für die Weiterbildung des Organismus in mehr oder minderem Grade beigetragen zu haben, wird bestätigt durch die Beobachtung Hofmeister's, welcher Spermatozoiden bei einigen Jungermannien [1]) an den geöffneten Archegonien herumschwärmend, sowie einzelne bewegungslose in der Mündung des Archegoniums fand, und bei *Funaria hygrometrica* L. [2]) noch bewegliche, welche im Archegonialkanale gegen die Mutterzelle bis auf ein Dritttheil von dessen Länge vorgedrungen waren. Nach der neuesten Beobachtung Hofmeister's sind die Spermatozoiden bei *Polystichum Filix mas* [3]) bis an das Keimbläschen der Centralzelle des Archegoniums nach Durchbohrung der Membran des das Keimbläschen umhüllenden Embryosackes vorgedrungen. Nach diesem Acte schliesst sich der Archegonialkanal wieder, damit das befruchtete Keimbläschen zur beblätterten Achse sich allmählig weiter entwickle. Ebenso fand Thuret bei Algen [4]) die Eizelle von einer Menge Spermatozoiden umschwärmt, ohne deren Einwirkung keine Keimung der Sporen erfolgt.

Die von den Autoren bisher beschriebenen Spermatozoiden in den Algen [5]), Moosen, Lebermoosen [6]) und Farrn [7]) — die von Itzigsohn [8]) aufgefundenen, von macerirten Flechten herrüh-

1) W. Hofmeister, Vergl. Unters. d. Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung der höheren Kryptogamen. Leipzig, 1851. Taf. VIII. Fig. 49. 59. 61; pag. 37, 38.

2) Flora, 1854, pag. 259.

3) Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Leipzig, 1857, pag. 605, 606. Taf. V., Fig. 4.

4) G. Thuret, Recherches sur la fecondation des Fucacées suivies d'observation sur les antheridies des Algues. Annales des sciences naturelles. 4me série. 1854, p. 197.

5) G. Thuret, Recherches sur les antheridies des crytogames. Ann. des sciences naturelles. 3me série 1851. Tom 16me, p. 6 u. ff

6) Ebendaselbst, pag. 23 u. ff., sowie auch obiges Werk von Hofmeister, pag. 16, 35.

7) Leszczyc-Suminski, zur Entwicklungsgeschichte der Farrnkräuter Berlin, 1848, pag. 11, 12; Taf. II. Fig. 16—21.
W. Hofmeister, Vergl. Unters. pag. 80, 81, 109

8) Berl. Bot. Ztg. 8. Jahrg. Sp. 393. 913.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0164-5

renden beweglichen Fädchen sind wahrscheinlich keine Spermatozoiden — beschränken sich in derselben Art nur auf eine Form. Ich glaube aber gefunden zu haben, dass dies nicht als Gesetz zu betrachten sei, dass in den Antheridien derselben Art wohl noch andere Formen neben einer der Art eigenthümlichen vorwaltenden bestehen können.

Die Spermatozoiden der *Catharinaea undulata* stellen sich in zwei in der Gestalt, den Bewegungswerkzeugen und der verschiedenen absoluten Länge des Weges, welchen beide in derselben Zeit zurücklegen, von einander abweichenden Formen dar. Bringt man auf ein Objectgläschen in einem Tropfen Wasser einige der entwickelten Antheridien bei 400—500 maliger Linear-Vergrösserung, so bemerkt man eirunde Körperchen, welche sich mit ziemlicher Schnelligkeit in dem Wasser in geradlinigter Richtung fortbewegen, dazwischen sieht man einzelne länger gestreckte, welche sich in mehr unstäter Bewegung und mit bei weitem grösserer Schnelligkeit fortpflanzen. Ueber die Art ihres Austretens aus dem Antheridium und über die gegenseitigen Beziehungen zu einander im unbefreiten Zustande in der Antheridienzelle konnte ich mir keine Gewissheit verschaffen; von den Zellen des Antheridiums scheint es mir aber vorzüglich die Gipfelzelle, welche im Innern scharf begrenzte, längs laufende Contouren zeigt, zu sein, welche den frei werdenden Spermatozoiden den Austritt gestattet.

