Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 96 (1913)

Artikel: Zur Kenntnis von Parthenogenesis und Apogamie bei Angiospermen

Autor: Ernst, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90276

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Kenntnis von Parthenogenesis und Apogamie bei Angiospermen

von

A. Ernst

Embryo-und Endospermbildung ohne vorausgehende Befruchtung sind, wie die Untersuchungen der letzten 20 Jahre gezeigt haben, bei den Angiospermen unerwartet verbreitet. Sie gehen einher mit anderen Abweichungen in den Fortpflanzungsvorgängen. Von solchen sind besonders häufig das Zurücktreten oder völlige Verschwinden männlicher Individuen bei diöcischen Pflanzen, die Verkümmerung der Antheren in Zwitterblüten und in den männlichen Blüten von monöcischen Pflanzen, schlechte Ausbildung des Pollens und Unfähigkeit desselben zur Keimung. Die Unregelmässigkeiten in der Entwicklung von Fruchtknoten und Samenanlagen beschränken sich in der Regel auf das abweichende Verhalten der Embryosackmutterzellen. Die Tetradenteilung ist verkürzt oder fällt ganz aus; bei der Teilung ihres Kerns unterbleibt in der Regel die Chromosomenreduktion. Dagegen findet die der Embryo-und Endospermbildung vorausgehende Entwicklung des Embryosackes bis zum achtkernigen Stadium nach dem gewöhnlichen Schema der Angiospermen statt.

Der Embryo selbst geht aus der unbefruchteten Eizelle oder einer anderen Zelle des Embryosackes hervor, so viel bis jetzt bekannt geworden ist, aber stets aus einer Zelle mit somatischer Chromosomenzahl. Beispiele von *generativer Parthenogenesis* und *generativer Apogamie,* d. h. Embryobildung aus einer Embryosackzelle mit reduzierter Chromosomenzahl, sind bei Angiospermen noch nicht bekannt geworden.

Besonders häufig hat sich bis jetzt somatische Parthenogenesis gezeigt. Um nur die bekanntesten Beispiele zu erwäh-

nen, sei an *Antennaria*, *Alchemilla*, *Thalictrum*, *Wikstrœmia*, *Ficus*, *Elatostema*, *Hieracium*, *Taraxacum*, *Burmannia* etc. erinnert[1]. In all diesen Fällen erfolgt auch die *Endospermbildung* ohne Mitwirkung eines Spermakerns. Sie geht, wie auch bei den befruchtungsbedürftigen Angiospermen meistens der Fall ist, der Embryobildung voraus und wird durch den Verschmelzungsprozess der beiden Polkerne eingeleitet. Nur *Antennaria alpina* macht hievon eine Ausnahme. Die Verschmelzung der Polkerne unterbleibt und die beiden Kerne treten unabhängig von einander in Teilung.

Fälle *somatischer Apogamie* sind viel seltener als somatische Parthenogenesis und treten wohl immer nur in Verbindung mit dieser auf. Ihre Seltenheit ist leicht begreiflich. Die wenigen Zellen, die ausser der Eizelle im Embryosacke der Angiospermen noch vorhanden sind, sind entweder in Anpassung an besondere Funktionen so einseitig spezialisiert oder dermassen rudimentär, dass sie sich wenig als Ausgangspunkt weiterer Entwicklung eignen. Am geeignetsten zur Weiterentwicklung sind nach der Eizelle offenbar die Synergiden. Bekannt ist wohl, dass bei einer grösseren Anzahl von Angiospermen eine der beiden Synergiden gelegentlich mit der Eizelle befruchtet wird und einen Embryo liefert. Dem entspricht nun auch die z. B. bei *Alchemilla* konstatierte Möglichkeit der Embryobildung aus Synergiden ohne vorausgegangene Befruchtung. In gleichem Sinne zu deuten ist wohl auch der Umstand, dass bei anderen Pflanzen wie *Elatostema* die Zellen am Eipole des Embryosackes sich nur wenig von einander unterscheiden und eine beliebige derselben zum Embryo zu werden scheint. Zwei oder sogar drei Embryonen können auch aus dem Eiapparat von *Burmania cœlestis* gebildet werden, wo ebenfalls nur geringe Unterschiede in der Gestaltung dieser Zellen vorhanden sind.

