

Mitteilungen.

35. J. Modilewski: Zur Embryobildung von einigen Onagraceen.

(Mit Tafel XIII.) □

(Eingegangen am 11. Juni 1909.)

Die Zahl der Pflanzen, bei welchen die Entwicklung des Embryosackes von der typischen in einer oder in anderer Beziehung abweicht, wächst ständig. Dahin gehören einige, wahrscheinlich aber mehrere der Onagraceen. GEERTS hat in seiner Arbeit (Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera Lamarckiana*) auf solche Abweichungen in der Embryobildung von *Oenothera Lamarckiana* hingewiesen. Ich möchte in meiner Mitteilung darauf hinweisen, daß dieselben Abweichungen auch einige andere Arten von Onagraceen aufweisen. Ich habe *Epilobium angustifolium*, *Epilobium Dodonaei*, *Oenothera biennis* und *Circaea lutetiana* untersucht. Alle diese Arten weisen eine identische Entwicklung auf; ich werde deshalb eingehender nur *Epilobium angustifolium*, als das geeignetste Untersuchungsobjekt schildern. Die anderen Arten will ich nur insofern besprechen, soweit es zum Beweis ihrer gleichartigen Entwicklung nötig ist. Das Material wurde teilweise von mir gesammelt, teilweise aber wurde ich mit demselben von Herrn BORDZILOWSKI versehen, wofür ich ihm verbindlichsten Dank an dieser Stelle ausspreche.

Die mehrzähligen Samenanlagen des vierfächerigen Fruchtknotens von *Epilobium angustifolium* sind gewöhnlich von demselben Alter. Die Untersuchung wird begünstigt durch Abwesenheit von sterilen Samenanlagen, was bei *Oenothera biennis* nicht der Fall ist. Diese meine Beobachtung stellt eine cytologische Bestätigung der experimentellen Untersuchungen über die Sterilität von GEERTS dar.

Die Embryosackmutterzelle der jungen Samenanlage teilt sich in zwei Tochterzellen und die letzteren in vier Enkelzellen (Fig. 1). Die Tetrade liegt tief in dem Nucellus, zufolge einer mehrfachen Teilung der primären Schichtzelle des Nucellusscheitels. Die oberste aus den vier ganz gleich ausgebildeten Enkelzellen der Tetrade

fängt an sich zu verlängern und verdrängt die drei unteren (Fig. 2). Die Kernreste der Enkelzellen bleiben sichtbar bis zum Moment der Entwicklung des Embryos und des Endosperms, anfangs als drei gefärbte Flecke, schließlich aber als ein dünner Streifen.

Nach der ersten Kernteilung in dem jungen Embryosacke bleiben die ersten zwei Kerne nebeneinander liegen, gewöhnlich im oberen Teile des Embryosackes, nicht selten aber auch fast in der Mitte des letzteren (Fig. 3). Sie wandern nicht nach den beiden Polen des Embryosacks. Auf die erste Kernteilung folgt die zweite. Die vier neu entstandenen Kerne bleiben auch nebeneinander im oberen Teile des Embryosacks, später aber wandert einer von den letzteren nach der Mitte des Embryosacks, während die drei oberen Kerne den Ursprung für die beiden Synergiden und für die Eizelle geben (Fig. 4). Der Eiapparat ist typisch ausgebildet. Wie die Entwicklungsgeschichte des Embryosacks lehrt, entstehen also im unteren Teile des Embryosacks von Anfang an keine Kerne, da die untere Kerntetrade gänzlich fehlt (Fig. 5—7). Für *Epilobium angustifolium* habe ich keine Ausnahmefälle von diesem Schema beobachtet, obgleich ich mehrere hunderte von Samenanlagen in dieser Hinsicht untersucht habe. Für *Oenothera biennis* konnte ich jedoch einigemal eine größere Zahl von Kernen im jungen Embryosacke konstatieren, doch die Fälle waren so selten, daß ich diese Tatsachen näher zu studieren bis jetzt keine Gelegenheit hatte. Der reife Embryosack besteht also aus dem Eiapparat und aus dem oberen einzigen Polkern.

