

Ueber
die Entwicklung des Embryo

bei

Pedicularis palustris und *sylvatica*,

von

Th. Deecke

in Grabow.

(Hierzu Taf. X. Fig. 1—10.)

Ueber den Act der Befruchtung im Pflanzenreiche und die Entwicklung des Embryo sind die Ansichten der Botaniker und Physiologen noch heute so durchaus verschieden, dass gewiss jede Arbeit über diesen Gegenstand, auch wenn sie im Wesentlichen nur Bestätigungen und Wiederholungen schon früher ausgesprochener Beobachtungen liefert, erwünscht ist.

Nicht jede Pflanze eignet sich, bei einer so scharfen Fassung der Aufgabe, wie die Wichtigkeit des Gegenstandes und die Heftigkeit des Streites über denselben es erfordert, gleich gut zu entscheidenden Beobachtungen. Da wir das Werden des Embryo (nach AMICI, v. MOHL, HOFMEISTER aus einem im Embryosacke vorhandenen Embryokeim durch Vermittlung des Pollenschlauches, nach SCHLEIDEN, SCHACHT direct aus dem Ende des in den Embryosack eindringenden Pollenschlauches), einmal nicht unmittelbar wahrnehmen können, so sind wir gezwungen, an dem gegenseitigen Verhalten der betreffenden Theile, des Embryosackes und des Pollenschlauches, eine Stütze für die eine oder die andere Ansicht zu suchen, und hier erscheint es gewiss vor allen Dingen nothwendig, eine Pflanze zu wählen, die ein vollständiges Freilegen eben der betreffenden Theile in verschiedenen Stufen der Ausbildung zulässt, diese zartesten aller pflanzlichen Gebilde durch so einfache Linien begränzt entwickelt, dass eine Täuschung bei der Beobachtung zur absoluten Unmöglichkeit wird. Alle diese Bedingungen finden sich bei *Pedicularis palustris* und *sylvatica*, den beiden von SCHLEIDEN und SCHACHT zum Studium empfohlenen Pflanzen, aufs schönste vereinigt und es ist bei Anwendung eines brauchbaren Mikroskopes und bei einiger Gewandtheit im Präpariren gar nicht schwer hier die einzig wahren Verhältnisse zu ermitteln.

Der Embryosack im Innern der Saamenknospe beider Pflanzen verdrängt schon sehr frühe und vollständig den Knospenkern, sich bald mit Endosperm füllend. Späterhin gegen die Zeit der Befruchtung entwickelt sich sein oberer Theil eigenthümlich schnabelförmig, seitlich ins einfache Integument eine bedeutende Aussackung aussendend, wodurch der ganze Bau eine etwas wunderliche Gestalt gewinnt, mit der man sich erst, ehe man weiter geht, genau bekannt zu machen hat. Fig. 10 zeigt eine halbreife Saamenknospe von *Pedicularis sylvatica* im Längsschnitt, von der sich die der *Pedicul. palustr.* kaum unterscheidet. *a* Knospengrund, *b* schnabelförmige Spitze des Embryosackes, *e* dessen seitliche Aussackung. Zur Hauptuntersuchung bestäubt man sich am besten die Blüthen selbst und untersucht nun täglich die sich allmählich vergrößernden Saamenknospen. Nach dem im Zeitraum von einigen Tagen erfolgten Vertrocknen der Krone haben die Pollenschläuche die Saamenknospen erreicht und eine nur schwache Vergrößerung derselben zeigt schon durch das Heranshängen des letzten Endes des Pollenschlauches aus dem Knospenmunde (Fig. 10. *a* und *tp*) die Eintrittsstelle des letztern in die Saamenknospe, so wie den eben jetzt eingetretenen günstigsten Zeitpunkt für die weitere Untersuchung.

Der eingedrungene Pollenschlauch trifft bald auf seinem Wege die schnabelförmige Spitze des Embryosackes, überwindet den ihm entgegentretenden Widerstand, indem er die Membran desselben durchbricht und steigt in das Innere des Embryosackes hinab, während sich in seinem untern eingedrungenen keulenförmig anschwellenden Ende sofort Spuren einer beginnenden Zellenbildung (erste Anlage zum Embryo) zeigen. Fig. 7 zeigt ein Präparat eines derartigen jüngsten Zustandes aus *Pedicularis sylvatica*, nach vollständiger Freilegung der einzelnen Theile. Die ziemlich stark verdickte Membran des Embryosackes *se* ist von dem eindringenden Pollenschlauche *tp* oben nach innen gedrängt, der Pollenschlauch selbst ragt noch fast ebenso lang aus dem Embryosacke heraus, wie er bereits in denselben eingedrungen ist; in seinem untern keulenförmig angeschwellenen Ende bemerkt man deutlich die erste Anlage zum Embryo. Ein so bedeutendes Stück des Pollenschlauches, wie die Abbildung zeigt, ausserhalb des Embryosackes unversehrt frei zu präpariren, ist mir trotz vieler Versuche nur einmal gelungen, aber hier freilich auch so vollständig, dass dies eine Präparat gewiss schon allein genügen würde, die SCHLEIDEN-SCHACHT'sche Befruchtungslehre als unumstössliche Thatsache festzustellen. Ich bewahre es beiläufig unter Chlor-Calciumlösung auf, es hat an Deutlichkeit und scharfer Zeichnung der so überaus zarten Linien nichts verloren, und ich bin gerne bereit, es auf Anfragen zur Vergleichung Andern mitzutheilen. — Gewöhnlich findet man den Pollenschlauch bereits ziemlich dicht über der Spitze des Embryosackes rundlich abgeschnürt, das untere Ende desselben mit deutlichen Embryonal-Zellen erfüllt (Fig. 1 u. 2 von *Pedicular. palustr.*, 8 u. 9 von *Pedicul. sylvatica* stellen solche Zustände dar), indessen beweiset auch bei diesen Präparaten das rundliche freie Ende des Pollenschlauches, wie die

zurückgedrängte Membran des Embryosackes, dass der denselben durchziehende Schlauch ein von aussen eingedrungenes, fremdes Gebilde ist. Im Innern des Embryosackes liegt der Pollenschlauch frei da; nach weiterer Entwicklung des Embryo in seinem untern Ende zieht er sich zusammen, während die Spitze des Embryosackes sich wieder schliesst (Fig. 3 n. 4); später wird er gänzlich resorbirt. —

Von einer Täuschung bei der Beobachtung kann bei diesen Pflanzen in keiner Weise die Rede sein. Die mögliche Verwandlung einer im Embryosacke bereits vorhandenen Zelle, dem sogenannten Vorkeim AMICI'S, v. MOHL'S, HOFMEISTER'S, zum Embryobläschen fällt hier vollständig weg. In vielen Fällen, z. B. bei den Orchideen, sind allerdings derartige Zellen vorhanden, indessen glaube ich entschieden sie für eine unwesentliche Bildung halten zu müssen; eine Entwicklung derselben zum Embryo habe ich, so weit sich dergleichen sehen oder schliessen lässt, niemals beobachten können. Ueberhaupt ist der anatomische Bau der Orchideen an den betreffenden Theilchen keineswegs geeignet zur Darstellung klarer, leicht verständlicher und beweisender Präparate, wie sie zur Entscheidung dieser Streitfrage allein ausreichen. Eine Präparation, wie sie *Pedicularis* zulässt, muss ich, so weit meine Mittel mich tragen wollten, sogar für eine Unmöglichkeit erklären. —

Was über diesen Gegenstand bei einer einzigen Pflanze als unumstössliche Thatsache bewiesen ist, können wir mit Fug und Recht auf die Gesammtreihe der Phanerogamen übertragen, und den Vorgang in seinen Hauptpunkten als etwas Allgemeines, Gesetzliches anerkennen. Die Mittel, welcher sich die Natur zur Erreichung ihrer Zwecke bedient, sind einfach und gerade in dieser Einfachheit liegt die unendliche Schönheit, Weisheit und Vollkommenheit, die sich in ihren Werken offenbart. —

Was nun die Auffassung des Factischen betrifft, so glaube ich mich, einer freundlich belehrenden Mittheilung von Prof. BURMEISTER zufolge, nicht mehr den von SCHLEIDEN und SCHACHT ausgesprochenen Ansichten anschliessen zu dürfen. Beide verwerfen in ihrer Darstellung jegliche Analogie mit den Vorgängen im Thierreiche und stellen den Befruchtungsprocess im Pflanzenreich denselben direct entgegen; wie es nunmehr scheint, nicht mit Recht. — Seit wir durch die neuesten Entdeckungen eines NEWPORT, KEBER u. A. wissen, dass auch die thierischen Saamenfäden in der That ins thierische Ei eindringen, liegt ein Vergleich derselben mit den Pollenschläuchen der Pflanzen nahe. Würde sich die Analogie beider halten lassen, so wäre eine fundamentale Uebereinstimmung des Vorganges in beiden Reichen nicht zu leugnen. Dem sogenannten Hahnentritt im thierischen Ei stände der Embryosack des Pflanzeies parallel, dem Dotter die Substanz der Saamenknospe und auf jeden Fall wäre dort der Saamenfaden, hier der Pollenschlauch das gleiche befruchtende, also männliche Organ. Das weibliche Individuum liefert, wie Prof. BURMEISTER sich gegen mich ausspricht, nur das stoffliche Entwicklungsmaterial, das männliche die de

Entwicklung fähige formelle Grundlage. — Diese Bemerkung zur Beruhigung derer, die mit Ehrfurcht an der alten, so tiefe Wurzeln gefassten Ansicht festhielten, dass der Pollen das männliche befruchtende Organ sei, und von dieser wahren, wenn auch in ihren factischen Vorgängen ihnen unklaren Auffassung geleitet ihre Untersuchungen unternahmen, — ohne das rechte Ziel zu treffen; —

„Ein guter Mensch in seinem dunklen Drange
Ist sich des rechten Weges wohl bewusst.“

Goethe.

aber allzuoft ist es leider nur der Irrthum, welcher zur Wahrheit zurückführt! —

Zum Schluss seien mir noch einige Bemerkungen über die Darstellung der Präparate erlaubt. Eine blosse Anwendung von Präparir-Nadeln, ohne vorherigen Gebrauch des Messers, ist entschieden zu verwerfen; es erschwert die Arbeit sehr, ohne auch nur den geringsten Vortheil zu gewähren. Am sichersten geht man zu Werke, indem man die losgelösten Saamenknospen mit der flachen Seite auf den mit Wasser befeuchteten Zeigefinger legt, den Daumen gegenstämmt und nun mit einem äusserst scharfen, hohlgeschliffenen Rasirmesser, den Arm fest auf den Tisch legend, durch einen sichern raschen Schnitt die eine Seite der Saamenknospe entfernt, dieselbe mit einem feuchten, zarten Haarpinsel umwendet und durch einen zweiten ebenso geführten Schnitt die andere Seite fortnehmend, eine möglichst zarte Mittellamelle darstellt. Erweist diese sich unter einer circa 120maligen Vergrösserung, ohne Deckglas besehen, dünn und durchsichtig genug und unversehrt, so entfernt man nun mittelst feiner englischer Nähnadeln, von der Mitte anfangend, der Lage der schnabelförmig gekrümmten Spitze des Embryosackes folgend, die denselben umgebenden Zellen. Wohl selten wird es gelingen, diese Arbeit bis zur äussersten Spitze fortzusetzen, darum hilft man sich, nach Freilegung des grössten untern Theiles des Schnabels, zum Schlusse am besten und sichersten durch ein leises Zerren mit der Nadel an der seitlichen Aussackung des Embryosackes, wodurch man bei gut gelungenen Schnitten den noch übrigen obersten Theil leicht und unversehrt aus dem Zellgewebe des Integumentes herausziehen kann. Wegen der ausserordentlichen Feinheit und Durchsichtigkeit des dem blossen Auge fast unsichtbaren Gegenstandes ist es rathsam, an irgend einer Stelle des Embryosackes, etwa an der seitlichen Aussackung, ein grösseres Stückchen des Integument-Gewebes sitzen zu lassen, weil man so das Präparat auf der Glastafel leichter wiederfindet und sich das Einlegen desselben bedeutend erleichtert. Als Flüssigkeit zum Aufbewahren kann ich nur Chlor-Calciumlösung empfehlen. Die von mir in Oelsüss gelegten Präparate wurden sehr bald undeutlich und liessen nach Monaten kaum noch Spuren der zarten, die einzelnen Theilchen begränzenden Linien erkennen. —

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—6. *Pedicularis palustris*.

1. Der schnabelförmige Theil vom Embryosack einer kürzlich befruchteten Saamenknospe; der eingedrungene Pollenschlauch ist ausserhalb der Spitze des Embryosackes rundlich abgeschnürt, die Membran des letzteren an der Eintrittsstelle stark nach hinten gedrängt.
em. embryo.
sc. saccus embryonalis.
tp. tubus pollinaris.
2. Ein ähnliches aber vollständigeres Präparat; am unten angeschwollenen Ende des Pollenschlauchs sieht man den Embryo (*em*).
- 3 u. 4. Aehnliche Präparate von etwas weiter vorgeschrittenen Entwicklungsstadien; der eingedrungene Pollenschlauch hat sich, der Resorption nahe, stark zusammengezogen, der Embryosack aber wieder geschlossen.
- 5 u. 6. Pollenschläuche, aus dem Embryosack genommen, mit dem Embryo.

Fig. 7—10. *Pedicularis sylvatica*.

7. Der obere Theil des Embryosackes von einer eben befruchteten Saamenknospe; der eingedrungene Pollenschlauch ragt noch weit aus dem Embryosack hervor, die Membran des letzteren ist an seiner Eintrittsstelle stark nach innen gedrängt. Am untern Ende des Schlauchs Spuren von beginnender Zellenbildung für den Embryo.
- 8 u. 9. Oberer Theil des Embryosackes mit eingedrungenem, aber abgeschnürtem Pollenschlauch.
10. Längsschnitt einer halbreifen Saamenknospe.
a. Micropyle.
b. Schnabelförmige Spitze des Embryosackes.
c. Seitliche Aussackung des Embryosackes.
d. Leeres Ende des Embryosackes. —
edsp. endospermium.
int. ext. integumentum externum.
tp. tubus pollinaris.
em. embryo.
f. funiculus umbilicalis.
11. Ziemlich weit vorgeschrittene Embryonal-Anlage im Innern des Endes vom Pollenschlauch.

Nachschrift.

Die vorstehenden Wahrnehmungen eines talentvollen jungen Beobachters hatte derselbe mir zur Kenntnissnahme mitgetheilt, hauptsächlich in der Absicht, mich für die eine der beiden noch schwebenden Auffassungen der Befruchtungsvorgänge im Pflanzenreiche zu entscheiden. Ich war damals grade mit der Lectüre der ersten KEBER'schen Schrift beschäftigt gewesen, und hatte dieselbe freudig begrüsst, weil darin mir dasjenige faktisch für das Thierreich nachgewiesen zu sein schien, was ich theoretisch schon lange für richtig erkannt und in meinen Vorlesungen über allgemeine Zoologie, wenn ich mich recht erinnere sogar schon in Berlin, als Privatdocent, ausgesprochen hatte: die Analogie der Pollenschläuche mit den Spermatoïden. Von dieser Ansicht geleitet, hatte ich mich der SCHLEIDEN'schen Deutung nicht zuwenden können und darum auch für die Darstellung der Vorgänge, wie sie AMICI, MOHL, HOFFMEISTER u. A. geben, mehr Vertrauen gewonnen. In-

dessen die KEBER'sche Entdeckung, wie ich glaube, die bedeutendste in der Lehre von der thierischen Befruchtung, welche seit Auffindung der Spermatoiden gemacht worden ist, hob mir jeden Zweifel; ich wurde überzeugt, dass auch das eingedrungene Spermatoide materiellen Antheil an der Gestaltung des Embryo nehmen müsse, und wenn das, so war kein Grund mehr vorhanden, denjenigen Theil der Pflanze, welcher dieselbe Rolle spielt, für den weiblichen zu erklären. Ich betrachte seitdem, wie es schon oben gesagt ist, das männliche Molecularelement bei der Befruchtung nicht mehr bloss als das belebende, sondern auch als das den wirklichen ersten Keim, die primitive Anlage des neuen Organismus abgebende, und sehe in dem weiblichen Individuum wirklich nur die *Alma mater*, welche den ihr in formeller und materieller Grundlage übergebenen Keim gross zieht, ernährt und entwickelt. Der Pollenschlauch und das Spermatoide ist die primitive männliche Zelle, gleichwie das Ei die primitive weibliche Zelle des zu gestaltenden Organismus ist; jene muss in diese eintreten, um durch den stofflichen Zufluss, welchen das vollendete Ei mit sich führt oder weiter von der Mutter empfängt, zur Entwicklung zu gelangen. Dieser reale Zeugungsact, das Aufgehen Zweier in Einem nicht bloss *potentia*, wie die Naturphilosophen sagen würden, sondern auch *actu*, d. h. *ipsa materia*, ist schon in der Conjugation der einzelligen und höheren Algenformen, der Pilze und mancher niederer Thierorganismen, der Gregarinen, Infusorien etc. ausgesprochen, es ist ein ganz allgemeines Organisationsgesetz in allen den Fällen, wo die Vermehrung nicht auf die Theorie der Theilung (wie bei der Dichotomie, Gemmification und Prolification oder Ammenbildung) sich zurückführen lässt. Dichotomie ist Theilung in zwei gleiche Portionen, Gemmification Abtheilung einfacher kleinerer Portionen, Prolification Auflösung des Ganzen in viele kleinere selbständige Portionen. Darin allein unterscheidet sich, nach meiner Ansicht, der sogenannte Generationswechsel von der Knospenbildung; alle Phänomene dagegen, welche nur ein Individuum an die Stelle eines formell anderen setzen, wie die Erscheinungen bei den Echinodermen, nehme ich einfach für Metamorphose; sie sind bloss Umbildungen eines schon vorhandenen Einzelwesens, und wohl mit stofflicher Vermehrung, aber nicht mit individueller Vermehrung verbunden, also auch keine Fortpflanzungsphänomene, wie Dichotomie, Gemmification und Prolification.

Ich habe diese Bemerkungen hier lediglich in der Absicht gemacht, um meine von Herrn DEECKE angezogene Autorität keiner Missdeutung auszusetzen und füge nur noch hinzu, dass die hiesige naturforschende Gesellschaft es für passend hielt, die thatsächlichen Beobachtungen desselben zu veröffentlichen, obgleich sie eigentlich nichts Neues enthalten, um bei der endlichen Erledigung der Streitpunkte eine völlig unabhängige Wahrnehmung mehr den Beurtheilern darzubieten. Möge der junge eifrige Forscher darin einen kleinen Lohn für seine Mühen und eine Aufforderung zu ferneren Untersuchungen finden. — Burmeister.

