

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel

Professor der Botanik

und

Dr. R. Hertwig

Professor der Zoologie

in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XXII. Band.

15. November 1902.

Nr. 23.

Inhalt: **Shibata**, Experimentelle Studien über die Entwicklung des Endosperms bei *Monotropa*. — **Wasmann**, Einige Bemerkungen zu J. Sjöstedt's „Monographie der Termiten Afrikas“. — **Thilo**, Die Vorfahren der Schollen. — **Rädl**, Ueber die Lichtreaktionen der Arthropoden auf der Drehscheibe. — **Loew**, Zur Theorie der primären Protoplasma-Energie.

Experimentelle Studien über die Entwicklung des Endosperms bei *Monotropa*.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von **K. Shibata**.

Als ich im letzten Jahre, auf Veranlassung von Herrn Professor Miyoshi, die Befruchtungsvorgänge bei *Monotropa uniflora* L. einem näheren Studium unterzog, habe ich mancherlei Vorzüge dieses Objektes für die Verfolgung der sich im lebenden Embryosack abspielenden Vorgänge kennen gelernt. Schon damals tauchte in mir der Gedanke auf, dass es hier vielleicht nicht unmöglich wäre, einen Weg für die experimentelle Erforschung soleher einschlägiger Fragen, die bisher der Behandlung erlangten, anzubahnen und damit ein tieferes und richtigeres Verständnis der Geschlechtsprozesse der höheren Pflanzen zu erlangen. Diese Hoffnung wurde nun, wenn auch nur teilweise, in vorliegenden Studien erfüllt. Ich habe in diesem Sommer eine Reihe von diesbezüglichen Experimenten mit blühenden Pflanzen von *Monotropa uniflora* L. angestellt, wobei mehr als 140 Blütenstöcke zur Verwendung kamen. Außerdem wurden noch einige nahe verwandte Pflanzen, *Monotropa hypopitys* L., *Pyrola rotundifolia* L. und *Chimaphila japonica* Miq. zum Vergleich herangezogen. Auf die von mir benutzten Methoden kann hier nicht näher eingegangen werden und sei nur folgendes erwähnt:

Die etwa 6—8 cm hohen Blütenstöcke wurden einzeln oder gruppenweise in geeigneten Glasbehältern, die kleine Mengen befeuchteten Torfmooses enthielten, eingepflanzt und mit Glasglocken bedeckt.

Sie kamen dann nach Umständen in den Thermostat, Eiskästchen, Dunkelschrank etc. Um die Bestäubung vollkommen zu verhindern, wurden die Narben der noch geschlossenen Blütenknospen oder der eben im Laboratorium sich entfaltenden Blüten sorgfältig mit geschmolzenem Paraffin bestrichen, oder sie wurden zuerst mit der Schere abgeschnitten und die Schnittfläche sogleich mit Paraffin verschlossen. Man kann zahlreiche Samenanlagen aus einem und demselben Fruchtknoten nacheinander im bestimmten Zeitintervall untersuchen, indem man jedesmal mit sterilisiertem Messer ein beliebig großes Stück vom Fruchtknoten abschneidet und die übrige Schnittfläche sofort mit Paraffin bestreicht. Die Fruchtknoten ertragen ganz wohl derartige operative Eingriffe und lassen keine Spur von Beschädigung bemerken. Die Lösungen verschiedener Chemikalien wurden mittelst einer Pravaz'schen Spritze in den Fruchtknoten injiziert, dann wurden sie im kapillaren Raum zwischen Placenta und unzähligen, einfach gebauten Samenanlagen festgehalten, so dass sie ihre Einflüsse auf die Embryosäcke auszuüben vermochten. Die Versuchsobjekte wurden teils im lebenden Zustande untersucht und teils in verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten einlegt, um Kontrolstudien an gefärbten Schnittpräparaten vorzunehmen. Was das Studium an lebenden Objekten anbetrifft, so gelangte meine Arbeit schon jetzt zu einem gewissen Abschluss, und erachte ich es als zweckmäßig, hier vorläufig eine kurze Uebersicht über einige wichtigere Ergebnisse zu geben. Die ausführlichere Darstellung der Versuchsresultate mit den nötigen Figuren beabsichtige ich demnächst an einem anderen Orte zu veröffentlichen.

Ehe ich auf die Darstellung meiner Versuchsergebnisse eingehe, will ich einiges über den Verlauf der normalen Befruchtungs- und Bestäubungsvorgänge bei *Monotropa uniflora* angeben. Die Zeitspanne von der künstlich vorgenommenen Bestäubung bis zur stattfindenden Befruchtung ist, wie ich schon früher hervorhob (Shibata 1902), von der Temperatur der Versuchszeit abhängig. Nach den zahlreichen Versuchen, die ich von Mitte Juni ab ausgeführt habe, vollzog sich die Befruchtung schon am fünften Tag; an demselben und nächsten Tage werden zwei bis vier Endospermzellen durch die rasch nacheinander folgenden Teilungen des befruchteten Centralkernes gebildet. Nachher erfahren oft die gebildeten Endospermzellen noch einige Längsteilungen, so dass schließlich sechs oder mehr Endospermzellen, die durch Ablagerung von körnigen Reservestoffen ganz undurchsichtig werden, zu stande kommen. Die befruchtete Eizelle verlängert sich schlachtförmig und durchbohrt die oberste Endospermzellwand. Die Ausbildung des Embryos erfolgt dann in ähnlicher Weise, wie von L. Koch (1882) für *Monotropa hypopitys* angegeben. Die Verdickung der Zellwände des einfachen Integumentes beginnt etwa am neunten Tage, und die fertigen Samen mit gelbbraunen, derben Samenschalen

werden schon nach 15 Tagen von der Bestäubung an reichlich angetroffen. Die Reste der Pollenschläuche sind stets in den mikropylaren Stellen der reifen Samen leicht nachweisbar.

Die jungen Endospermkerne dieser Pflanze sind ein recht dankbares Objekt für das Studium der Karyokinese im lebenden Zustand; sie übertreffen vielfach in ihren Dimensionen die von *Monotropa hypopitys* (vergl. Strasburger, 1900, p. 299).

Ich konnte in diesem Jahre die „doppelte Befruchtung“ bei *Monotropa hypopitys* L. (Strasburger, 1900) und *Pyrola rotundifolia* L. feststellen, während der Embryosack von *Chimaphila japonica* sich durch die frühzeitige Ablagerung von grobkörniger Substanz zum Studium im lebenden Zustand durchaus ungeeignet erwies.

Im nachfolgenden sollen die Versuchsergebnisse mit *M. uniflora* kurz angeführt werden¹⁾.

Einfluss äußerer Faktoren auf die Befruchtung und die nachfolgenden Entwicklungsvorgänge. Darüber sei zunächst erwähnt, dass das Licht, der Luftdruck und die mechanischen Verletzungen der Fruchtknoten und der anderen Pflanzenteile keinen wesentlichen Einfluss auf die betreffenden Vorgänge ausüben. Anders aber mit der Temperatur. Es ist bekannt, aus den Erfahrungen bei niederen Thallophyten, dass die obere Temperaturgrenze für die Geschlechtsvorgänge wesentlich niedriger ist als die des vegetativen Wachstums: so zum Beispiel verlieren die Schwärmer von *Protosiphon*, nach Klebs (1896, p. 210), ihre Kopulationsfähigkeit schon bei einer Temperatur von 25°—27° C., und die Zygoten von *Sporodinia* werden nicht mehr bei 26°—27° C. gebildet (Klebs, 1898, p. 48; 1900, I, p. 136)²⁾. Bei meinen Versuchen mit *Monotropa* verliefen die Befruchtung und die darauf folgenden Entwicklungsvorgänge bei 28° C. ganz gleich wie bei Zimmertemperatur; auch bei 30° C. können die Teilungsvorgänge der befruchteten Endospermkerne noch ausgeführt werden. Aber schon bei 31°—32° C. werden die Befruchtungsvorgänge und die daraus resultierenden Kernteilungen völlig unterdrückt. Dabei bemerkt man auch eine weitgehende Strukturveränderung des Inneren des Embryosackes: man sieht keine Spur mehr von schönen Plasmasträngen, die vom Centralkern allseitig ausstrahlen, vielmehr wird das Embryosackinnere ganz und gar von einem großen Saftraum eingenommen und das Plasma bildet einen dünnen,

1) *M. hypopitys* weicht merkwürdigerweise in dem Bau der Fruchtknoten und Samenanlagen von *M. uniflora* bedeutend ab und stimmt in dieser Hinsicht vielmehr mit Pyroloideen (*Pyrola* und *Chimaphila*) überein. Wegen der geringeren Dimension und Dauerhaftigkeit der Fruchtknoten waren ähnliche Versuche mit *M. hypopitys* bisher nicht mit gleichem Erfolg angestellt worden. Darauf will ich noch in meiner ausführlicheren Arbeit zurückkommen.

2) Vergl. hierzu auch Sachs, 1860, p. 75.

wandständigen Schlauch, in welchem der disloierte Centralkern irgendwo eingebettet liegt. Man bekommt dabei den Eindruck, als ob hierbei infolge der Einwirkung von höherer Temperatur der osmotische Druck des Embryosackes wesentlich gesteigert würde.

Da schon mäßig niedrige Temperatur dem Wachstum von Pollenschläuchen entgegenwirkt, kann man das Zeitintervall zwischen Bestäubung und Befruchtung nach Belieben verlängern. Ich konnte bereits bei 8°—10° C. eine fast vollständige Unterdrückung der Befruchtung erzielen. Diese Versuche beweisen die Richtigkeit meiner schon früher ausgesprochenen Ansicht (Shibata, 1902, p. 65).

Die Bedingungen der Polkernverschmelzung. Die Verschmelzung zweier Polkerne im angiospermen Embryosack ist ein höchst rätselhafter Vorgang, der angesichts zahlreicher morphologischer Daten, vorläufig noch einer zutreffenden Erklärung harrt. Es ist beinahe erwiesen, dass die Verschmelzung der Polkerne ganz unabhängig von der Befruchtung geschieht¹⁾. Aber ob das Gleiche auch von der Bestäubung, i. e. dem von wachsenden Pollenschläuchen ausgeübten Reize, gilt, darüber weiß man, so zu sagen, gar nichts. Die neueren höchst interessanten Arbeiten über die Apogamie und Parthenogenese (Treub, 1898; Juel, 1900; Murbeck, 1901) geben bekanntlich in dieser Hinsicht keine übereinstimmende Antwort. Es ist jedenfalls eine Frage, die bei einer normal sexuellen Pflanze experimentell festgestellt werden muss. Meine darauf gerichteten zahlreichen Versuche ergaben, dass erstens: die Polkernverschmelzung sich beim Mangel an jedem Pollenschlauchreiz vollziehen kann, und zweitens: der Vorgang aber durch die Bestäubung beschleunigt oder reguliert wird. Wenn man irgend eine eben geöffnete Blüte künstlich polliniert, so sieht man ganz regelmäßig nach 3—5 Tagen die Verschmelzung der Polkerne. Jedoch bei den gleichen, aber vor der Bestäubung behüteten Blüten erfordert die Ausbildung der Centralkerne zumeist mehr als zehn Tage, und selbst nach drei Wochen kommen hier da noch aneinander angeschmiegte Polkerne vor. Die Wirkung des einfachen Bestäubungsreizes kann auch derart geprüft werden, dass man die künstlich pollinierten Narben nach etwa 30 Stunden mit sterilisierter Schere abschneidet und die Schnittflächen mit gesehmolzenem Paraffin bestreicht. Ich konnte auch in dieser Weise die Beschleunigung der Polkernverschmelzung bewirken, obschon freilich keine Befruchtung nachher stattfand. Bei den parthenogenetischen *Alchemilla*-Arten erfolgt, nach Murbeck (1901, p. 31), zwar die Verschmelzung der Pol-

1) Das scheinbar davon abweichende Verhalten bei einigen Liliaceen (Guignard, 1899, 1900 etc.) ist aber anderer Erklärung zugänglich. Man vergleiche hierüber meinen früheren Aufsatz (Shibata, 1902, p. 65).

2) Die Erörterung der morphogenen Wirkungen des Bestäubungsreizes findet man bei Goebel, 1901, p. 793 ff.

kerne, jedoch in sehr ungleichen Zeitpunkten; bald vor der Teilung der Eizelle, bald nach fortgeschrittener Embryobildung. Dieses bemerkenswerte Verhalten kann, wie mir scheint, wohl dem Mangel an regulierender Wirkung des Bestäubungsreizes bei jenen Pflanzen zurückgeführt werden. Ferner ist das Ausbleiben der Polkernverschmelzung bei *Balanophora* (Treub, 1898, p. 15) und *Antennaria alpina* (Juel, 1900, p. 23) nunmehr als eine Folge apogamer, resp. parthenogenetischer Fortpflanzungsweise neu erworbene Eigenschaft aufzufassen.

Nach meinen Versuchen üben zwar das Licht, starke Schwankungen des Luftdrucks und mäßige Steigerung und Erniedrigung der Temperatur (32° — 8° C.) keinen merklichen Einfluss auf die Vorgänge der Polkernverschmelzung aus, während dieselben bei einer höheren Temperatur von 35° — 37° C. vollständig unterdrückt werden¹⁾. Es wäre von Interesse, zu untersuchen, ob die Temperaturgrenze für die Verschmelzung vegetativer Kerne im allgemeinen einen weiteren Spielraum als die Kopulation sexueller Kerne aufweisen werden.

Ich habe gelegentlich die Beobachtung gemacht, dass bei den aus unvollkommen verschlossenen Karpellen bestehenden Fruchtknoten die nackt gelegenen Samenanlagen, die sonst gesund und kräftig entwickelt waren, nie zur Ausbildung von Centralkernen kamen. Die Ursache lässt sich natürlich nicht leicht herausfinden; doch vermute ich vorläufig, dass die anomale Transpirationsbedingung, der die betreffenden Samenanlagen widernatürlich ausgesetzt waren, hierbei eine gewisse Rolle gespielt haben dürfte.

Vergrößerung und Auswachsen der Antipoden. Die morphologische Natur der Antipoden ist bisher nicht völlig aufgeklärt; man vergleicht sie bald mit dem funktionslosen Eiapparat, bald mit einem Teil von Prothalliumgewebe. In neueren Zeiten sind auch die sekundär erworbenen Funktionen der Antipoden, die bei gewissen Pflanzen oft eine ansehnliche Größe und Gestalt besitzen, der Gegenstand von lebhafter Diskussion geworden (vergl. Goebel, 1901, p. 805). Ich untersuchte nun, von rein entwicklungsphysiologischem Gesichtspunkte aus, ob die Veränderung der Form und Größe der Antipoden durch bestimmte experimentelle Eingriffe induziert werden kann. Dies erreichte ich zunächst bei den reifen Samenanlagen durch die bloße Unterdrückung der Befruchtung.

Die dreizelligen Antipoden von *M. uniflora* sind sehr klein und zeigen keine Besonderheiten in ihrem Bau, wie es bekanntlich auch bei *M. hypopitys* der Fall ist. Nach stattgefunder Befruchtung gehen diese Antipoden stets ohne jede weitere Veränderung allmählich zu

1) Es verdient einmal experimentell erprobt zu werden, ob bei den kälterem Klima angepassten Orchideen (vergl. Strasburger, 1900, p. 295) dasselbe Verhalten, das Nawaschin (1900, p. 229) bei tropischen Orchideen beobachtet hat, durch die Temperaturerhöhung künstlich hervorgerufen werden.

Grunde. Aber bei den Versuchspflanzen, die vollkommen vor der Bestäubung geschützt waren, fangen etwa nach einer Woche die Antipodenzellen in der Mehrzahl von Samenanlagen mehr oder minder auszuwachsen an. In extremen Fällen begegnet man den enorm vergrößerten, bald kugeligen, bald blasenförmigen Antipodenzellen, die die Embryosackkerne seitwärts verdrängend, den ganzen Raum des Embryosackes in Anspruch nehmen.

Die Antipodenkerne vergrößern sich auch dabei und zeigen oft eine besondere Struktur, darauf will ich in meiner ausführlicheren Arbeit näher eingehen. Es ist aber begreiflich, dass den Antipoden, die in der Hauptbahn der im Embryosack zugeführten Nährstoffe eingeschaltet sind, eine gewisse Tendenz zum Auswachsen innewohnt, die beim Mangel an hemmendem Einfluss der in rechter Zeit zu treffenden Befruchtung oft zum vollen Ausdruck kommt. Ob dieser hemmende Einfluss der Befruchtung lediglich vom Beschlagnahmen der disponiblen Nährstoffe durch das sich entwickelnde Endosperm herrihrt, ist nicht leicht einzusehen¹⁾. In dieser Hinsicht ist folgende Erfahrung von einiger Bedeutung: bei den Kulturen²⁾ in höherer Temperatur (über 30° C.) habe ich die Antipodenvergrößerung gar nicht oder nur selten nachgewiesen. Wie schon angedeutet, wird der Turgordruck des Embryosackes durch die höhere Temperatur anscheinend gesteigert, wie es sonst bei normal erfolgter Befruchtung geschieht. Man meint dann unwillkürlich, dass die Hemmungen des Antipodenwachstums durch die Befruchtung und die höhere Temperatur gerade in diesem Punkte ihre gemeinsame Ursache besitzen möchten.

Parthenogenetische Entwicklung des Endosperms. Seit der überraschenden Entdeckung der „doppelten Befruchtung“ durch Nawaschin und Guignard haben nach und nach die Beispiele sich aus verschiedenen Pflanzenfamilien bereichert. Man bezweifelt heute kaum mehr die Allgemeinheit der nämlichen Erscheinung bei den Angiospermen; oder wenigstens haben wir keinen Gegengrund gegen diese Annahme. Speziell für unsere Versuchspflanze, die Gattung *Monotropa*, haben schon Strasburger (1900) und ich (1902) den sicheren Nachweis dieses Vorganges geliefert. Diese unerwartete Entdeckung hat zur lebhaften Diskussion über das Wesen der Befruchtung überhaupt und die morphologische Natur des Endosperms Anlass gegeben. Bezüglich der erstenen Frage wurde unsere Auffassung dadurch immer mehr präzisiert: hierüber vergleiche man die Aufsätze von Strasburger (1900), Winkler (1901) u. A. Was den zweiten Punkt betrifft, so bestehen augenblicklich zwei verschiedene Ansichten. Nach

1) Der einfache Bestäubungsreiz reicht nicht aus, das Auswachsen der Antipoden zu verhindern.

2) Ebenfalls vor der Bestäubung geschützten.

der von Nawaschin (1900 etc.) vertretenen Meinung stellt das Endosperm einen zweiten Embryo vor, der dem anderen aus der Eizelle hervorgegangenen schließlich als Nahrung dient und dementsprechend umgestaltet ist. Nach einer anderen von Strasburger (1900, p. 310), Goebel (1901, p. 793) u. A. ausgesprochenen Ansicht, ist das Endospermgewebe nichts anderes als das Prothallium, dessen Ausbildung von der jeweiligen Befruchtung abhängig gemacht wurde. Die Verschmelzung der zweiten Spermakerne mit dem Centralkern bezweckt also das Verschaffen des nötigen Entwicklungsreizes, nicht aber die Uebertragung des „Idioplastas“; der Vorgang, der auch als „vegetative Befruchtung“ bezeichnet wurde.

Ich ging nun von den Gedanken aus, dass, falls die letzterwähnte Ansicht eine richtige ist, zwischen dem eigentlichen Sexualkern (Eikern) und dem Embryosackkern (vegetativer Prothalliumkern) ein gewisser Unterschied in ihrer Neigung zur parthenogenetischen Entwicklung, oder in anderen Worten, in ihrem Bedürfnis nach dem Entwicklungsreiz, der die Befruchtung regelmäßig hervorbringt, irgend nachgewiesen werden muss. Das ist eine Frage, die einem experimentellen Studium zugänglich ist. Die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Versuche lassen sich kurz in folgenden Worten zusammenfassen: unter bestimmten Versuchsbedingungen kann die parthenogenetische, d. h. von der Befruchtung unabhängige Entwicklung des Endosperms hervorgerufen werden.

Wenn man die in oben angegebener Weise an der Bestäubung verhinderten Pflanzen längere Zeit im Zimmer oder im Thermostat kultiviert, so bemerkt man nach etwa 2–3 Wochen die Embryosäcke in zahlreichen Samenanlagen allmählich absterben, während bei den übrigen eine starke Volumenzunahme eintritt. Nur in solchen vergrößerten Embryosäcken beginnt der Centralkern ganz spontan sich wiederholt zu teilen, so dass nach wenigen Tagen dort ein parthenogenetisches Endospermgewebe zu stande kommt. Die Eiapparate und vielfach auch die Antipoden, die dabei früher oder später kollabierten, wurden in gelbe, stark lichtbrechende Massen umgewandelt¹⁾.

Diese spontan eintretenden Teilungen der Centralkerne oder die parthenogenetische Entwicklung der Endospermgewebe tritt gewöhnlich etwa bei 3–5% der Samenanlagen auf. Ich konnte jedoch den Prozentsatz auf 6–12 steigern, durch die länger fortgesetzte Kultivierung bei 28° C. und auch durch die vorherige Behandlung mit osmotischen Lösungen ($\frac{3}{10}$ — $\frac{5}{10}$ Mol.) von Traubenzucker, Harnstoff,

1) Ich will ausdrücklich bemerken, dass bei dem normal bestäubten Fruchtknoten einzelne unbefruchtet gebliebene Samenanlagen ausnahmslos abortierten.

$MgCl_2$, KNO_3 etc. Ich habe ferner oftmals die karyokynetische Teilungsfigur im parthenogenetischen Endosperm beobachtet, wobei die Chromosomenzahl sich augenscheinlich geringer als bei dem normalen Endospermkerne erwies.

Das parthenogenetisch entstandene Endospermgewebe unterscheidet sich von dem normal durch die Befruchtung hervorgebrachten, wenn man von der steten Abwesenheit des Embryos absieht, noch in einigen anderen Punkten: so zum Beispiel ist die erstere durch die häufig eintretende Vielkernigkeit, schiefe Lage der Zellwände, geringere Ablagerung der Reservestoffe und mehr oder minder unvollkommene Ausbildung der Samenschale charakterisiert. Diese kleinen Verschiedenheiten reichen jedoch keineswegs aus, die Gleichwertigkeit beider Gebilde zu bezweifeln; der Schwerpunkt liegt darin, dass es sich hierbei um einen aus dem Centralkern hervorgegangenen vielzelligen Gewebekörper handelt. Vor allem scheint es mir sicher zu sein, dass der Centralkern von vornherein mit einer selbständigen Entwicklungskraft begabt ist, die jedoch beim äußerst langsamen Ablauf der Ruheperiode schließlich nur bei einer geringeren Anzahl von den im günstigen Zustande befindlichen, überlebenden Embryosäcken zur vollen Entfaltung kommen kann¹⁾). Der von der höheren Temperatur und den osmotischen Lösungen ausgeübte Reiz bedingt jedoch im gewissen Grade die Beschleunigung dieses Entwicklungsprozesses, die sonst durch die Befruchtung unfehlbar bewirkt wird.

Die hochinteressanten Untersuchungen von G. Klebs haben ergeben, dass bei niederen Thallophyten die künstliche Parthenogenese oft ohne Schwierigkeit gelingt: so zum Beispiel bei *Spirogyra* durch die Einwirkung vier bis sechsprozentiger Rohrzuckerlösung (1896, p. 247), bei *Protosiphon* durch die höhere Temperatur (1896, p. 209) u. s. w. Bei den höheren Pflanzen kennt man aber bislang nur den einzigen Fall bei den *Marsilia*-Eiern, die Nathansohn (1900) durch die höhere Temperatur zur parthenogenetischen Entwicklung zwingen konnte. Die bekannten neueren Erfahrungen aus dem Tierreich (Loeb, 1899; Winkler, 1901) sprechen aber dafür, dass auch bei den Blütenpflanzen in Zukunft vielleicht eine künstliche Parthenogenese gelingen könnte²⁾.

Ich habe zwar in einzelnen Fällen die Zweiteilung der vergrößerten Eizelle und ferner die Vermehrung der Antipodenzelle beobachtet; jedoch konnte ich leider die dabei wirksamen Ursachen nicht näher

1) Es ist noch nicht sicher, ob die isoliert liegenden Polkerne auch zu dieser parthenogenetischen Entwicklung befähigt sind; ich habe aber einige Male dafür sprechende Fälle beobachtet.

2) Vergl. hierüber Pfeffer (1901, p. 177) und Klebs (1900, II, p. 212). In allerneuester Zeit wurde der dritte Fall von habitueller Parthenogenese von Overton beschrieben (Parthenogenesis in *Thalictrum*. Bot. Gaz. 1902, Nr. 5).

präzisieren. Es ist sehr interessant, zu bemerken, dass bei künstlicher Parthenogenese ein gewisser Antagonismus zwischen Eizelle und Embryosackkern zu existieren scheint. Wenn der letztere zur Entwicklung fortschreitet, so geht der Eiapparat unfehlbar zu Grunde, wie es schon oben angedeutet wurde. Wir erinnern an die berühmten Fälle von *Balanophora* (Treub, 1898) und *Coelebogyne ilicifolia* (Strasburger, 1878), wo die habituelle Parthenogenese von Endospermgeweben auch stets von der Zerstörung der eigentlichen Eiapparate begleitet wird.

Nach obigen Versuchsresultaten kann es allerdings als erwiesen gelten, dass zwischen Eikern und Centralkern ein bedeutsamer Unterschied in der Neigung zur parthenogenetischen Entwicklung besteht, obwohl sie sonst in ganz gleicher Weise durch die Verschmelzung mit je einem Spermakerne den nötigen Entwicklungsreiz bekommen¹⁾. Ich muss mich nunmehr der Meinung Strasburger's anschließen, dass wir es bei der Endospermbefruchtung mit einer „fraktionierten Prothalliumbildung“ zu thun haben.

Inwieweit die spezifische Befähigung zur parthenogenetischen Endospermbildung bei verschiedenen Pflanzen ausgebildet ist, darüber müssen künftige experimentelle Studien Auskunft geben²⁾. Doch möchte ich das Verhalten von *Monotropa*, einer streng sexuellen Pflanze, vorläufig als ein typisches, für die Mehrzahl der Angiospermen geltendes betrachten.

Obschon die vorstehenden bescheidenen Erfolge keineswegs meinem ursprünglichen Ziel entsprechen, bin ich doch nunmehr überzeugt, dass die feineren Vorgänge der sexuellen Fortpflanzung bei den Blütenpflanzen auch einer experimentell-physiologischen Forschung zugänglich sind. Ich hoffe, dass damit zugleich eine tiefere Einsicht in den Aufbau und die Entwicklung angiospermer Gametophyten gewonnen werden wird.

[73]

Tokyo, Botanisches Institut, Ende Juli 1902.

Litteratur.

1901. Goebel, K. Organographie der Pflanzen, II, 2, 2. 1901.
 1899. Guignard, L. Sur les anthérozoides et la double copulation sexuelle.
 Rev. gen. bot. 1899.

1) Dass die befruchteten Embryosackkerne stets eine viel raschere und energischere Teilung als die Eikerne ausführen, ist, von diesem Gesichtspunkte aus, leicht erklärlich.

2) Es ist noch nicht ganz sicher, ob bei der von Treub (1891) studierten *Casuarina* zahlreiche Endospermkerne wirklich vor der Befruchtung gebildet werden (vergl. Goebel, 1901, p. 804). Gleiches gilt auch von einer gelegentlichen Beobachtung von Coulter bei *Ranunculus* (Bot. Gaz., 1898, XXV, p. 83).

1900. Ders. L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes. Ann. sc. nat. bot. sér. 8, t. XI, 1900.
1900. Juel, H. O. Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kongl. Svens. Veteus.-Acad. Handl. Bd. XXXVIII, Nr. 5, 1900.
1896. Klebs, G. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. 1396.
1898. Ders. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, I. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXII, 1898.
1900. I. Ders. Ditto, III. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXV, 1900.
1900. II. Ders. Einige Ergebnisse der Fortpflanzungsphysiologie. Ber. d. D. Bot. Gesells., Bd. XVIII, 1900.
1882. Koch, L. Die Entwicklung des Samens von *Monotropa hypopitys* L. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIII, 1882.
1899. Loeb, J. On the nature of the process of fertilisation and the artificial production of normal larvae from the unfertilised eggs of the sea-urchin. Amer. Journ. Physiol., III, 1899.
1901. Murbeck, Sv. Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchemilla*. Lunds Univ. Arsskr., Bd. XXXVI, Nr. 7, 1901.
1900. Nathansohn, A. Ueber Parthenogenesis bei *Marsilia* und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Ber. d. D. Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, 1900.
1900. Nawaschin, S. Ueber die Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledonen. Ber. d. D. Bot. Gesellsch., Bd. XVIII, 1900.
1901. Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie, II, 1, 1901.
1860. Sachs, J. Physiologische Untersuchungen über die Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur. 1860. (Gesammelte Abhandlungen, I.)
1902. Shibata, K. Die Doppelbefruchtung bei *Monotropa uniflora* L. Flora, Bd. XC, