

48. Douglas H. Campbell: Einige Notizen über die Keimung von *Marsilia aegyptiaca*.

(Mit Tafel XVII.)

Eingegangen am 6. Oktober 1888.

Wie schon lange bekannt, erfolgt die Keimung der verschiedenen Arten der Gattung *Marsilia* ausserordentlich rasch, auch wenn die Früchte Jahre lang trocken aufbewahrt wurden. *Marsilia aegyptiaca* macht hiervon keine Ausnahme. Sporen dieser Art, die vor 6 Jahren, in einigen Fällen sogar solche, welche vor doppelt so langer Zeit gesammelt waren, keimten sogleich, und nach Ablauf von etwa 12 Stunden waren bei einer Temperatur von ungefähr 25° C. die Geschlechtsorgane vollständig entwickelt.

Das Material, welches ich für meine Untersuchungen verwenden konnte, war zum Theil von Herrn Professor ASCHERSON, zum Theil von Herrn Professor SCHWEINFURTH in Aegypten gesammelt worden. Es wurde mir aus dem botanischen Museum in Berlin zur Verfügung gestellt.

Die Pflanzen der *M. aegyptiaca* und deren Früchte (Fig. 1) sind zwar klein; doch besitzen sie verhältnissmässig grosse Sporen.

Um die Sporen rasch zur Keimung zu bringen, ist es nöthig, die Früchte künstlich zu öffnen. Ist auf solche Weise dem Wasser der Zutritt gestattet, so fängt die Gallertmasse zu quellen an. Die Sori, deren Zahl selten mehr als sechs beträgt, werden dadurch hervorgeschoben.

Keimung der Mikrospore und Entwicklung des männlichen Prothalliums.

Wegen der Undurchsichtigkeit des Epi- und Exosporiums war es unbedingt nöthig, das junge Prothallium von diesen zu befreien. Das einzige Mittel, wodurch dieses erreicht wurde, war Behandlung mit Kalilauge. Leider hat dieses Reagens den grossen Nachtheil, dass die jungen Membranen dadurch sehr undeutlich werden. In Folge dessen liess sich die Entstehung der ersten Wände im jungen Prothallium nicht mit Sicherheit feststellen.

Nach HANSTEIN¹⁾ soll der Inhalt der Mikrospore von *Marsilia* ohne

1) Jahrb. für w. Bot. IV., pag. 197 ff., Taf. 10–14.

Weiteres in 32 Primordialzellen, die Spermatozoid-Mutterzellen, zerfallen. Später gab SADEBECK ¹⁾ das Vorhandensein einer vegetativen Zelle und zweier Antheridien-Zellen an. Meine Untersuchungen haben ergeben, dass wir es mit einem Antheridium zu thun haben, welches eine auffallende Aehnlichkeit mit dem gewisser Farne, besonders der Polypodiaceen, besitzt. Einen ähnlichen Bau habe ich auch für *Pilularia globulifera* festgestellt.

Die ungekeimte, von den äusseren Hüllen befreite Spore (Fig. 2) ist beinahe kugelrund und zum grossen Theile mit Stärke erfüllt. In der Mitte liegt ein grosser Zellkern. Mit dem Beginn der Keimung nimmt die Stärke schnell an Masse ab, und es verschwindet der grösste Theil derselben, bevor das Antheridium seine Reife erreicht hat. Die erste Wand theilt die Spore in zwei Zellen sehr verschiedener Grösse. Die kleinere (Fig. 3 x) bleibt unverändert und stellt den vegetativen Theil des Prothalliums dar. Die grössere wird zur Mutterzelle des Antheridiums und theilt sich wiederholt. Die erste Theilung scheint binnen einer Stunde vollendet zu werden.

Die erste Wand in der Antheridium-Mutterzelle ist etwas convex nach unten gebogen, aber gewöhnlich reicht sie nicht bis zur Basalzelle. Die nächstfolgenden sind schwer zu verfolgen, und es ist mir noch unklar geblieben, ob die erste dieser Wände senkrecht zur letztgebildeten Wand des Antheridiums ist, oder ob, was wahrscheinlicher scheint, zuerst eine glockenförmige Wand, nahezu parallel mit der äusseren Wand der Spore, gebildet wird. Endlich, bevor die Centralzelle sich weiter theilt, wird eine ringförmige Wand gebildet, wodurch die Deckel-Zelle (D) abgeschnitten wird.