In einem einzigen Falle, bei *Allium odorum*, ist bis jetzt auch

[1] Vergl. die Literatur bei H. Winkler, Ueber Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Progressus rei bot. 1908. Bd. II, S. 293-454. Ders. Apogamie und Parthenogenesis. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 1913 Bd. IV, S. 265.

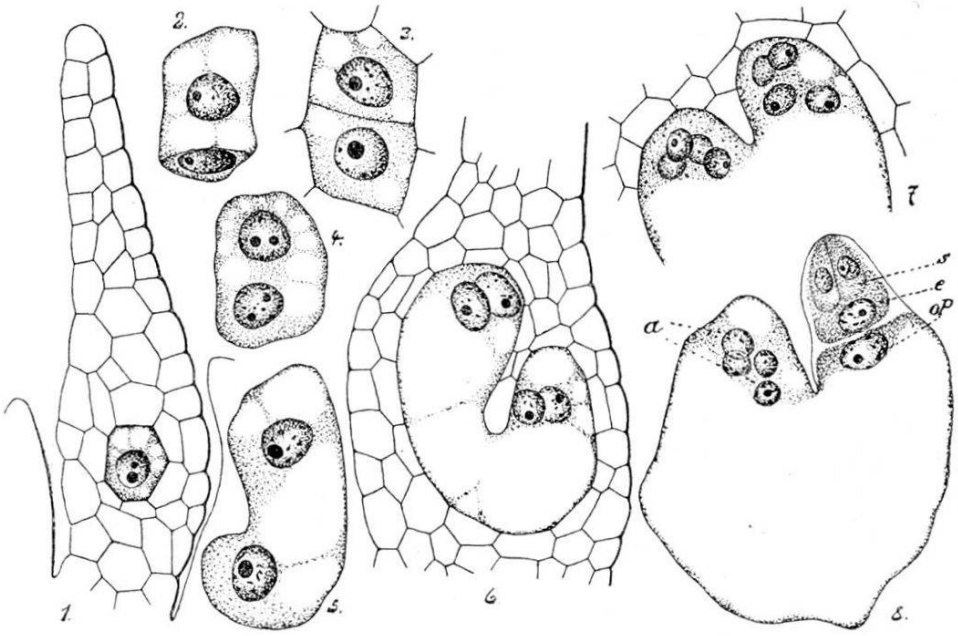
die Bildung eines embryoähnlichen Zellkörpers aus einer Zelle der Antipodengruppe festgestellt worden. Die sich weiter entwickelnde Zelle unterscheidet sich in Form und Grösse von den beiden anderen, nicht entwicklungsfähigen Antipoden wie die Eizelle von den Synergiden. Offenbar liegen bei dieser Pflanze ganz eigenartige, noch nicht völlig übersehbare Verhältnisse vor. Eine Nachuntersuchung, die unter meiner Leitung begonnen wurde, ist leider noch nicht weit über die Ergebnisse *Hegelmaier's* und *Tretjakow's* hinausgekommen und so ist z. B. immer noch nicht festgestellt, inwieweit bei Allium odorum die Embryobildungsvorgänge aus Eizelle und Antipode vom Zustandekommen einer Befruchtung oder von anderen Reizwirkungen der in Fruchtknoten und Samenanlagen leicht nachweisbaren Pollenschläuche abhängig sind. Ebenso ist noch nicht sicher, ob der an der Basis des Embryosackes aus einer Antipode hervorgehende Zellkörper wirklich zu einem keimfähigen Embryo auswächst.

Embryobildung aus Synergiden oder Antipoden führt zu gelegentlicher *Polyembryonie,* da mit der apogamen Embryobildung in der Regel auch eine parthenogenetische Entwicklung der Eizelle einsetzt. Die *habituelle Polyembryonie* allerdings hat, wie nur beiläufig erwähnt sei, ganz anderen Ursprung und kommt dadurch zu Stande, dass nach der Befruchtung Zellen des Nuzellus oder des Integumentes in den Embryosackraum einwachsen und sich gewöhnlich unter Verdrängung des Eiembryos zu Adventivembryonen entwickeln.

Eine weitere Möglichkeit der Entwicklung apogamer Embryonen im Embryosack der Angiospermen ist noch denkbar: ihre Entstehung aus den Polkernen oder deren Entwicklungsprodukt, dem Endosperm. Dieses wird bekanntlich von den einen Botanikern als *sekundäres Prothalliumgewebe,* von anderen als *Nährembryo* aufgefasst. Beide Auffassungen lassen eine Embryobildung aus Zellen dieses Gewebes zu.