Der Pollenschlauch gelangt zu der Reifezeit des Embryosacks durch die Mikropyle in den Nucellusscheitel. Der Pollenschlauch ist außerordentlich dick und mächtig. In dem Nucellusgewebe verdrängt er alle auf seinem Wege liegenden Zellen. Nur deren Kernreste bleiben an den beiden Seiten des Pollenschlauches sichtbar. Der Pollenschlauch dringt sehr rasch in den Nucellus hinein. Deshalb ist es mir nur zweimal gelungen, die generativen männlichen Kerne in dem Pollenschlauche zu beobachten (Fig. 8). Der vegetative Kern befindet sich am vorderen Ende des Pollenschlauches und ist im Zerfall begriffen. Die beiden generativen männlichen Kerne, welche ihm nachfolgen, stellen kleine rundlich-ovale, dunkel gefärbte Gebilde dar und sind unverhältnismäßig klein im Vergleich mit dem Durchschnitte des Pollenschlauches. Der letztere vernichtet bei der Entleerung seines Inhaltes in den Embryosack eine Synergide, während die andere gewöhnlich unverletzt bleibt. Eine doppelte Befruchtung deutlich zu beobachten, ist mir nicht gelungen, doch indirekte Beweise dafür waren nicht

selten. Man muß dabei bemerken, daß das Verschmelzen des einzigen Polkerns mit dem Spermakerne sehr rasch erfolgt; deshalb mußte ich mich mit indirekten Beweisen dafür begnügen. Bis zur Befruchtung ist der Polkern rund und besitzt stets nur einen Nucleolus (Fig. 5—8). Nach der Befruchtung ist er stets oval und zeigt zwei Nucleolen, von welchen einer viel kleiner ist und nicht selten an der Kernmembran liegt (Fig. 9, 10a). Ich glaube aus den studierten Präparaten schließen zu können, daß der kleinere Nucleolus, welcher vermutlich den veränderten Spermakern darstellt, dem größeren sich nähert und mit ihm verschmilzt, wodurch die verlängerte Form des Nucleolus bedingt wird (Fig. 10, 11). Nachdem der erste Endospermkern auf solche Weise entstanden ist, macht er, bevor er sich in zwei Endospermkerne teilt, eine Ruhepause durch. Die Ursache dieser Ruheperiode ist vielleicht darin zu suchen, daß dieser Kern durch Verschmelzung nur von zwei Kernen entstanden ist. In den Pflanzen mit dem normalen Embryosacke führt die Verschmelzung von drei Kernen zu einer raschen Teilung des ersten Endospermkerns. Die Verschmelzung des Kerns der Eizelle mit dem Spermakern erfolgt nach der Befruchtung des Polkerns. Man findet sogar einigemal die zwei ersten Endospermkerne im Embryosacke im fertigen Zustande, während in der Eizelle beide Kerne noch nebeneinander lagern (Fig. 12). Ein solches Bild kommt sehr oft zum Vorschein. Dies weist auch auf eine Ruhepause in der Eizelle vor der Befruchtung hin, welche gewöhnlich vor der Befruchtung bei anderen Pflanzen nicht stattfindet. Während dieser Ruhepause nimmt der Spermakern in der Eizelle eine runde Form an und weist außer den kleinen Chromatinkörnern einen ziemlich kleinen Nucleolus auf (Fig. 9, 12). Die Verschmelzung der beiden Kerne zu beobachten, ist mir nicht gelungen; doch in einem Falle war der Kern der Eizelle mit zwei Nucleolen von verschiedener Größe versehen, während der erste Endospermkern in diesem Embryosacke seine typische Gestalt nach der Befruchtung angenommen hat (Fig. 11). Die Befruchtung bei *Epilobium angustifolium*, wie es auch bei einigen anderen Pflanzen vorkommt, wird von Nebenerscheinungen begleitet. Gleich nach der Befruchtung sieht man stets einen dunklen Körper von unregelmäßiger Gestalt. Es ist am wahrscheinlichsten der vegetative Kern des Pollenschlauches, welcher mit den beiden Spermakernen zusammen in den Embryosack gelangt. Seine Stelle ist immer neben der Eizelle, aber oft an der unteren Abrundung der letzteren (Fig. 9, 12). Es entstehen während der Befruchtung noch andere Körperchen; sehr oft sieht man davon sogar vier, welche neben