Das junge Prothallium hat dieses Stadium (Fig. 3) gewöhnlich nach etwa zwei Stunden erreicht. Es sind jetzt im Antheridium fünf Zellen vorhanden, drei peripherische und zwei innere. Doch sind die letzteren selten vollständig eingeschlossen, insofern, als die oben erwähnte glockenförmige Wand gewöhnlich theilweise gegen das Endosporium zu stossen scheint, wodurch die Centralzellen ein wenig in Berührung mit dem Endosporium gebracht werden.

Aus den inneren Zellen entstehen die Spermatozoid-Mutterzellen. Während die peripherischen Zellen ungetheilt bleiben, zerklüften sich diese in je 16 Zellen. Die Theilungen verlaufen äusserst regelmässig. Jede Hälfte zerfällt durch Wände, welche senkrecht auf der erstgebildeten Wand der Centralzelle stehen, in vier gleiche Quadranten, und jeder Quadrant in vier Zellen ziemlich gleicher Grösse, die sogleich zu Mutterzellen der Spermatozoiden werden. (Figg. 6, 7.) Die Spermatozoiden entwickeln sich in ähnlicher Weise wie bei anderen Leitbündelkryptogamen.

1) SCHENCK's Handbuch der Botanik. I. (1879), p. 189

Die zwei Gruppen der Spermatozoid-Mutterzellen sind oft fast vollständig getrennt, und durch Druck ist es möglich, sie aus dem Antheridium zu befreien. Unter dem Einfluss der Kalilauge quellen die Zellen, und durch solche Behandlung kann man die Wände der einzelnen Zellen leicht deutlich machen (Fig. 7.)

Nachdem die Vollzahl der Zellen erreicht ist, was etwa 7 Stunden in Anspruch nimmt, beginnt die Entwicklung der Spermatozoiden. Zehn bis zwölf Stunden nach der Aussaat der Sporen öffnet sich das Antheridium, und die Spermatozoiden werden frei.

Wie in anderen ähnlichen Fällen färben sich die Mutterzellen der Spermatozoiden sehr intensiv mit Haematoxylin, während die peripherischen Zellen farblos bleiben oder sich nur sehr schwach färben. Von Primordialzellen ist hier keine Rede. Vom Anfang sind die einzelnen Spermatozoid-Mutterzellen durch Wände getrennt, und erst kurz vor dem Austreten aus dem Antheridium werden dieselben durch partielle Resorption der Membranen frei.

Die Spermatozoiden (Fig. 8) besitzen die wohlbekannt kerkzieherartige Gestalt der anderen *Marsilia*-Arten. Der Körper zeigt ungefähr 10 Windungen, die mit sehr zarten Wimpern bekleidet sind. Die hintern Windungen sind viel weiter als die vorderen und umgeben den oberen Theil des grossen Bläschens. Gewöhnlich sind die Windungen sehr eng (Fig. 8b); doch streckt sich der Körper nicht selten in die Länge (Fig. 8c.)

Ist die Wirkung der Kalilauge zu energisch, so platzen die Antheridien, und der Inhalt der Centralzellen wird herausgetrieben. In solchen Fällen wölben sich die peripherischen Zellen stark nach innen hervor und werden dann sehr deutlich (Fig. 5).

Die Makrospore und das weibliche Prothallium.

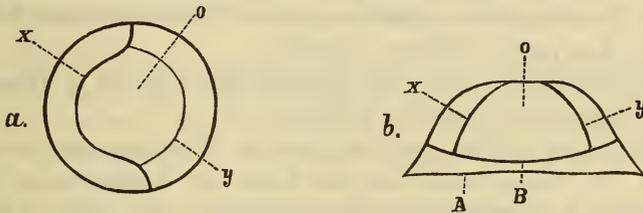
Die Makrosporen sind eiförmig und von einer Gallertschicht umgeben. Um Schnitte zu gewinnen, muss man die Sporen erst härten und einbetten. HANSTEIN¹⁾ behauptete, dass das junge Prothallium aus Primordialzellen zusammengesetzt sei. Behandelt man nach seiner Methode das Prothallium mit Kali, so sieht es aus, als wenn dies wirklich der Fall wäre; wenn aber die Sporen eingebettet werden, und man dünne Schnitte anfertigt, wird es unzweifelhaft, dass hier eben so wenig wie bei dem männlichen Prothallium Primordialzellen vorhanden sind.

Die ungekeimte Spore zeigt im oberen Theile eine Plasmamasse ganz frei von den grossen Stärkekörnern, womit der Haupttheil der Spore erfüllt ist (Fig. 9.). Diese Masse liegt in der Papille am oberen Ende der Spore. Das Plasma ist körnig, aber wie eben gesagt,

1) L. c.

stärkefrei. Ein sehr grosser elliptischer Zellkern liegt in der Mitte. Dieser ist von einer scharf contourirten Membran umgeben; der Inhalt aber zeigt kaum eine Spur Chromatin. Bevor die erste Theilung stattfindet, nimmt das Chromatin zu und wird leicht nachweisbar (Fig. 10). Die erste Theilungswand ist im Laufe von etwa zwei Stunden vollendet und trennt den plasmareichen oberen Theil der Spore von dem stärker erfüllten unteren ab (Fig. 11).

Die zweite Wand (Fig. 13 b) ist nahezu parallel mit der ersten und sondert eine sehr dünne scheibenförmige untere Zelle von einer viel grösseren, oberen ab. In einigen Fällen schien diese Wand etwas trichterförmig zu sein, und die obere Zelle kam hierdurch direct mit der ersten Wand in Berührung (Fig. 12).



Schema der ersten Theilungen im jungen weiblichen Prothallium. *a* Querschnitt, *b* Längsschnitt, *A* erste Wand, *B* zweite Wand, *x y* dritte und vierte Wand, *O* Centralzelle des jungen Archegoniums.

Die obere Zelle wird zunächst in eine grosse Centralzelle und eine einfache Schicht peripherischer Zellen getheilt. Wie dies im Einzelnen geschieht, müssen weitere Untersuchungen lehren. Mit Rücksicht auf *Pilularia*¹⁾, womit *Marsilia* im Uebrigen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt, ist es wahrscheinlich, dass durch zwei stark gekrümmte excentrische Längswände (Holzschnitt *x—y*) eine innere Zelle herausgeschnitten wird.

Diese grosse innere Zelle (*o*) nun theilt sich durch eine transversale Wand in eine obere, kleinere Zelle, welche den Halstheil des Archegoniums bildet, und eine viel grössere Zelle, die zukünftige Eizelle. Die peripherischen Zellen theilen sich wiederholt und nach etwa 6 Stunden (Fig. 13, 14) besteht das Archegonium aus einer äusseren Schicht kleiner Zellen und einer grossen Centralzelle.

Bisher hatte das junge Archegonium sehr wenig an Grösse zu-

1) CAMPBELL. The Development of *Pilularia globulifera*. Annals of Botany. II. 2, 1888.

genommen. Jetzt strecken sich die Zellen, besonders die des oberen Theiles, und die peripherischen Zellen theilen sich weiter durch radiale Wände. Die Urzelle des Halses wird erst durch radiale Wände in vier Zellen zerlegt, wie bei anderen Gefässkryptogamen, und jede dieser noch in zwei mittels Querwände. Die Halszellen wachsen wenig, und der Hals bleibt sehr kurz.

Nur eine einzige Canalzelle (Fig. 16 c) konnte mit Sicherheit nachgewiesen werden, und diese war sehr kurz.