Betrachtet man das Endosperm der Angiospermen als vegetatives, nach der Befruchtung entstandenes Prothalliumgewebe, so würde die Entstehung von Embryonen aus seinen Zellen direkt mit der Apogamie der Farne zu vergleichen sein,

bei welchen ja Embryobildung aus vegetativen Prothalliumzellen nicht selten ist. Fasst man das Endosperm als zweiten Embryo auf, dessen Hauptfunktion die Reservestoffspeicherung zu Gunsten des Eiembryos geworden ist, so schliesst auch dies die Entwicklung eines Teils zu einem oder mehreren entwicklungsfähigen Embryonen nicht von vornherein aus. Es würde sich nach dieser Auffassung um einen Vorgang handeln,



Figur 1. — *Embryosackentwicklung bei Balanophora globosa Jungh.* 1. Reduzierte weibliche Blüte mit einer Embryosackmutterzelle. — 2. u. 3. Teilungsstadien der Embryosackmutterzelle. — 4. u. 5. Zweikerniger Embryosack vor und nach Beginn der Aufwärtskrümmung. — 6. u. 7. Vier- und achtkernige Embryosäcke. — 8. Achtkerniger Embryosack nach Differenzierung der Zellen des Eiapparates. *e* Eizelle, *s* Synergiden, *oP* oberer Polkern, *a* die vier freien Kerne am Antipodenende.

welcher etwa mit demjenigen der Bildung eines sog. *Vorkeimträgers*[1] mit einer grösseren Anzahl von Proembryonen, von denen aber nur einer zum entwicklungsfähigen Embryo auswächst, verglichen werden könnte.

Ueber das Vorkommen von apogam aus Endospermzellen hervorgehenden Embryonen liegen sehr bestimmt lautende

[1] Siehe z. B. bei Ernst, A., Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Embryosackes und des Embryos (Polyembryonie) bei Tulipa Gesneriana L. Flora 1901, Bd. 88 und Seefeldner, G., Die Polyembryonie bei Cynanchum vincetoxicum (L.) Pers. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. 121. Abt. 1. 1912.

Angaben vor. Sie stützen sich auf Untersuchungen, die von Treub [1] und Lotsy [2] an *Balanophora elongata Bl.* und *B. globosa Jungh.* ausgeführt worden sind.

Bei den genannten Balanophoraarten liegen nach *Treub* und *Lotsy* ganz eigenartige Verhältnisse vor. Die weiblichen Blüten sind zu archegoniumartigen Organen reduziert, in denen eine Embryosackmutterzelle zur Ausbildung gelangt und sich entweder direkt zum Embryosack entwickelt oder durch eine erste Teilung eine entwicklungsfähige Tochterzelle liefert. Im achtkernigen Embryosack erfolgt nur am Eipol Zellbildung. Später gehen nicht nur die vier Kerne des Antipodenendes, sondern nach der Darstellung *Treub's* auch alle drei Zellen des Eiapparates zu Grunde. Die ganze weitere Entwicklung geht nach *Treub* und *Lotsy* vom oberen Polkern des Sackes aus. *Treub* speziell hat diesem Nachweis viel Gewicht beigelegt und demselben zahlreiche Figuren gewidmet. Durch Teilung des oberen Polkerns wird nach beiden Autoren die Entstehung eines Endospermkörpers eingeleitet und von einer Zelle desselben soll dann später die Mutterzelle des Embryos abgeteilt werden. Dieser liegt also inmitten des Endospermkörpers und schliesst seine Entwicklung schon nach wenigen Kern- und Zellteilungen ab.

Die ganze Darstellung *Treub's* erweckt den Eindruck fast unübertrefflicher Sorgfalt und es hätte bei der hohen Kompetenz *Treub's* in embryologischen Dingen wohl nicht einmal der Bestätigung durch die übereinstimmenden Ergebnisse der Untersuchung *Lotsy's* bedurft, um seinen Angaben vollen Glauben zu sichern. Es ist also sehr wohl begreiflich, dass die interessanten Angaben der beiden Autoren über die Endospermembryonen von Balanophora in fast alle Lehrbücher Aufnahme gefunden haben und in den Diskussionen über die Fortpflanzungsverhältnisse der Angiospermen, speziell in dem berühmten Streit über die phylogenetische Deutung des Endosperms viel zitiert und besprochen worden sind.