Beobachtet man die Spermatozoiden in ihrer Bewegung, so findet man, dass die kleineren immer in Gesellschaft im Wasser umhertummeln und die grösseren, wie es scheint, in Zügen aufsuchen; die grösseren sind fortwährend auf ihren unstäten Wanderungen allein, und kommen sie in die Nähe der kleineren oder gar in Berührung derselben, so umkreisen sie dieselben eine kurze Zeit und ergreifen plötzlich, wie von „panischem Schrecken" ergriffen, die Flucht. Man sieht desshalb im Sehfelde meistens nur kleine sich herumtreiben, selten oder nur hie und da lässt sich ein grösseres blicken, welches aber alsbald, einige Augenblicke ruhig dahinsegelnd, plötzlich die kleineren gewahr werdend, mit grosser Hast den Schauplatz verlässt. Hindernissen weichen sie sehr geschickt aus und man bemerkt, dass sie in ihrem Laufe nie an im Wege liegende fremde Körperchen anstossen, sondern dieselben jederzeit in einem Bogen umgehen. Haben sich mehrere kleinere in Staubmolekülen oder in den verwirrten Antheridien verfangen, so suchen

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0165-1

sie ängstlich den Ausgang auf alle mögliche Weise zu gewinnen. Ist die Oeffnung zu klein um den Ausgang zu erzwingen, so wird ein anderer gesucht, bis endlich der richtig gefundene Weg zur Freiheit führt. Ist gar unter den kleineren ein grosses mit eingeschlossen, so ist die Verwirrung eine ungeheuere und des Aneinanderstossens und des Davonrennens ist gar kein Ende. Ich beobachtete eine auf diese Weise eingeschlossene Gesellschaft, aus fünf kleineren und einem grossen bestehend, eine halbe Stunde lang, bis endlich das grosse, vermöge seines stärkeren, biegsameren Körpers einen Ausgang erzwang, worauf das ganze Collegium, eines nach dem andern, nachfolgte.

Die kleineren haben eine elliptische oder fast eiförmige Gestalt, besitzen eine Länge von 0,0049‴, während der Querdurchmesser = 0,0031‴ ist. Der Zelleinhalt (Protoplasma Mohl) besteht aus einem Aggregat von Molekülen und Körnchen. Zwischen den grösseren Molekülen sind eine Menge kleinerer eingelagert, zwischen denen sich noch viele Körnchen befinden. Die Anzahl der grösseren Moleküle steigt nie über 5 — 6, während die der kleineren 10 — 12 betragen mag. Das Innere der grösseren Moleküle ist mit feinen Körnchen erfüllt, welche meist an die Wand gelagert sind; nicht selten sind diese in einzelnen Molekülen grün gefärbt (Chlorophyllkörnchen). Unter den grösseren Molekülen ist besonders eines ausgezeichnet, welches constant im ersten Dritttheil des Längendurchmessers, meist etwas zur Seite sich befindet. Dieses, welches etwas grösser als die übrigen Moleküle ist, enthält im Innern keine Körnchen gelagert, statt dessen zeigen sich in der hyalinen Substanz zwei scharf begrenzte Contouren, welche parallel dem Längendurchmesser des Moleküls laufen; es scheint den Nucleus der Zelle darzustellen. Dieses hyaline Molekül zeigt eine regelmässige Bewegung im Innern, eine Bewegung, die unabhängig ist von dem ganzen sich bewegenden Spermatozoid, mithin eine selbstthätige ist. Die Bewegung wird hervorgebracht durch ein ungemein rasch fibrirendes Blättchen oder Stäbchen; welches den Längendurchmesser dieses Moleküls einnimmt und an den beiden Polen desselben adhaerirt, und im leblosen Zustande des Spermatozoids durch zwei scharf begrenzte Contouren sich zu erkennen gibt. Der Längendurchmesser dieses Moleküls beträgt $^1/_5$ bis $^1/_6$ des Längendurchmessers des Spermatozoids, die Länge des Stäbchens ist = 0,00071‴, die Breite = 0,00048‴. Ob die Contraction und Expansion der contractilen Sub-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0166-7

