

Notizblatt für kryptogamische Studien,
nebst Repertorium für kryptog. Literatur.

Inhalt: E. Gäbel, Beitrag zur Kenntniß der Spermatozoiden. — Auerwald, *Xylaria Fuckelii* Nke. — Derselbe, a) *Peziza echinulata* Awd., b) *Phacidium minutissimum* Awd., c) *Sphaerella maculaeformis* Fr. — Derselbe, *Hormosporia* oder *Sporormia*? — Repertorium: Küping, *Tabulae phycologicae* oder Abbildungen der Tange. (Schluß.) — Index seminum in horto bot. Berolinensi anno 1867 collect. — Fr. Arnold, Juraflechten — S. O. Lindberg, Notiser ur Sällskapetets pro Fauna et Flora fennica.

Beitrag zur Kenntniß der Spermatozoiden.

Von E. Gäbel.

Im Laufe dieses Sommers bot sich mir im physiologischen Laboratorium des Berliner landwirthschaftlichen Lehrinstituts unter der Anleitung des Herrn Professor Karsten eine Gelegenheit zur Untersuchung der Prothallien von *Osmunda regalis*. Die Widersprüche, die sich hinsichtlich der Construction der Antherozoiden zwischen verschiedenen Autoren finden, waren Veranlassung zu einer näheren Untersuchung der Antherozoiden, deren Resultate ich hier mittheile. Nägeli, der Entdecker der Antherozoiden, erklärte dieselben für einen Spiralfaden, welcher frei in seiner Mutterzelle innerhalb des Antheridiums sich bilde. Bisweilen sollte er seine Zelle als Mantel mit sich führen. Suminski erkannte, daß die Spirale mit Wimpern versehen sei und bemerkte, daß oft eine Zelle hinterher geschleppt wurde, welche er als Mutterzelle der Spirale erklärt. Diese Thatsache leugnete jedoch Wigand (bot. Zeitung 1849 p. 34), während Andere das Bläschen für rein zufällig ansahen, indem der Spiralfaden bei dem Herauswinden aus seiner Mutterzelle dieselbe nicht ganz loswerden konnte und so mit sich führte, so Merklin 1850: Ueber die Prothallien, in der *Linnaea*; Hofmeister sagt gleichfalls: „Das breitere vordere Ende des Samenfadens ist, wie schon oben erwähnt, seitlich stark abgeplattet. Die Außenseite der Schraubenwindung desselben trägt zahlreiche Wimpern, die während der Bewegung des Fadens lebhaft schwingen; am entgegengesetzten Ende verjüngt sich der Samenfaden allmählich zu einer fadenförmigen, sehr langen Spitze. Häufig bleibt diese, in der ursprünglichen Aufrollung, in dem Bläschen stecken, innerhalb dessen das Spermatozoid entstand.“

Schacht theilte 1849 nach seinen ersten Untersuchungen diese Ansicht nicht, sondern glaubte, dieses Bläschen sei unmittelbare

Fortsetzung der letzten Windung des Spiralfadens, später verließ er diese Ansicht und wandte sich der der obengenannten Autoren zu. Immer wurde das Bläschen aber von diesen für unwesentlich und zufällig gehalten und zwar für die Mutterzelle des frei in ihm liegenden Spiralfadens.

Thuret beschreibt in seinen *Recherches sur les Zoospores des Algues* 1851 dieselben als flache Fäden, schraubenzieherförmig gewunden, deren äußerste Spitze eine Reihe Wimpern trägt. Der größere Theil der Antherozoiden ist auf eine große durchscheinende Blase geheftet, welche jene mit sich ziehen, und welche alle Autoren als die Zelle selbst betrachten, in welchen vorher das Antherozoid eingeschlossen war. Thuret dagegen schließt sich nach aufmerksamer Untersuchung und nach Vergleichung mit *Equisetaceen* und *Hepaticae* dieser Ansicht nicht an, sondern glaubt, diese Blase verdanke ihren Ursprung der Auflösung des hinteren Endes der Spirale. — Bis jetzt also ist stets die Spirale für sich als befruchtendes Element angegeben, auf die Blase selbst ist in dieser Hinsicht kein Gewicht gelegt.