[1] *Treub*, M. L'organe femelle et l'apogamie du Balanophora elongata Bl. Ann. Jardin bot. Buitenzorg, 1898. XV, p. 1-25.

[2] *Lotsy*, J. P., Balanophora globosa Jungh., eine wenigstens örtlich verwitwete Pflanze. Ann. Jardin bot. Buitenzorg, 1899. XVI, p. 174-186.

Bei der Untersuchung der Fortpflanzungsvorgänge bei einigen javanischen Saprophyten, speziell bei Cotylanthera, erhielt ich Präparate, die ebenfalls wenigzellige Embryonen inmitten des grosszelligen Endosperms zeigten. Aehnliche Stadien fand *H. Wirz* bei einer unter meiner Leitung ausgeführten Arbeit über eine javanische Sciaphilaart. Wir hofften weitere Beispiele für apogame Embryobildung aus Endosperm gefunden zu haben.

Der weitere Fortgang der Untersuchungen zeigte aber, dass in jüngeren Stadien die beobachteten kugeligen oder keulenförmigen Embryokörper mit einem fadenförmigen Suspensor bis an die Oberfläche des Embryosackes reichen. Schliesslich liess sich nachweisen, dass die Embryonen von Cotylanthera und Sciaphila aus der Eizelle hervorgehen, ohne Befruchtung, statt der zuerst vermuteten apogamen Embryobildung also somatische Parthenogenesis vorliegt.

Die Frage lag nahe, ob bei den Balanophoraarten nicht etwa ähnliche Verhältnisse vorliegen und die anders lautenden Angaben von *Treub* und *Lotsy* auf unrichtiger Interpretation einzelner Entwicklungsstadien und dem Fehlen anderer beruhen könnten. Eine Nachuntersuchung, die in den letzten Jahren viel Zeit in Anspruch genommen hat, hat die Richtigkeit dieser Vermutung ergeben.

Die Nachuntersuchung hat zunächst eine vollständige Bestätigung der Angaben *Treub's* über den Entwicklungsgang des Embryosackes geliefert, dann aber weiter gezeigt, dass Endosperm- und Embryobildung sich anders abspielen als von *Treub* und *Lotsy* angegeben worden ist. Ich will hier nur kurz auf diese abweichenden Befunde eintreten. Eine eingehende Darstellung derselben ist an anderer Stelle gegeben worden [1].

Nach der ersten Teilung des oberen Polkerns teilt sich der Embryosackraum in zwei Zellen, eine kleine, das obere Ende einnehmende Zelle und eine grosse Restzelle. Die erstere kann nach ihrem späteren Verhalten als *erste Endospermzelle* be-

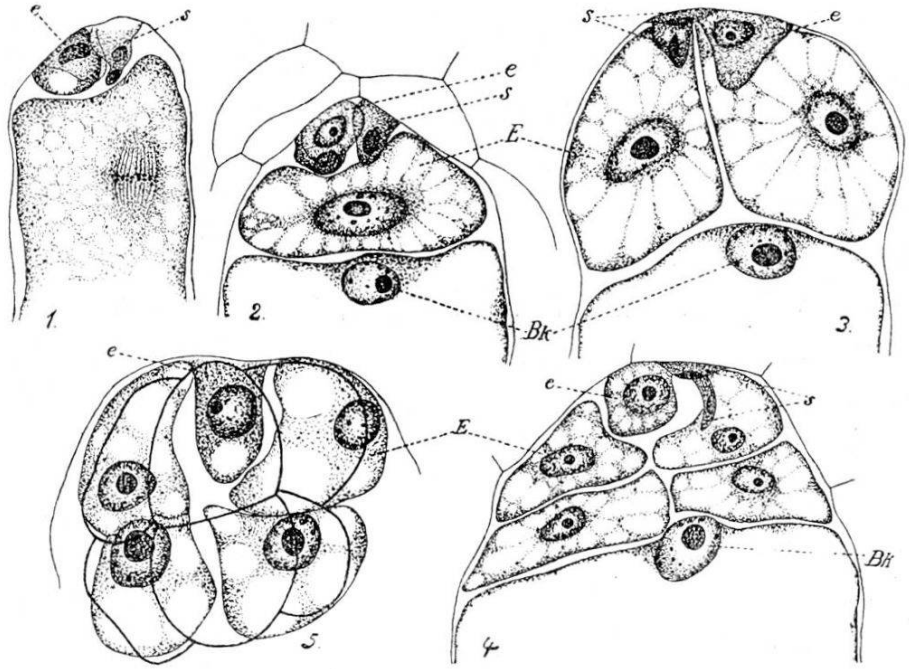
[1] *Ernst, A.*, Embryobildung bei Balanophora. Flora, 1913. Bd. 106. S. 129-159. 2 Tafeln.