der Eizelle kettenartig lagern. Ihre Entstehung näher zu verfolgen, war sehr schwer. Im wachsenden Pollenschlauche, wie im noch unbefruchteten Embryosacke sind keine diesen Körperchen ähnliche Elemente vorhanden. Wahrscheinlich sind es Nebenprodukte, welche als Reste des Pollenschlauches und der zugrunde gehenden Synergidie entstehen. Doch ein gewisses Interesse stellen diese Erscheinungen deswegen dar, weil sie eine Regelmäßigkeit in ihrer Ausbildung aufweisen.

Das Endosperm wird nicht sehr stark entwickelt. Die Kerne lagern zerstreut im Embryosacke, etwas dichter an dem Embryo und in dem antipodialen Teile des Embryosacks, wo auch etwas mehr Plasma vorhanden ist. Die ersten zwei Endospermkerne haben noch je zwei Nucleolen (Fig. 12); die folgenden sind wieder rund und besitzen schon einen Nucleolus (Fig. 13, 14).

Der Embryo entsteht durch eine gewöhnliche Teilung der Eizelle. Die obere Zelle des zweizelligen Embryos vergrößert sich und nimmt eine faßartige Gestalt an; sie ist plasmaarm. Ihr Kern liegt an der unteren Grenze der Zelle. Dagegen von außen ist diese Zelle von dichtem Plasma umgeben. Es sind Anpassungen zur Ernährung des Embryos (Fig. 13, 14).

Die Embryobildung von *Oenothera biennis*, *Epilobium Dodonaei*, *Circaea lutetiana* ist derjenigen von *Epilobium angustifolium* gleich (Fig. 4, 6, 7, 14).

Einmal wurde bei *Epilobium angustifolium* eine Anomalie beobachtet. In der Mitte eines Embryosacks, der seiner Größe nach schon befruchtet sein sollte, lagerten vier große runde Kerne, jeder mit einem Nucleolus ausgestattet. Im oberen Teile des Embryosacks war kein Eiapparat vorhanden. Es waren überhaupt außer den vier erwähnten Kernen keine anderen vorhanden. In den oberen Teil des Embryosacks ist ein Pollenschlauch eingedrungen. Er ist wahrscheinlich geschlossen geblieben und hat dabei eine ovale Gestalt angenommen. Im unteren Teile des Pollenschlauches sind zwei Spermakerne beobachtet worden, welche jedoch wegen ihrer Untätigkeit die Gestalt von runden, dunkel gefärbten Nucleolen angenommen haben. Etwas höher lagerte im Pollenschlauche der vegetative Kern (Fig. 15). Wir beobachten hier also die Abwesenheit einer Herausbildung des Eiapparates aus den vier Kernen und als Folge davon die Hilflosigkeit der Spermakerne, oder vielleicht sogar des Pollenschlauches. Wir sehen also, daß auch in diesem anormalen Falle *Epilobium angustifolium* seinem Typus treu geblieben ist, da nur vier Kerne sich herausbildeten. Die anderen Samenanlagen mit ihren Embryosäcken in demselben

Fruchtknoten, wo diese Anomalie bemerkt wurde, waren alle normal und zeigten reife und befruchtete Embryosäcke. Weiter wurde die Entwicklungsgeschichte von *Epilobium angustifolium* nicht verfolgt.

Wir sehen also, daß die besprochenen Arten sich verhalten wie die von GEERTS beschriebene *Oenothera Lamarckiana* und daß wir es also hier mit einem typischen Merkmal, wahrscheinlich einer ganzen Familie zu tun haben. Von der Entwicklungsgeschichte der *Cypripedium*-Arten, bei welchen auch nur vier Kerne im Embryosack entstehen, weichen die Onagraceen nur in dem Befruchtungsmodus ab, da bei den ersteren in der Ausbildung des ersten Endospermkerns außer dem Spermakern und dem Polkern auch ein Synergidenkern Anteil nimmt. Außerdem ist auch ein Unterschied in der Tetradenteilung; bei *Cypripedium* ist sie vereinfacht, während bei den Onagraceen eine volle Tetrade entsteht. Zum Studium der Chromosomenverhältnisse war das Material nicht besonders geeignet und es ist überhaupt wegen der kleinen Dimensionen der Kerne keine leichte Aufgabe, diese Verhältnisse aufzuklären.

Die Arbeit wurde im Laboratorium von Prof. S. NAWASCHIN ausgeführt, welchem ich auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank für die freundliche Unterstützung aussprechen möchte.

Zusammenfassung.

1. Die Embryosackmutterzelle teilt sich in vier Tochterzellen.
2. Die obere Tochterzelle entwickelt sich zum Embryosack.
3. Der primäre Kern des Embryosacks durch zwei aufeinander folgende Teilungen bildet eine Kerntetrade im oberen Teile des Embryosacks.
4. Aus den vier Kernen entstehen zwei Synergiden, eine Eizelle und ein Polkern, der andere, wie die Antipoden fehlen gänzlich.
5. Nach der Befruchtung (am wahrscheinlichsten doppelten) entwickelt sich der Embryo und das Endosperm in gewöhnlicher Weise.

Literatur.

- LULA PACE, Fertilization in *Cypripedium*. Botanic. Gaz. 1907. V. 44.
 J. M. GEERTS, Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera Lamarckiana*. Rec. des Trav. Bot. Neerl. V. V.
-

Figuren-Erklärung zu Tafel XIII.

- E. — Eizelle; En. — Endospermkern; P. — Polkern; S. — Synergide; Sp. — männlicher generativer Kern; v. — vegetativer Kern des Pollenschlauches.
- Fig. 1. *Epilobium angustifolium*. Zellentetrade.
- Fig. 2. *Epil. ang.* Junger Embryosack mit den drei degenerierenden Schwesterzellen.
- Fig. 3. *Epil. ang.* Zweikerniger Embryosack.
- Fig. 4. *Oenothera biennis*. Vierkerniger Embryosack.
- Fig. 5. *Epil. ang.* Reifer Embryosack.
- Fig. 6. *Oen. bienn.* Reifer Embryosack.
- Fig. 7. *Circaea lutetiana*. Reifer Embryosack.
- Fig. 8. *Epilobium ang.* Pollenschlauch mit dem vegetativen Kern und mit beiden männlichen generativen Kernen. Unten der reife Embryosack.
- Fig. 9. *Epil. ang.* Befruchtung.
- Fig. 10. *Epil. ang.* a) Junger Endospermkern mit zwei Nucleolen. b) Älterer Endospermkern mit einem Nucleolus. c) Teilung des ersten Endospermkerns.
- Fig. 11. Embryosack nach der Befruchtung. Eizelle mit zwei Nucleolen und dem ersten Endospermkern. (*Epil. ang.*)
- Fig. 12. *Epil. ang.* Embryosack mit zwei ersten Endospermkernen. Die Eizelle mit zwei Kernen.
- Fig. 13. *Epil. ang.* Zweizelliger Embryo.
- Fig. 14. *Oen. bienn.* Mehrzelliger Embryo.
- Fig. 15. Anormaler Fall der Entwicklung des Embryosacks. K. — die vier Kerne des letzteren. (*Epil. angust.*)

36. F. Brand: Über die morphologischen Verhältnisse der Cladophora-Basis.

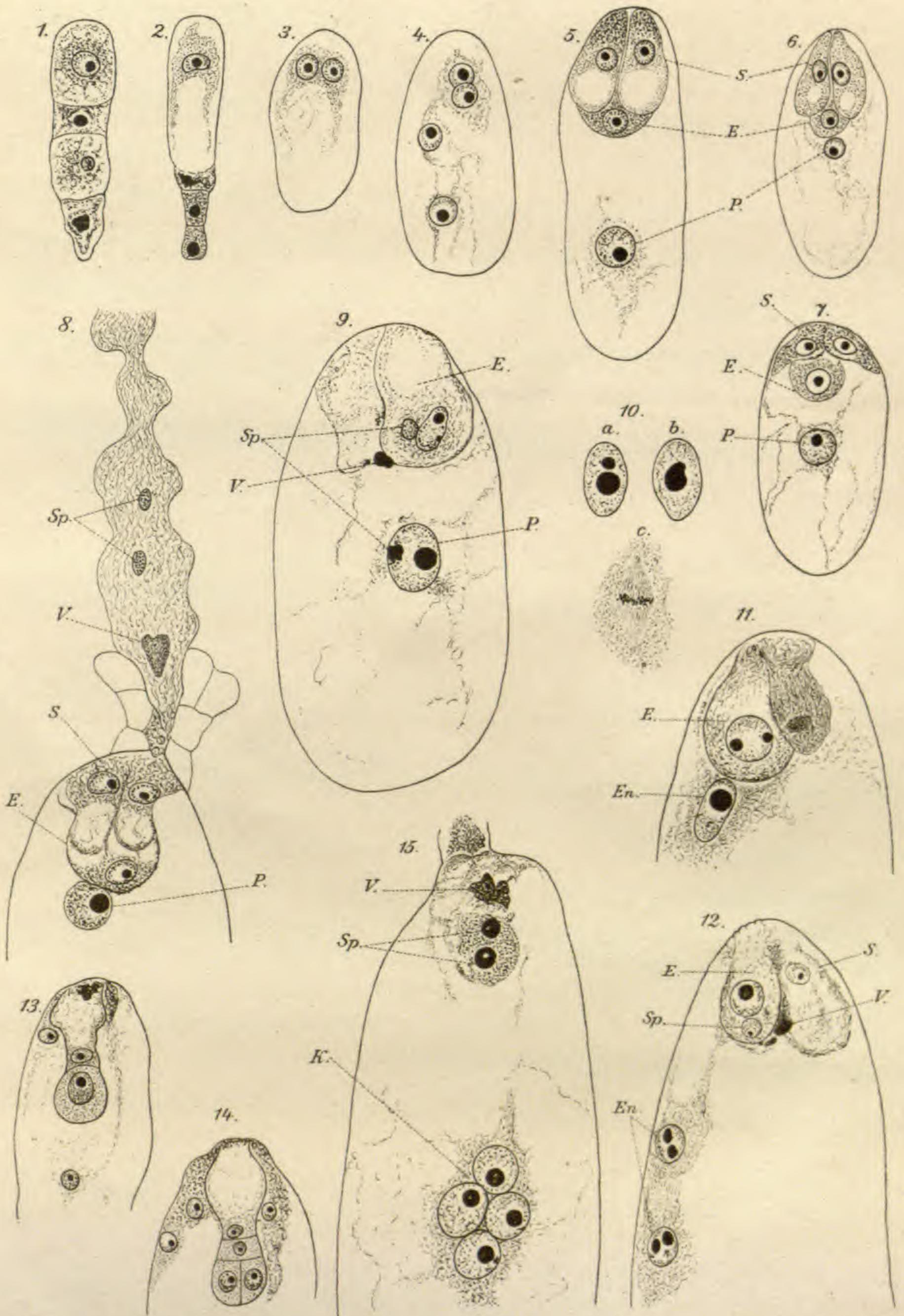
(Eingegangen den 17. Juni 1909.)

(Mit einer Abbildung im Texte.)

Unter Basis verstehe ich hier das unterste Stück des Hauptfadens samt dem basalen Haftapparate.

Die Gesamtheit des letzteren bezeichnet GAY¹⁾ als rhizome und beabsichtigt damit nicht etwa die Andeutung einer Analogie mit den Rhizomen der Gefäßpflanzen, sondern, wie aus dem Texte klar hervorgeht, lediglich eine freie Übersetzung von WITTROCKS „rhizoid part“ im Gegensatze zu dem vegetativen „cauloid part“.

1) GAY, F., Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes. Paris 1901. p. 16 u. f. Diese Dissertation findet sich wie in der Münchener, so wohl auch in den übrigen Universitätsbibliotheken.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Modilewski(y) Jakob

Artikel/Article: [Zur Embryobildung von einigen Onagraceen. 287-292](#)