Ganz anders faßt Karsten die Verhältnisse auf: „Diese beiden Beobachtungen lehrten zugleich die extremen Formen des bei den Kryptogamen vorkommenden Befruchtungsorganes kennen: in dem einen Falle nämlich den der Exine des Pollens zu vergleichenden Bewegungsapparat, in dem andern die der Intine des Pollens zu vergleichende Zelle vorherrschend entwickelt. In beiden Fällen jedoch ist letztere als das eigentlich befruchtende Organ stets vorhanden; von vielen Beobachtungen freilich übersehen, indem diese bei den Zellenkryptogamen für einen integrierenden Theil des die Bewegung vermittelnden Spiralfadens gehalten wurde oder weil man bei den Gefäßkryptogamen Spiralfäden beobachtete, von denen die befruchtende Zelle abgerissen war.“

Ferner: „Die Pollenzellen der Thunbergien mit ihrer in Spirallinien verdickten Intine erinnern zunächst an die spiraligen Schwärmfäden der Gefäßkryptogamen und führen uns eine Modification der Equisetensporen vor, während der Spomoeenpollen mit seiner stacheligen Oberhaut als verholzte Baucherienschwärm-spore zu betrachten ist, wie es die von mir gegebene Entwicklungsgeschichte der Letzteren nachweist.“ (Karsten, *Parthenogenesis* 1860.)

Nach seinen letzten Untersuchungen erklärte sich endlich Schacht (1864, Spermatozoiden) wieder für seine erste Ansicht. Jetzt erachtet er wieder das ganze Antherozoid für eine Zelle und das Bläschen für die Ausstülpung oder Anschwellung des hinteren zarten Endes der Membran.*) Schacht, ein Vertreter

*) d. h. des Spiralfadens.

der Mirbel'schen (von ihm Pringsheim'sche genannt) Plasmatheorie stellt außerdem als Endresultat seiner Untersuchungen die Ansicht auf, daß das Spermatozoid eine Plasmabildung sei.

Hanstein weist dieses jedoch in seiner Untersuchung der Marsilea 1865—66 zurück: „Aber dennoch ist die feste Wand der Schwärmzelle so scharf gezeichnet und so widerstandsfähig, daß sie als wirklich feste, von dem dünnflüssigen Saft im Innern geschiedene Membran leicht zu erkennen ist. Ich kann sie daher mit Schacht nicht Plasmahülle nennen, denn Plasma bedeutet einen formbaren, nicht festen Stoff, der noch in verschiedene Gestalt gebracht werden kann und erst zur Bildung von wirklich gestalteten Dingen bestimmt ist.“ Im Uebrigen steht Hanstein vollständig auf Schacht's Standpunkt: „Bekanntlich sind bisher die verschieden gestalteten Anhänge der Spermatozoiden bei den farnartigen Gewächsen meist als Reste ihrer Mutterzelle oder als diese selbst anzusprechen, obwohl schon Thuret dieselben bei den Polypodiaceen und Equisetaceen als Theil des Schwärmfadens selbst auffaßt. Bei Marsilea sieht man deutlich aus der frei im Wasser liegenden Mutterzelle sich den Schraubensaden, eine besondere Zelle nachschleppend, herausarbeiten. Jene bleibt, ihres ganzen Inhalts beraubt, leer zurück, diese aber, den Mutterzellinhalt mit fortführend, ist ein integrierender Theil des Spermatozoids selbst, eine selbständige Tochter-Zellenbildung.“ „Wie die letzte Windung der Schraube in die Zelle selbst übergeht, war mir bei der ausnehmenden Feinheit des Gegenstandes klar zu sehen nicht möglich geworden. Es schien oft, als legte sie sich ins Innere hinein. Jetzt halte ich jedoch mit Schacht dafür, daß sich hier wie bei den andern Verwandten der Faden unmittelbar zu dem größeren Zellraum erweitert und mithin die Höhlung des letzteren in den fadenförmigen Theil, so fein dieser auch sei, fortsetzt, zumal da sonst an einem einfachen und soliden Fadenkörper schon die starke und selbständige Vitalität, die derselbe hier beweist, dem Verständniß schwer fallen muß.“

Nach Schacht sowohl, als nach anderen Autoren nimmt der Zellkern in sehr wesentlicher Weise bei der Bildung des Spermatozoids Theil und geht gewissermaßen in demselben auf.

Neuerdings hat Noze in den Annales des Sciences naturelles (1867) seine früheren Beobachtungen, schon in den Bulletins soc. bot. de France 1864—65 veröffentlicht, zusammengefaßt und hierin die Ansicht ausgesprochen, daß der Spiralfaden die Blase umschließe; daß ersterer lediglich Bewegungsorgan sei, letzterer dagegen allein das befruchtende Element enthalte. Noze kommt zu dieser Ansicht durch Vergleichung mit den Equisetaceen. Er schließt sich also der Karsten'schen, ihm wie es scheint unbekanntem, Meinung an.

Straßburger dagegen meint, daß alle von Hanstein für Marsilea angegebenen Verhältnisse auch auf die Antherozoiden von *Ceratopteris* Anwendung finden (Petersburg 1868).

In der That setzen die Antherozoiden einer genaueren Beobachtung durch ihre geringe Größe und durch die Schnelligkeit, mit welcher sie nach ihrem Austreten aus den reifen Antheridien in Bewegung übergehen, einige Schwierigkeit entgegen. In den Antheridien selbst läßt sich ihre Entwicklung fast gar nicht beobachten, da die Undurchsichtigkeit des Objectes dieses hindert. Leichter gelangt man zu einem Resultate, wenn man Antherozoiden aus einem Antheridium, kurz vor dessen vollständiger Reife auf dem Objectträger geöffnet, in Beobachtung nimmt. Der Uebergang aus dem ruhenden Zustande zur Bewegung ist hier bedeutend langsamer als gewöhnlich und deshalb leichter zu verfolgen. Prothallien von *Osmunda regalis* eignen sich außerdem vorzüglich zur Untersuchung, weil die Mehrzahl der Antheridien auf dem Stände angeheftet ist und deshalb frei und deutlich dasteht. Man findet gewöhnlich Antheridien in den verschiedensten Entwicklungsstadien und kann leicht ein geeignetes, d. h. ein noch nicht vollständig reifes in Beobachtung nehmen. Die reifen Antheridien öffnen sich bei Einwirkung des Wassers sofort, weniger reife aber bedürfen einer längeren Einwirkung desselben. Es wird eine Art Deckzelle abgehoben und die Antherozoiden treten heraus; einige, die wenigsten, gerathen bald in Bewegung, andere, die Mehrzahl, lassen gar keine weitere Entwicklung wahrnehmen, höchstens ein schwaches Aufquellen, wodurch die Wandungen der Spirale deutlicher werden, und nur ein kleiner Theil läßt seinen Entwicklungsgang, da er denselben sehr langsam durchmacht, deutlicher verfolgen. Diese letzteren eignen sich vorzüglich zu Beobachtungsobjecten.

Bei allen Antherozoiden bemerkt man, daß das Bläschen, aus welchem sich der herrschenden Ansicht nach das frei darin liegende Spiralband herauschraubt, nach der Befreiung von diesem bedeutend anschwillt, indem jedenfalls erst jetzt die Endosmose ihr Spiel beginnt. Es treten aber dabei Erscheinungen ein, welche Zweifel darüber aufkommen lassen, ob die herrschende Ansicht die richtige sei. Ein eigentliches Heraus-schrauben des Fadens kann man trotz des langsamen Entwicklungsganges nie erkennen, im Gegentheil bemerkt man bisweilen, daß der Faden, wenn er zum Theil frei geworden ist, mit dem noch nicht gelösten Theil das Bläschen eingeschnürt umfaßt, und zwar tritt das Bläschen mit der weiteren Entwicklung deutlich aus dieser Einschnürung hervor, indem zugleich der Faden sich ablöst, immer aber bleibt dieser mit etwa $\frac{1}{5}$ seiner Länge dem Bläschen angeheftet. Bisweilen gelingt es dem Faden nur sehr schwer,

sich vollständig abzulösen und zeigt dann das Bläschen sehr lange eine Einschnürung nur auf einer Seite.

Zu gleicher Zeit mit dieser Entwicklung der Antherozoiden treten noch andere Erscheinungen ein. Rings um das Antherozoid erscheint ein heller Hof, welcher bei genauerer Betrachtung aus verschiedenen Kreisen zu bestehen scheint, als wenn die schleimig gewordene Zellwand bereits aus verschiedenen Verdichtungsschichten bestünde, die jetzt gelöst werden. Dann erscheinen die Windungen der Spirale deutlicher und lagern diese bei *Osmunda* nicht dicht nebeneinander, sondern sind durch einen Zwischenraum getrennt, indessen könnte dieses auch erst durch Einwirkung des Wassers auf das von der Spirale eingeschlossene Bläschen hervorgebracht werden. Bisweilen löst sich der Faden mit einem Stück ab, aber auch ohne daß ein Zerreißen des Bläschens einträte. Bald nachdem der Faden frei geworden, zeigen sich auch die Wimpern, welche nun noch nicht gestreckt, sondern in der Richtung der Spirale liegen. Mit der Streckung der Wimpern beginnt die Bewegung. Selten bleibt die äußerste Schicht der hier, bei *Osmunda*, gewöhnlich gänzlich Schleim gewordenen der *Erine* übrig, deren spiralig verdickte Innenschicht den Spiralfaden darstellt.