zeichnet werden, die letztere als *Basal-* oder *Haustoriumzelle.* Der Verlauf dieser ersten Teilung ist schon von *Treub* und *Lotsy* festgestellt worden und ebenso richtig geben die beiden Autoren an, dass die Basalzelle sich nicht mehr weiter an der Endospermbildung beteiligt.

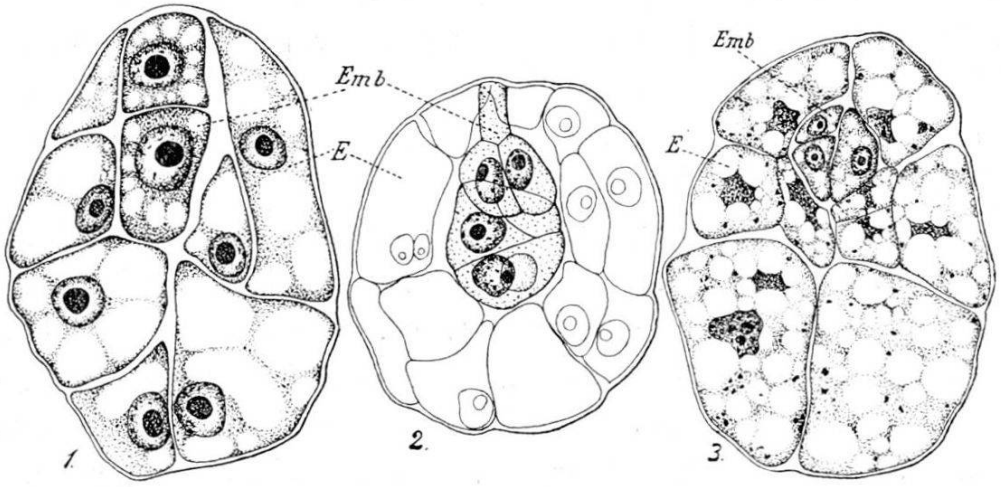
Das Endosperm geht also vollständig aus der ersten Endospermzelle hervor. Ihre ersten Teilungen verlaufen derart, dass durch drei aufeinanderfolgende Teilungsschritte zwei Etagen zu je vier Zellen gebildet werden. Der achtzellige Endospermkörper hat kugelige oder ellipsoidische Gestalt und ist in die grosse Restzelle vorgewölbt. Der spätere Verlauf der Zellteilungen im Endosperm ist unregelmässig. Durch mehr oder weniger perikline Teilungen werden die acht Zellen zunächst in Aussen-und Innenzellen geteilt. Später erfolgen, namentlich in der Umgebung des Embryos, noch eine Anzahl weiterer Teilungen, doch bleibt das Endosperm stets wenigzellig.

Die Eizelle bleibt während dieser Stadien der Endospermbildung erhalten. Ihr Inhalt erfährt, wie ich auch bei *Sciaphila, Cotylanthera etc.* habe beobachten können, während der ersten Stadien der Endospermbildung eine Kontraktion und ist dann infolge Volumenabnahme und der bei der Präparation leicht eintretenden Schrumpfung in vielen Samenknospen recht unansehnlich. Zu einer Degeneration der Eizelle, wie *Treub* und *Lotsy* angegeben haben, kommt es aber nicht. Von den wirklich degenerierenden Synergiden lässt sich die Eizelle in den Präparaten durch ihre Grösse, abweichendes Verhalten in Struktur und Färbbarkeit von Plasma und Kern deutlich unterscheiden, was *Treub* und *Lotsy,* nach ihren farbigen Figuren zu urteilen, ebenfalls entgangen ist.