stanz eines Moleküls — contractile Vacuola Unger — wie sie von Unger [1]) vielen Spermatozoidenzellen im Zustande noch nicht völliger Vollendung zugeschrieben wird, identisch sei mit der inneren Fibration dieses Moleküls, wage ich nicht zu entscheiden. Bei der mir grösstmöglichen Vergrösserung meines Mikroskopes und bei der andauerndsten Beobachtung konnte ich mir nicht genügend Rechenschaft ablegen über die Art der Fibration, ob die Fibration ein Oscilliren, ein Hin- und Herschwingen des an den Polen des Moleküls aufgehängten Stäbchens sei, oder ob die Fibration eine Bewegung sei, welche durch Transversalschwingungen des Stäbchens, von einem Pol zum andern fortschreitend, verursacht wird; ich glaube aber aus der Art der Curve, welche das oscillirende Stäbchen bei seinem Hin- und Herschwingen beschreibt, annehmen zu dürfen, dass die Bewegung eine oscillirende sei. Mittelst des polarisirten Lichtes konnte ich keinerlei Unterschiede des Dichtigkeits- und Spannungs-Verhältnisses in der Masse des Stäbchens wahrnehmen, wodurch meine Vermuthung bestärkt wird. Bei grösseren Zeitintervallen des oscillirenden Stäbchens lässt sich deutlich bemerken, wie dieses bei der jedesmaligen Excursionsweite in seiner Schwingung nach links und rechts die mit dem Stäbchen in gleicher Ebene liegende krumme Durchschnittslinie der Seitenfläche des Moleküls berührt. Das oscillirende Stäbchen muss daher einen hohen Grad von Elasticität besitzen, indem dasselbe von der Achse des Moleküls sich nach links und rechts so bedeutend ausdehnen kann, dass es, an der gekrümmten Seitenfläche angelangt, sich fast um die Hälfte der ursprünglichen Länge in der Ruhelage in der Achse ausgedehnt hat. Diese Bewegung wird daher durch unaufhörliches Erschlaffen und Wiederanspannen des oscillirenden Stäbchens herbeigeführt. In grösserem Grade kann die Excursionsweite einer Schwingung dadurch abnehmen, dass die gekrümmte Seitenfläche sich allmählig der Achse nähert, d. h. ihr mehr und mehr parallel wird, indem dann ein Theil der Elasticität bei verlängerter Achse zur Verlängerung des Stäbchens verwandt wird. Dass aber ein oscillirender Körper wirklich als die Ursache der inneren Bewegung dieses Moleküls zu betrachten sei, von welchem wahrscheinlich die unwillkürliche Bewegung des Spermatozoids abhängig ist, mag wohl ausser Zweifel

1) Fr. Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien, 1855, pag. 284, 285.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0167-2

gestellt werden, indem im entgegengesetzten Falle die Annahme einer Contraction und Expansion der inneren, weichen, halbflüssigen Masse immer einer Formveränderung des ganzen Moleküls Raum geben muss, was hier durchaus nicht der Fall ist.

Die Bewegung des Spermatozoids erfolgt immer nach der Richtung hin, nach welcher das fibrirende Molekül liegt. Die selbstständige Bewegung desselben muss also in innigster Beziehung stehen zu diesem, in so eigenthümlicher Weise vor den übrigen ausgezeichneten, thätigen Molekül, und zwar zunächst zu dem im Innern desselben oscillirenden Stäbchen. Die Dauer einer Oscillation des Stäbchens habe ich auf $^1/_{60}$ Secunde zu berechnen gesucht, mithin macht dasselbe in der Secunde 60 Mal doppelte Schwingungen, eine nach links, die andere nach rechts, und 120 einfache Schwingungen. Da die Masse des Moleküls $= {}^1/_{560\,340}$, die des Stäbchens $= {}^1/_{25\,31700}$ der Masse des ganzen Spermatozoids ist, so ist die Leistung der Kraft des Stäbchens im Verhältniss zu seiner Masse eine ungeheure, wenn nämlich — wie es auch als wahrscheinlich anzunehmen ist — die Bewegung des Spermatozoids allein durch das oscillirende Stäbchen eingeleitet und erhalten wird. Dadurch, dass das ganze mechanische Moment der Leistung der virtuellen Bewegung des oscillirenden Stäbchens auf einen gewissen, geschickt liegenden Angriffspunkt in der Masse des Moleküls gerichtet ist, wird es möglich, dass eine actuelle Bewegung des Spermatozoids herbeigeführt wird. Ich kenne keinen Fall, in welchem ein ruhender Körper durch einen bewegten zu einer Veränderung der Ortslage gezwungen wird, der die Masse des bewegenden um das 560,000fache übertrifft. Man hat versucht die selbstthätige Bewegung der frei beweglichen Zellen — Schwärmsporen der Algen, Spermatozoiden der Moose, Lebermoose und Farrn — auf allgemeine dynamische Gesetze [1]) zurückzuführen; ich werde aber weiter unten zeigen, dass dies wohl nicht der richtige Wege sein könne, auf welchem man zur Erklärung namentlich der selbstthätigen Bewegung der Spermatozoiden der höheren Kryptogamen gelangt. Die Ursache der mechanischen Bewegung — der Bewegung, welche durch mechanische Kräfte hervorgerufen wird — lässt sich wohl ergründen, wenn wir die Bedingungen kennen, unter welchen sich

1) Wichura, Ueber Axendrehung der Schwärmsporen und Infusorien. 30. Jahresbericht der schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur. 1852, pag. 73.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0168-8

dieser Körper bewegt, unter welchen überhaupt Bewegung möglich ist: wenn wir fragen, was hat den Körper vermocht sich zu bewegen? Die mechanischen Kräfte, welche bei der Bewegung eines Körpers thätig sind, welche denselben aus der ruhenden Lage in eine bewegte versetzen, können von folgender Art sein. Entweder sind es Kräfte, die jedem Körper, ohne dass ein besonderer innerer Zusammenhang der kleinsten Theile unter einander besteht, zukommen, die Kräfte der Affinität, der Gravitation; diese Kräfte bewirken ein blosses Nähern der Massen. So lange wird diese Kraftäusserung fühlbar, erkennbar sein, so lange nicht die Vernichtung einer der beiden d. h. beider vor sich gegangen. Oder es sind Kräfte, welche unabhängig von der Schwerkraft, der Attractionskraft eine Bewegung hervorrufen. Diese Kräfte sind nicht denkbar ohne ein zweites Moment, ohne ein in eigenthümlichem Verhältnisse zu dem betreffenden Körper stehendes, ausübendes Werkzeug derselben. Ein mit Wasser gefüllter Cylinder, an dessen Seitenflächen mehrere Oeffnungen angebracht sind, dreht sich in der entgegengesetzten Richtung des ausfliessenden Wasserstrahles. Die Kraft aber, welche das Spermatozoid zu einer Veränderung der Ortslage antreibt, gelangt erst zur Thätigkeit, wenn das Werkzeug derselben — ein oscillirendes Stäbchen oder wimperartige Fortsätze — im Stande ist, die Wirkung der Leistung anderer Kräfte zu überwältigen und die vollständige Verwerthung der geleisteten Kraft auf die vom übrigen Organismus gelöste Zelle ausfliesen zu lassen. Die meisten Bewegungs-Erscheinungen im Organismus der Pflanzen wie der Thiere sind so eigenthümlicher Art, dass sie nicht als das Spiel roher Naturkräfte erscheinen, sondern durch ein Agens hervorgerufen, welches noch Niemanden gelungen ist, experimentell darzustellen.

Welche unsichtbare Gewalt ist es nun, die das Spermatozoid der Laubmoose, Lebermoose und Farrn in die Bahnen lenkt, den richtigen Weg in den Archegonialkanal zu finden, zum Keimbläschen der Centralzelle, aus welcher neues Leben erspriessen soll? Diese Frage lässt sich unschwer beantworten, wenn wir den Zusammenhang mit dem ganzen Organismus, sowie den Verlauf der Entwicklungsgeschichte der beweglichen Zelle genau kennen; erst dann wird es uns möglich sein, das Gesetz zu finden, nach welchem das Spermatozoid auf seinem Wege zur Centralzelle geleitet wird. Bevor wir aber wissen, woher die bewegliche, befruchtende Zelle

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0169-6

gekommen, aus welchen Elementen des Pflanzenorganismus dieselbe ihren Körper gebaut; welche Lebenserscheinungen in ihr und ausser ihr vor sich gehen, mit welchen Gebilden sie zuletzt zusammenhing, als ihr die Natur das Dasein schenkte d. h. die Freiheit aus der enganschliessenden Antheridienzelle, so lange werden wir über die uns unerklärliche Weise, auf welche das Spermatozoid den Weg zur Centralzelle des Archegoniums findet, im Dunkeln bleiben; man hat dann nicht nöthig, zur Erfassung dieser Erscheinung die Gesetze der Schwere, rein mechanische Hilfsmittel zu ergreifen, die dem Wesen des Organischen entfremdet sind, wenn man die Erscheinung in ihrem ganzen Zusammenhang mit dem Pflanzenorganismus auffasst und den Zweck nicht verkennt, den die Natur mit dieser Zelle verbindet, das verbindende Glied zu sein zwischen dem männlichen und weiblichen Organismus. Man wird nicht etwa in dem Irrthum befangen sein, in der individuellen Bewegung des Spermatozoids eine von einem inneren Willen unabhängige freiwillige Ortsveränderung zu erblicken. So wenig weder die Bewegung des Zellinhaltes noch die durch Reiz hervorgebrachten Bewegungserscheinungen, die wir an manchen Pflanzen bemerken, von einem inneren Willen abhängig sind, aber auch nicht mit dem Spiel roher Naturkräfte in gleiche Höhe zu stellen sind, so wenig ist die selbstthätige Bewegung der befruchtenden männlichen Zelle dieser kryptogamischen Pflanzen der Ausdruck einer freiwilligen Ortsveränderung. Jede sichtbare Ortsveränderung eines Körpers, welcher ohne in Verbindung zu sein mit andern die Bewegung herbeiführenden Körpern, oder auf den keinerlei Beziehungen der Kräfte gleichwirkender Körper einwirken, setzt immer voraus eine Selbstthätigkeit, eine Thätigkeit, welche ohne Anregung von Aussen sich entfalten kann in ihrem ganzen inneren Zusammenhang mit dem bewegten Körper — ein primum movens —. Die Pendelbewegung der Uhr wird durch eine eigenthümliche Uebertragung der Schwerkraft hervorgebracht. Mit dem Aufhören der ausgeübten Kraft der die Maschinerie in Gang erhaltenden angezogenen Masse hört wohl die Bewegung des Pendels auf, aber nicht umgekehrt. Bei der Bewegung des Spermatozoids sehen wir ebenfalls zwei Kräfte thätig; die eine vergleichbar mit der Pendelbewegung der Uhr wird hervorgebracht durch die physischen Bewegungswerkzeuge und erhält die Bewegung, die andere, welche auf das Spermatozoid einwirkt, uns aber nicht darstellbare, nicht sichtliche ist eben das Eigenthümliche, Unergründliche, Undefinirbare, was das Wesen des Organischen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0170-7

kennzeichnet und bestimmt die Richtung des sich bewegenden Spermatozoids.

Das Wesen des pflanzlichen Organismus bringt es mit sich, dass die innere Lebensthätigkeit durch äussere Ortsveränderung sich nicht zur Stufe der Selbstbeweglichkeit erheben kann. Bei der Bewegung des Spermatozoids, hervorgebracht durch die Bewegungswerkzeuge, nach einer bestimmten Richtung hin, gelangt diese innere Lebensthätigkeit zur mechanisch bewegenden Kraft. Das Anomale dieser Bewegung vor den übrigen bisher in den Lebenserscheinungen der Pflanze beobachteten Bewegungserscheinungen beruht nur darin, dass diese im Gegensatze von jenen ausserhalb des Organismus, getrennt von ihm, zu Stande kommt. Das Spermatozoid, welches für einige Zeit aus dem Organismus heraustritt, kann sich natürlich nur in einem Medium bewegen, in welchem sich überhaupt ein Körper mit dem geringsten Aufwande von Kraft, sowie den möglichst einfachen Locomotionswerkzeugen bewegen kann, und in welchem der Inhalt der Zelle, bei vorwaltend wässeriger Constitution, die geringste Aenderung erleidet. Nach einiger Zeit tritt dasselbe in demselben Medium, wenn es ihm die Umstände gestatten, wieder in den Organismus zurück. Es ist wahrscheinlich, dass die den Organismus verlassende, aber die vitalen Eigenschaften desselben noch mit sich führende Zelle — nun den Charakter des pflanzlichen Individuums annehmend — etwas verschiedenere Lebenserscheinungen darbietet, als vorher, da sie noch mit dem Organismus zusammenhing; auf diesem Wege gelangt die höher organisirte männliche Zelle zur Stufe jener Vollendung, welche die Befruchtung der weiblichen Zelle erheischt. Dem Pollenkorn der höheren Pflanze — Polleninhalt = Spermatozoid — ist es nicht vonnöthen, diese metamorphosische Umbildung zu erleiden und individuelle Eigenschaften anzunehmen, der individuelle Charakter hat sich bei jenen Pflanzen mehr in der weiblichen Zelle ausgeprägt Wir kennen nicht die Ursache, warum die Natur dieses uns unerklärliche Hilfsmittel ergriffen hat, um die Fortsetzung ihrer niedern Geschöpfe zu sichern. Wir kennen die bewegliche Zelle nur, wenn sie den Organismus verlassen hat, oder kurze Zeit bevor die Freimachung dieser erfolgt, wir kennen die Werkzuge, welche zu ihrer Bewegung dienen. Aus diesen mechanischen Fortbewegungsmitteln lässt sich wohl die Art der Bewegung u. s. f. ermitteln, nicht aber der Weg zur Mündung des Archegonialkanals. Da die Art der Bewegung der Spermatozoiden der meisten dieser Pflanzen eine in gerader Richtung verlaufende ist, so

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0171-3

liesse sich wohl auf diese Weise der Weg zum Archegonialkanal am besten und einfachsten erklären, nicht immer ist aber das Archegonium so nahe — wie bei den Farrn und einhäusigen Moosen und Lebermoosen — und nicht immer ein wässerig-flüssiges Medium zwischen dem Archegonium und den Spermatozoiden entwickelnden Antheridien, dass der Weg von der frei beweglichen Zelle nicht zu verfehlen wäre, so dass der Versuch der Erreichung der Centralzelle des Archegoniums von Seite der Spermatozoiden ein vergeblicher ist. Die uns sichtbaren Bewegungswerkzeuge können es daher nicht wohl einzig und allein sein, welche das Spermatozoid in seiner Bewegung leiten und dasselbe, die Hemmungsmittel umgehend, in die richtige Bahn lenken, seinen Zweck zu erfüllen.

Lässt man das Wasser, worin sich die Spermatozoiden bewegten, verdunsten, und bringt, nachdem sie eine kurze Zeit hindurch ihre geringere Lebensthätigkeit durch langsameres Oscilliren des Stäbchens zu erkennen gegeben, einen Tropfen frischen Wassers hinzu, so leben sie augenblicklich wieder auf. Dieses Aufleben ist aber mit einer eigenthümlichen Contraction der Körpermasse verknüpft, ganz ähnlich der, welche Kölliker bei den Zellen der in der Embryonalentwicklung begriffenen Planarieneier beobachtet hat. Die Contraction der Körpermasse schreitet nämlich von einem Ende zum andern allmählig fort und kehrt in der entgegengesetzten Richtung zurück. Dieses Wechselspiel wiederholt sich nur bei weitem schneller, als bei den Zellen der Planarieneier. Allmählig hören diese Contractions-Erscheinungen auf, das Spermatozoid hat seine vorige Gestalt wieder angenommen und bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit wie vorher.

Die andere Form, unter welcher die Spermatozoiden der *Catharinaea undulata* erscheinen, ist etwas länger als die vorherbeschriebene kleinere Form und besitzt einen Längsdurchmesser von 0,0107‴, der Querdurchmesser ist nahezu derselbe. Der Unterschied dieser von der kleineren Form beruht darin, dass das fibrirende Molekül im Inneren fehlt, statt dessen sind die beiden Pole mit hyalinen, flimmernden Cilien besetzt, welche gegen die Seiten hin allmählig an Grösse abnehmen und endlich verschwinden. Die Länge der längsten Cilien beträgt etwa $^1/_9$ der ganzen Länge des Spermatozoids. Die Flimmerbewegungen dieser Cilien sind so rasch, dass man sie an dem sich bewegenden Spermatozoid kaum erkennt. Erst wenn

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0172-9

das Wasser des Objectträgers allmählig verdunstet und dadurch auch die Bewegung des Spermatozoids verlangsamt ist, dauern die Schwingungen der Cilien länger an und werden so bemerkbar; die Cilien lassen sich auch deutlich erkennen, wenn man diese, nach Tödtung des Spermatozoids, durch Jodlösung kenntlich gemacht oder dasselbe durch Weingeist getödtet hat. Ob das Spermatozoid vermöge dieser Einrichtung nach beiden Richtungen hin sich bewegen kann, vermochte ich aus Mangel an Anhaltspunkten nicht zu eruiren. Da die Cilien einer Verlängerung und Verkürzung fähig sind, besonders wenn die Lebensfähigkeit des Spermatozoids nahe am Erlöschen ist, oder wenn dasselbe durch Einschluss unfähig ist sich zu bewegen, so ist es als wahrscheinlich anzunehmen, dass sie nicht als selbstständige Bildung zu betrachten sind. Ich glaube diese vielmehr als Fortsätze der äusseren plastischen Hülle des Spermatozoids — nicht unmittelbar der Membran desselben — annehmen zu dürfen. Bei der Bewegung des Spermatozoids sind die Cilien beider Pole thätig.

Die Moleküle im Inneren sind ebenso gelagert wie bei der vorherbeschriebenen kleineren Form, das Innere derselben erscheint mehr homogen und die eingelagerten Körnchen zwischen diesen sind in grösserer Menge vorhanden. Nie bemerkte ich in dieser Form Moleküle, in welchen Chlorophyllkörnchen abgelagert sind. Die Substanz des Spermatozoids erscheint mir dehnbarer und contractiler, wie bei kleineren. Ist das Spermatozoid durch Hindernisse eingeschlossen, so ist es im Stande seine Körpermasse zu verschmächtigen, um durch eine kleine Oeffnung zu entweichen; liegen auch hier Hindernisse entgegen, so windet dasselbe seinen verlängerten Körper schlangenartig durch diese hindurch und verschafft sich auf diese Weise die Freiheit. Im Freien nimmt es alsdann seine vorige Gestalt und Grösse wieder an. Bei auf diese Weise in ihrem Laufe aufgehaltenen Spermatozoiden bemerkt man die Cilien, sich bald verlängernd bald verkürzend, langsamer flimmernd. Ich beobachtete ein Spermatozoid, welches durch eine Menge Staubmoleküle hindurch im schnellsten Laufe seinen Weg fortsetzte ohne ein einziges Mal an ein Hemmniss anzustossen oder aufgehalten zu werden, fortwährend seinen Körper ausdehnend und wieder zusammenziehend, je nachdem es die Beschaffenheit der Localität erforderte. Die Schnelligkeit der Flimmerbewegung der Cilien schätzte ich, im Vergleich zu der des thierischen Flimmerepitheliums, auf 120—150 Schwin-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0173-5

gungen für die Secunde, sie scheint mir beträchtlicher zu sein als die der Schwärmsporen von Algen (z. B von *Vaucheria clavata* oder der flimmernden Hüllmembran von *Pelvetia canaliculata*) und die des thierischen Cylinderepithels. Die Grösse der Bewegungs-Geschwindigkeit des Spermatozoids habe ich auf 0,0254‴ für die Secunde berechnet, die der vorherbeschriebenen kleineren Form auf 0,017‴ für die Secunde. In einem Tage aber würde die grössere Form einen Weg zurücklegen = 7′ 7″ 9,6‴, die kleinere einen Weg = 5′ 3″ 8,6‴. In einer Secunde legt die grössere Form einen Weg zurück, der ihre Körperlänge um das $2^2/_5$, die kleinere einen Weg der ihre Körgerlänge um das $3^3/_5$fache übertrifft. Diese Bewegungs-Geschwindigkeit ist eine schon beträchtliche zu nennen, indem der Mensch in derselben Zeit bei mässigem Schritt einen Weg zurücklegt, der wenig mehr als die Hälfte seiner Länge beträgt. Die Dauer der Bewegung des Spermatozoids habe ich im Maximum 14 Stunden, und auch wohl noch etwas länger, gefunden. Das verdunstende Wasser des Objectträgers wurde dabei immer durch frisches ersetzt; allmählig nimmt die Bewegung ab und hört endlich auf. Mit der Bewegung hört die Oscillation des Stäbchens in dem fibrirenden Molekül der kleineren, das Flimmern der Cilien der grösseren Form auf,

Man hat bisher angenommen, dass das Spermatozoid der Charen, Moose, Lebermoose und Farrn aus dem Nucleus einer Zelle des Antheridiums — identisch mit der in dieser Abhandlung mit „Spermatozoid" bezeichneten Zelle — gebildet würde. Nach der Auflösung des Protoplasma entstünden in demselben Hohlräume — Vacuolen Unger, die grösseren Moleküle —, aus einem dieser Vacuolen, welches sich als der Nucleus der Spermatozoidenzelle — das fibrirende Molekül der kleineren Form — vorwiegend entwickelt, würde das Kopfende des mit einem schwanzförmigen Anhang versehenen, später aus der sich bewegenden Spermatozoidenzelle heraustretend, gebildet. Nun ist aber nicht wohl einzusehen, wie sich bei der kleineren Form der Spermatozoiden der *Catharinaea* der Körper des eigentlichen Spermatozoides aus dem fibrirenden Molekül der schon fertig gebildeten Zelle — dem ganzen sich bewegenden Spermatozoid — erst bilden solle, nachdem die Verbindung mit dem übrigen Organismus schon aufgehört, und die unwillkürliche Bewegung in der beschriebenen Weise eingetreten ist. Wie kann es möglich sein, dass die vom übrigen Organismus gelöste, auf sich selbst beschränkte Zelle, sich zu einem so hohen Grade von

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0174-1

Selbstbildungsfähigkeit emporschwingen kann, aus dem Protoplasma ein Gebilde zu erzeugen, welches die eigentliche Bedeutung des Spermatozoids in sich fasst? Auf die andere, die grössere Form, ist diese Bildungsweise des wirklichen Spermatozoids noch weniger anwendbar. Diese besitzt im Innern gar kein in besonders ausgezeichneter Weise thätiges Molekül, aus welchem sich das Kopfende eines Spermatozoids — Samenfadens — bilden könnte. Das Spermatozoid in einer der beiden Formen erscheint mir vielmehr in schon vollkommen ausgebildeter Gestalt und fähig, zur Mutterzelle des Archegoniums vorzudringen und die Befruchtung derselben herbeizuführen. Die Betrachtung der in verschiedenartiger Weise ausgesprochenen Locomotionswerkzeuge bringt es mit sich, eine Annahme dieser Bildungsweise für die Spermatozoiden dieser Pflanze zu verwerfen.

Ob diese zwei oben beschriebenen, von einander beträchtlich abweichenden Formen der Spermatozoiden der *Catharinaea undulata* hinsichtlich ihrer Bedeutung bei der Befruchtung der Mutterzelle auf verschiedene Weise bei diesem Acte betheiligt sind — was die Verschiedenheit der Bewegungswerkzeuge andeutet — oder ob diese Formen nur in verschiedenen Stadien der Entwicklung begriffene Zustände eines und desselben Spermatozoids darstellen, oder ob endlich eine der beiden Formen von einer fremden verwandten Pflanze übergesiedelte Spermatozoiden sind — welcher Fall wegen der leichten Beweglichkeit dieser Gebilde nicht in das Gebiet der Unmöglichkeit entrückt würde — wage ich aus Mangel des Anhaltspunktes analoger Erscheinungen nicht zu entscheiden.

Vor der Hand genügt es, auf die Möglichkeit der Existenz verschieden gestalteter und organisirter Spermatozoiden in den Antheridien der Pflanzen derselben Art aufmerksam gemacht zu haben. Spätere Untersuchungen werden mich belehren, in wie weit meine Vermuthungen begründet, in wie weit der Weg zur richtigen Deutung dieser Erscheinung, welche allerdings nichts Analoges bietet, zu finden sei.

Erklärung der Abildungen auf Tab. V.

Fig. 1. Drei kleinere Spermatozoiden bei 450facher Längen-Vergrösserung. a. das fibrirende Molekül. b. die grösseren Moleküle.

Fig. 2. Dasselbe bei 700facher Längenvergrösserung. a fibrirendes Molekül. *α*. Oscillirendes Stäbchen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0175-6

Fig. 3. versinnlicht die Art der Contraction des durch Wasser wieder neu belebten, eingetrockneten Spermatozoids.

Fig. 4. Zwei grössere Spermatozoiden; bei 450facher Längen-Vergrösserung.

Anzeige.

Botanischer Tauschverein in Wien.

Bekanntlich bestehen in Wien zwei botanische Anstalten, welche gleiche Zwecke mit gleichen Mitteln erstreben, nämlich Förderung der Wissenschaft durch Vertretung botanischer Privatinteressen, das ist durch Vermittlung eines gegenseitigen Austausches von getrockneten Pflanzen, und durch diese: Vervollständigung der Herbarien, Kenntniss der Pflanzenformen, Durchforschung der Florengebiete, Annäherung und Bekanntwerdung der Botaniker.

Von diesen beiden Anstalten wurde die ältere im Jahre 1846 von Alexander Skofitz, unter dem Namen „Botanischer Tausch-Verein in Wien," die jüngere unter der Leitung des Baron Leithner im Jahre 1851 unter dem Namen „Wiener Tausch-Herbarium" gegründet.

Beide Anstalten erfreuten sich bald einer lebhaften Theilnahme, die sich alljährig steigerte und endlich einen solchen Umfang erreichte, dass deren Gründer bedacht sein mussten, entsprechende Mittel zu treffen, damit einerseits den Wünschen der einzelnen Theilnehmer leichter und schneller Rechnung getragen werden könne, anderseits aber die Anstalten selbst im Stande wären, ihre Verbindungen noch weiter auszudehnen.

Diesen Zweck bestens zu erreichen, haben die Unterfertigten beschlossen, beide Anstalten vom 1. Januar 1856 an in Eine zu vereinigen und zwar unter dem Namen:

Botanischer Tauschverein in Wien.

Derselbe zerfällt in zwei Sectionen, von denen die erste die Floren-Gebiete des österreichischen Kaiserstaates, der deutchen Bundes-Staaten und der Schweiz, die zweite aber die Florengebiete aller übrigen Länder umfasst.

Alle Theilnehmer, welche innerhalb der Grenzen der Florengebiete der ersten Section domiciliren, wollen sich in allen ihren botanischen Angelegenheiten an Dr. Alexander Skofitz (Wieden, Neumannsgasse, N. 331), alle übrigen an Baron Joseph von Leithner (Alservorstadt, Thurngasse Nr. 310) wenden.

Mit dem Tauschvereine kann jeder Botaniker in Verbindung treten, der nachfolgenden Bedingnissen Genüge leisten zu können glaubt und er geniesst so lange die Vortheile desselben, als er dessen festgesetzte massgebende Statuten in keinem Punkte überschreitet.

Der beitretende Botaniker wolle ein Verzeichniss jener Pflanzen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05973-0176-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: 40

Autor(en)/Author(s): Reinsch Paul Friedrich

Artikel/Article: Ueber die Spermatozoiden der Catharinaea undulata W. et AL 161-174