Um die schnelle Entwicklung und Bewegung des Antherozoids zu mindern, wurde versucht, das Wasser, in welchem die beobachteten Prothallien lagen, zu verdicken und wurde hierzu Quittenschleim am passendsten gefunden. Mit seiner Anwendung gelingt es bei passender Concentration leicht, die Entwicklung und Bewegung so zu verlangsamen, daß man dieselbe sehr gut zu verfolgen im Stande ist. Man kann deutlich die Bewegung der Spirale verfolgen, welche nicht immer constant mit der Spitze voran, sondern auch in umgekehrter Bewegung getroffen wird; ferner das Schlagen der Wimpern und damit die Thatsache, daß dieselben eine Verdickung an der Spitze zu haben scheinen, welche, wie Schacht jedenfalls richtig meint, durch die Bewegung verursacht wird. Das Antherozoid erscheint im Schleime auffallend größer und klarer, als im gewöhnlichen Wasser. Das Bläschen mit seinem, bald aus Amylum, bald aus Chlorophyll und anderen Bläschen bestehenden Inhalt, wird vollständig deutlich sichtbar. Die Bewegungen der nicht durch Schleim gehemmten Antherozoiden dauern sehr lange, diese dagegen verlieren viel schneller die Kraft, ein solches Hinderniß zu überwinden; nach nicht zu langer Zeit liegen sie regungslos. Man kann dann deutlich erkennen, daß die Spirale mit etwa $\frac{1}{5}$ ihrer Länge dem Bläschen angeheftet ist, im Ganzen etwa 2 Windungen macht und daß die Bewimperung auf der nicht angehefteten Fläche der Spirale weiter hinunterreicht, als auf der Haftfläche, ein Umstand, durch

welchen sich möglicherweise die Drehung des ganzen Körpers um seine Achse erklären ließe.

Leider gelingt es schwer oder gar nicht, Antherozoiden als Präparate aufzuheben, was für verschiedene Entwicklungsstufen von Wichtigkeit wäre. Bei dem Versuche, solche Entwicklungsstadien aufzubewahren, wurde eine interessante Beobachtung gemacht. Es wurde carbolsaures Natron angewendet ($2\frac{1}{2}:1000$). Beim Zusatz desselben zu dem im Wasser liegenden Präparat wurde, wenn derselbe nicht zu gering war, der Spiralfaden sofort unsichtbar, Blase und Wimpern blieben sichtbar und wurden womöglich noch klarer, die Bewegung des Antherozoids hatte aufgehört, während die Wimpern noch lange fortführen zu schlagen. Nach einiger Zeit zeigte sich an der ganzen Masse eine Bewegung, von der Auflösung des Fadens herrührend; die Wimpern hörten auf zu schwingen und schließlich, aber erst nach sehr langer Zeit, wurde die Blase durch Einwirkung des Reagenzes aufgelöst, dagegen erlitt sie bei geringem Zusatz des Reagenzes keine Veränderung.

Dieses Verhalten der Antherozoiden ist nicht geeignet, die Ansichten der genannten Autoren, mit Ausnahme von Karsten, zu unterstützen, wohl aber kann man sich mit Einfachheit den ganzen Vorgang erklären, wenn man die Spirale als Verdichtungsschicht der Exine auffaßt, das Bläschen dagegen als Intine. Die äußere Schicht der Exine geht in Schleim über, welcher sich bei völliger Reife im Wasser löst, weshalb kaum ein Rest derselben zurückbleibt; nur ausnahmsweise war hier, bei nicht ganz reifen Antherozoiden von *Osmunda*, die äußerste Schicht der Exine nicht schleimig, während nach Hanstein's Beobachtung der *Marsilea* dieses dort Regel zu sein scheint. Das streifige Aufquellen dieser schleimig gewordenen Exine spricht gleichfalls für das Vorhandensein verschiedener Verdichtungsschichten derselben, da man beim Ablösen des Fadens ein Zerreißen oder Bersten der Intine niemals bemerkt, so spricht dieses sowohl als der Umstand, daß man bisweilen das Bläschen, wie oben beschrieben, eingeschnürt findet, dafür, daß der Faden außerhalb und nicht innerhalb des Bläschens lagert. Die Wirkung des carbolsauren Natrons auf das Antherozoid spricht dafür, daß das Ganze durchaus kein einzelliges Organ, wie Schacht annimmt, sein kann, sondern es ist aus verschiedenen Zellen zusammengesetzt. Das Verhalten des Spiralfadens, welcher durch das Reagenz sofort afficirt wird, während die Wimpern noch gar nicht ihre Lebensthätigkeit eingestellt haben, zeigt, daß Wimpern und Spirale nicht in directem Zusammenhang stehen, erstere also nicht etwa als Ausstülpungen der Spirale zu betrachten sind. Wir müssen überhaupt die Lebensthätigkeit, welche sich in der Bewegung äußert, nicht mit Hanstein in der Spirale, sondern in den Wimpern suchen. „Jede Wimper des

Flimmerepithelium der Baucherens-Schwärmsporen, sowie jede Wimper der Antherozoidenzellen und Spiralfäden ist ein haarförmig ausgewachsenes Bläschen, welches höchst wahrscheinlich durch große Imbibitionsfähigkeit seiner ungleichförmig verdickten Wandungen und durch großes Diffusionsbestreben seines Inhaltes mit Wasser die bis zu seiner völligen Verflüssigung einige Zeit andauernden Schwingungen erleidet, welche den Körper fortbewegen, an dem sie haften. Nur die Unkenntniß mit der Entwicklungsgeschichte dieser Zellen kann die Ansicht aufkommen lassen, die Wimpern seien unmittelbare Auswüchse des Primordialschlauches.“ (Karsten, Parthenogenese.) Da die zarte Blase (die Intine) gleichfalls schwer von dem Reagenz angegriffen wird und intact bleibt, während der Spiralfaden, wie es scheint, aufgelöst wird: so müssen wir darin einen neuen Grund gegen die Annahme sehen, daß Spirale und Blase eine continuirliche Zelle ausmachen. Jedenfalls ist obige Erklärung der Entstehung der Spirale als innere Verdichtungsschicht der Außenzelle (Primine) des Antherozoids, nach Analogie aller übrigen Spiralfaserbildungen im Pflanzenreiche, die einfachste und zugleich diejenige, welche mit allen beobachteten Erscheinungen vollständig im Einklang steht.

Xylaria Fuckelii Nke. Pyr. I. p. 7.

Eine von Fuckel gesammelte sterile *Xylaria*, auf den Früchten von *Carpinus* gewachsen, schien dem Herrn Professor Mitschke so viel habituelle Aehnlichkeit mit der *Xylaria Oxyacanthae* Tul. (Carp. II. p. 15 T. XIII. 1—10) zu haben, daß er, auch von der Gleichheit des inneren Baues überzeugt, beide für identisch hielt und sie mit obigem neuen Namen belegte. Ich beobachtete diese *Xylaria* bereits seit Jahren und sammelte sie voriges Jahr am 10. August endlich auch mit völlig reifen Pyrenien (also keineswegs bloß steril, wie Herr Professor N. in der *Hedwigia* S. 84 über mich zu berichten beliebt), und bin deshalb im Stande zu beurtheilen, ob die obige Conjectur auf Wahrheit beruhe, oder nicht.

Ich sah Hunderte von sterilen Exemplaren, aber darunter nicht eines, welches getheilt war, wie Tulasne seine *X. Oxyacanthae* abbildet und ausdrücklich hervorhebt: „alii contra et ii forsan prioribus frequentiores, compressi, bifidi aut multipartiti et palmato-digitati fiunt,“ sondern ich sah stets nur einfach pfriemliche Exemplare. Den schwarzvioletten Filz, welchem die Keulen der *X. Oxyacanthae* entspringen sollen, sah ich auch nicht, wohl aber hier und da einen erdbraunen. Was aber am meisten gegen die Vereinigung beider Arten spricht, ist der Umstand, daß Tulasne von seiner Art sagt: „Thecae angustissime

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1868

Band/Volume: [7_1868](#)

Autor(en)/Author(s): Gäbel E.

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntniß der Spermatozoiden 129-135](#)