In einem späteren Stadium beginnt die Eizelle zu wachsen und drängt sich zwischen die Endospermzellen der oberen Etage hinein. Ihr Kern erfährt eine erste Teilung, es folgt eine Querteilung der Zelle nach. Die eine Zelle wird zum Suspensor, die andere entwickelt sich zu einem Embryokörper, der im vorgeschrittensten Stadium meiner Präparate aus drei Etagen zu je zwei Zellen besteht. Sehr häufig finden sich in den Präpa-



Figur 2. — *Erste Stadien der Endospermbildung im Embryosacke von Balanophora elongata Bl.* — 1. Oberer Polkern in Teilung. — 2. u. 3. Scheitel des Embryosackes mit Eiapparat, den ersten Endospermzellen und der Basalzelle. — 4. u. 5. Embryosäcke mit achtzelligem Endospermkörper, in 4 sind nur die Zellen bei oberer, in 5 alle acht Zellen bei oberer und unterer Einstellung gezeichnet. *e* Eizelle, *s* degenerierende Synergiden. *E* Endospermzellen, *Bk* Kern der Basalzelle.



Figur 3. — *Stadien aus der Embryoentwicklung von Balanophora globosa Jungh.* — 1. Durch eine Querwand geteilter Embryo, scheitelwärts bis an die Wand des Embryosackes reichend. — 2. u. 3. Endosperm und Embryo aus fast ausgereiften Samen: in 2. der 7 zellige Embryo mit einer Suspensorzelle und drei zweizelligen Etagen: in 3. Embryokörper nicht median getroffen und daher rings vom Endosperm eingeschlossen. *Emb* Embryo, *E* Endosperm.

raten zwei- und vierkernige Embryonen, denen die Differenzierung in Suspensorzelle und Embryokörper abgeht. Sie bestehen aus einer etwas gestreckten oder fast kugeligen Zellgruppe, die mit ihrem Ansatz an die Oberfläche des Embryosackes reicht, häufiger aber von den Endospermzellen vollkommen umwachsen zu sein scheint. *Treub* und *Lotsy* haben in ihren Präparaten offenbar nur solche eingeschlossene Embryonen vorgefunden und aus diesem Befunde in Verbindung mit der von ihnen angenommenen Degeneration der Eizelle einen scheinbar zwingenden, aber wie sich nun gezeigt hat, doch falschen Schluss auf die Herkunft des Embryos gezogen. Nachdem die Ergebnisse meiner Nachuntersuchung die Unhaltbarkeit des wichtigsten Teils der Balanophora-Arbeiten von *Treub* und *Lotsy* dargetan hatten, schien es geboten, nach weiteren, wenn auch indirekten Beweisen für die Richtigkeit der neuen Beobachtungen zu suchen. Solche sind nun in der älteren Literatur über die Embryologie von Balanophora enthalten.

Kurze Zeit vor der Publikation *Treub's* war eine Mitteilung von *Van Tieghem*[1] über Balanophora indica erschienen. Sie hatte *Treub* bei der Redaktion seiner Abhandlung vorgelegen und er hat ihre wichtigsten Resultate auch in seiner Einleitung angeführt. Der Vergleich mit der von ihm selbst untersuchten B. elongata ergab in vielen Punkten Uebereinstimmung mit *Van Tieghem,* so in den Angaben über die starke Reduktion der weiblichen Blüte, die Entwicklung derselben und auch in den Hauptstadien der Entwicklung des achtkernigen Embryosackes. Einige ungenaue und irrtümliche Angaben *Van Tieghem's* sind von *Treub,* wie ersterer in einer späteren Arbeit[2] selbst zugestanden hat, richtig gestellt worden. Eine wichtige Differenz allerdings blieb dabei bestehen. Nach *Van Tieghem* bildet sich bei B. indica ein völlig normaler Eiapparat aus, dessen Eizelle befruchtet wird und den Embryo

[1] *Van Tieghem, Ph.* Sur l'organisation florale des Balanophoracées, etc. *Bull. Soc. bot. de France* 1896. T. XLIII, p. 295-310.

[2] *Van Tieghem, Ph.* Sur les Inovulées. *Ann. sc. nat. Bot.* 1907, 9 Sér. T. VI, 125-260.

liefert. *Treub* hat sich mit dieser Angabe *Van Tieghem's* nicht auseinandergesetzt. Er begnügte sich mit dem, wie ihm schien, absolut sichern Nachweis, dass bei der von ihm untersuchten Art Endosperm und Embryo auf die Teilungstätigkeit des oberen Polkerns zurückzuführen sind. Er schreibt: (l. c. S. 15). « Si j'ai representé dans la planche VI, presque méticuleusement, un aussi grand nombre de stades de la division du noyau polaire, c'est que je tenais, avant tout, à ne plus laisser dans l'esprit du lecteur les moindres doutes sur la vérité de mes assertions, que c'est ce noyau polaire qui se divise — *sans* union préalable avec un autre noyau polaire — et non la oosphère, et que c'est lui qui prend l'initiative de tout le développement ultérieur dont le sac embryonnaire devient le théâtre ».

Einer Verallgemeinerung der eigenen Untersuchungsresultate dagegen weniger abgeneigt, glaubte *Lotsy* die von *Treub* und ihm bei *B. elongata* und *globosa* festgestellten Vorgänge auf die ganze Gattung Balanophora ausdehnen zu dürfen, und ist der Ansicht, dass die abweichenden Befunde *Van Tieghem's* aus dem ungenügenden Erhaltungszustande des von diesem verwendeten Materials erklärt werden müssten.

Zwei Jahre später aber fand *Lotsy* bei der Untersuchung von *Rhopalocnemis phalloides*[1], dass bei dieser Balanophoracee der Embryo sicher aus der Eizelle hervorgehe. In der Diskussion dieses Ergebnisses kam er jedoch nicht, wie erwartet werden konnte, auf die vorher angezweifelte Angabe *Van Tieghem's* über *B. indica* zurück. Auch Zweifel an der Richtigkeit der eigenen Angaben über *B. globosa* sind ihm offenbar nicht aufgestiegen. Das erscheint besonders verwunderlich angesichts der Tatsache, dass er in einer Figur der Rhopalocnemis-Arbeit auch einen rings vom Endospermgewebe umgebenen Embryo zeichnet und dazu bemerkt, dass diese und ähnliche Bilder leicht den Eindruck erwecken könnten, als nehme der Embryo wie bei Balanophora seinen Ursprung aus dem Endosperm, was aber sicher nicht der Fall sei, da in anderen Präparaten

[1] *Lotsy, J. P.* Rhopalocnemis phalloides Jungh., a morphological-systematical study. *Ann. Jardin bot.* Buitenzorg 1901. Vol. XVII, p. 73-101.

der Stiel des Embryos bis an die Oberfläche des Embryosackes verfolgt werden könne.

Auch eine genaue Durchsicht der älteren Literatur über Balanophora hätte zu ähnlichen Bedenken Anlass geben können. Im Besonderen lagen ziemlich eingehende Angaben *Hofmeisters*[1] über die Fortpflanzungsverhältnisse von Balanophora und verwandten Pflanzen vor. *Treub* hat dieselben in seiner Einleitung in sehr ablehnendem Sinne erwähnt: « Il se trouve que tout ce qui a été publié par lui (Hofmeister), sur l'organe femelle du Balanophora, est erroné, et cela à tel point qu'on ne réussit pas à se rendre compte, comment un investigateur d'un aussi grand mérite, ait pu commettre de si graves erreurs ». (1. c. S. 1).

Dieses Urteil ist zu revidieren. Im ersten Teil der Hofmeister'schen Darstellung finden sich, wie auch schon vor *Treub Van Tieghem* ausgeführt hat, einige grosse Irrtümer vor, wie die Annahme einer Fruchtknotenhöhle, einer anatropen Samenanlage mit Funiculus etc. Das schliesst aber, wie *Van Tieghem* mit Recht hervorhob, nicht aus, dass im zweiten Teil der von Hofmeister gegebenen Darstellung richtige Angaben enthalten sein können. Dass dies wirklich der Fall ist, hat nun meine Untersuchung erwiesen. Die Hofmeister'schen Angaben über die Vorgänge der Endosperm- und Embryobildung bei *Balanophora polyandra, fungosa* und *dioica* stimmen im wesentlichen mit meinen Befunden bei den javanischen Formen überein. Es liegt daher kein Grund vor, die weiteren Angaben zu bezweifeln, die er über Bestäubung, Vorkommen von Pollenschläuchen in dem griffelähnlichen Fortsatz der Blüte und am Scheitel des Embryosackes gemacht und in den Zeichnungen in einer durchaus der Beschreibung entsprechenden Weise eingetragen hat, in Zweifel zu ziehen. So enthalten also die Hofmeister'schen Arbeiten über *Balanophora*, trotz einzelner grosser Fehler den Nachweis, dass auch bei den von ihm

[1] *Hofmeister, W.* Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. *Jahrb. f. wiss. Botanik.* I, 1858, S. 110 und Taf. X. Fig. 6-13. Ders. Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen. *Abhandl. d. Sächs. Ges. d. Wiss.* 1859, Bd. VI, S. 585, Taf. XIV und XV.

untersuchten Arten der Embryo aus der Eizelle hervorgeht und zwar, in Abweichung vom Verhalten der *B. elongata* und *globosa*, wahrscheinlich nach vollzogener Befruchtung.

Auch für *Phyllocoryne jamaicensis, Langsdorffia hypogæa, Sarcophyte sanguinea* und einige weitere Vertreter derselben Familie liegen in den Arbeiten Hofmeister's in Wort und Bild Angaben vor, aus denen zum mindesten wieder zu entnehmen ist, dass der Embryo eibürtig ist und sehr wahrscheinlich Befruchtung erfolgt.

Einer speziellen Erwähnung bedarf noch eine weitere Balanophoracee, *Helosis guyanensis*. Eine neuere embryologisch-cytologische Untersuchung derselben verdanken wir *Chodat* und *Bernard*[1]. Auf Grund dieser Arbeit wird *Helosis guyanensis* in der Literatur mehrfach zusammen mit *B. elongata* und *globosa* als Beispiel der apogamen Embryobildung aus Endospermzellen genannt. Eine genaue Durchsicht der Arbeit zeigt aber, dass sich die beiden Autoren selbst in dieser Sache sehr vorsichtig dahin geäussert haben, dass ihnen dieser Entstehungsmodus des Embryos *sehr wahrscheinlich* erscheine auf Grund der beiden Befunde, dass während der beginnenden Endospermentwicklung die Eizelle immer inhaltsärmer und zuletzt völlig unkenntlich werde und erst in späteren Stadien ein Embryo inmitten des Endosperms erscheine. Da es ihnen aber nicht möglich gewesen war, die ersten Stadien seiner Entwicklung zu verfolgen, haben sie ihr endgültiges Urteil über die Herkunft des Embryos von den Ergebnissen ergänzender Untersuchungen abhängig gemacht. Ueber solche liegt bis jetzt kein Bericht vor. Es scheint mir aber zweifellos, dass eine solche, gewiss immer noch wünschenswerte Untersuchung zeigen würde, dass auch bei *Helosis* der Embryo aus der Eizelle hervorgeht.

Seit mehr als 10 Jahren haben die genannten Balanophoraceen als alleinige Beispiele eines besonders interessanten Typus der Apogamie bei Angiospermen gegolten. Trotz der grossen Zahl embryologisch-cytologischer Arbeiten, die in den

[1] *Chodat, R.* et *Bernard, Ch.* Sur le sac embryonnaire d'*Helosis guyanensis*. *Journal de Botanique* 1900. T, XIV, p. 72-79.

letzten Jahren an Angiospermen der verschiedensten Verwandtschaftskreise ausgeführt worden sind und manigfaltige Variationen in Embryosack-, Embryo- und Endospermentwicklung aufgedeckt haben, hat sich für den von *Treub* und *Lotsy* für Balanophora angegebenen Entwicklungsmodus des Embryos kein weiteres Beispiel finden lassen.

Nunmehr ist also erwiesen, dass die Endospermembryonen von Balanophora selbst auf irrtümlicher Auffassung beruhen, an Stelle der behaupteten Apogamie bei *B. elongata* und *globosa*, wie bei den anderen Balanophoraceen, Embryobildung aus der Eizelle und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach somatische Parthenogenesis vorliegt.

Man wird dieses Ergebnis vielleicht hier und dort in Interesse unserer phylogenetischen Anschauungen bedauern. Auch mir wäre der Nachweis neuer Beispiele von Endospermembryonen willkommener gewesen. Bedenkt man aber, dass auch bei den Gymnospermen apogame Embryobildung völlig zu fehlen scheint, obschon deren *primäres* Endosperm dem Prothalliumgewebe der Pteridophyten in seiner ganzen Ausbildung und Entstehung noch unendlich viel näher steht als das *sekundäre* Endosperm der Angiospermen, so wird man diesen Verlust für die Phylogenie der Angiospermen doch nicht all zu schwer einzuschätzen haben.