Etwa 12 Stunden nach der Aussaat der Sporen ist das Archegonium fertig gebildet und öffnet sich sogleich. Zahlreiche Spermatozoiden sammeln sich in der Nähe des Halses. Sobald die Befruchtung erfolgt ist, was sehr rasch geschieht, bräunen sich die inneren Wände der Halszellen, die Eizelle umgibt sich mit einer Membran und theilt sich in zwei gleiche Zellen (Fig. 17). Gleichzeitig werden die Zellen der Bauchwandung durch tangentielle Wände in zwei Schichten zerlegt, die den jungen Embryo umgeben.

Dreizehn Stunden nach dem Einlegen der Früchte in Wasser war die erste Theilung des Embryo vollendet.

Die Zellkerne nehmen mit wiederholter Theilung sehr schnell an Grösse ab. In Folge dessen ist der Kern der Eizelle kurz vor der Eröffnung des Archegoniums verhältnissmässig sehr klein. Ehe die Befruchtung stattfindet, wächst er jedoch schnell und vergrössert sich um das Mehrfache.

Als wichtigste Resultate haben sich aus der hier mitgetheilten Untersuchung ergeben:

1. Die Mikrosporen der *Marsilia* entwickeln ein Prothallium, welches zwei Theile besitzt: Eine basale oder vegetative Zelle und ein Antheridium von ähnlichem Bau wie das von *Pilularia* und gewissen Farnen, besonders Polypodiaceen.
2. Das weibliche Prothallium und Archegonium sind denen von *Pilularia* ähnlich, d. h. sie bestehen nicht aus Primordialzellen, sondern es werden bei allen Theilungen Scheidewände gebildet.

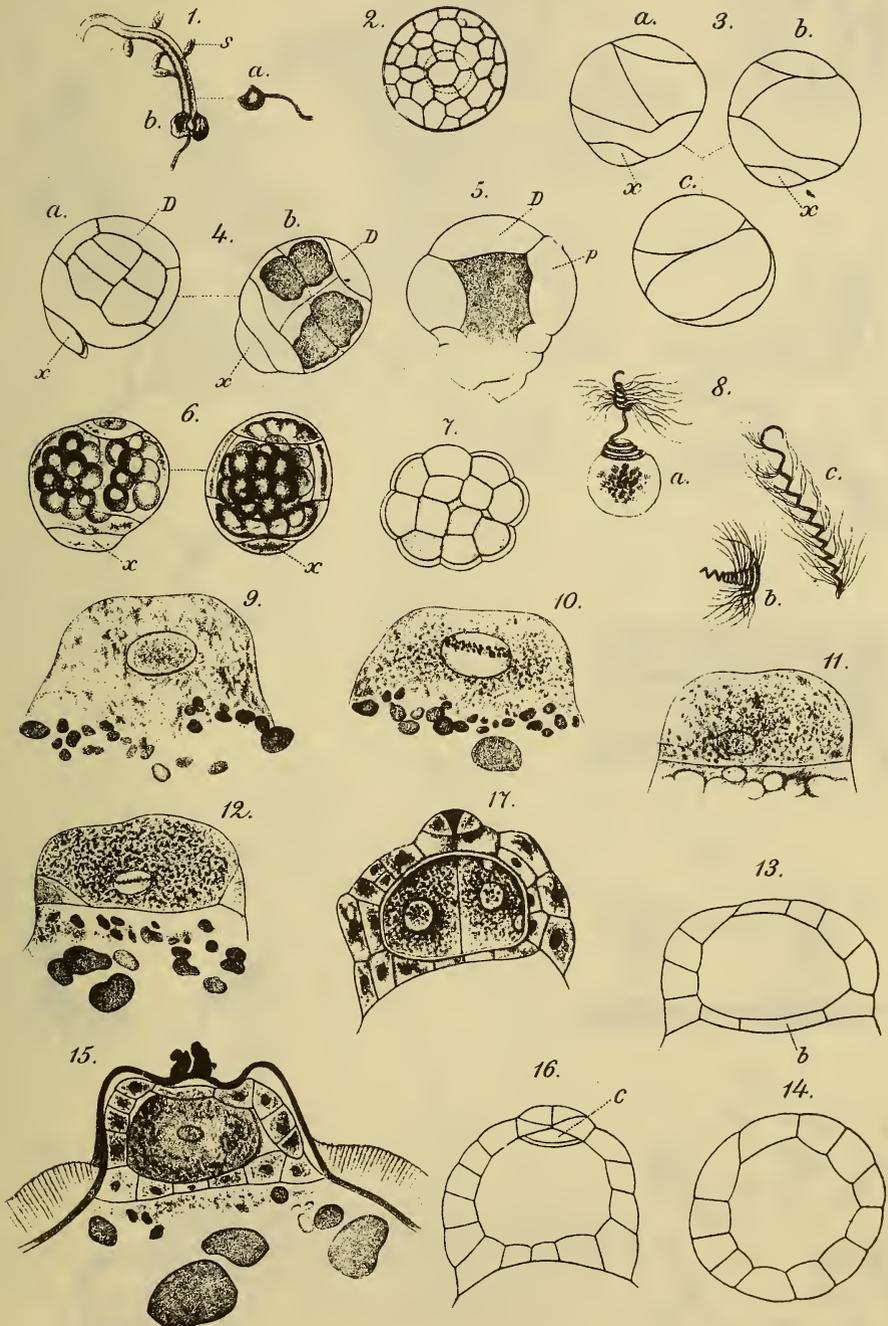
Der Verfasser möchte hier seinen herzlichsten Dank Herrn Professor KNY, in dessen Laboratorium der grösste Theil dieser Untersuchungen ausgeführt wurde, aussprechen.

Detroit, Vereinigte Staaten, N. A. September 1888.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Zwei Früchte der *Marsilia aegyptiaca*: *a*. ungeöffnet; *b*. geöffnet und $\frac{1}{2}$ Stunde in Wasser gelegen. *s* ein Sorus. (Nat. Gr.)
- Fig. 2. Eine Mikrospore vom Episporium und Exosporium befreit. (Vergr. 300.)
- Fig. 3. Drei Ansichten einer Mikrospore, $1\frac{3}{4}$ Stunden nach der Aussaat. *a*, *b* von der Seite, *c* von oben gesehen. (Vergr. 300.)
- Fig. 4. Zwei Ansichten einer Mikrospore, $3\frac{3}{4}$ Stunden nach der Aussaat. (Vergr. 300.)
- Fig. 5. Eine ähnliche Mikrospore. Durch die Wirkung der Kalilauge ist der Inhalt der Centralzellen herausgepresst, und die peripherischen Zellen haben sich nach innen gewölbt. (Vergr. 300.)
- Fig. 6. Zwei Ansichten eines fast reifen Antheridiums, 9 Stunden nach der Aussaat. (Vergr. 300.)
- Fig. 7. Eine Gruppe der Spermatozoid-Mutterzellen: 7 Stunden nach der Aussaat, vom Antheridium befreit und durch die Wirkung des Kali gequollen. Sämmtliche Präparate waren mit Kalilauge behandelt, mit Haematoxylin tingirt und in verdünntes Glycerin eingelegt. *x* Basalzelle, *d* Deckelzelle.
- Fig. 8. Spermatozoiden mit Ueberosmium-Säure behandelt. (LEITZ $\frac{1}{16}$ Oel-Immersion.)
- Fig. 9—16. Successive Stadien der Entwicklung des weiblichen Prothalliums und des Archegoniums. Fig. 9 1 Stunde, Fig. 10 $1\frac{1}{2}$ Stunden, Fig. 12 2 Stunden, Fig. 13 6 Stunden, Fig. 16 12 Stunden nach der Aussaat. Fig. 15 zeigt ein Archegonium nach etwa 6 Stunden in situ. Fig. 14 Querschnitt eines Archegoniums nach 6 Stunden. *c* Canalzelle.
- Fig. 17. Archegonium, 18 Stunden nach der Aussaat. Die erste Theilung des Embryo ist schon vollendet, und die Zellen der Bauchwandung sind auch getheilt.

Sämmtliche Präparate des Archegoniums waren mit Alkohol gehärtet und in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden mit Gentianaviolett gefärbt und in Canada-Balsam eingelegt.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Campbell Douglas H.

Artikel/Article: [Einige Notizen über die Keimung von Marsilia aegyptiaca.
340-345](#)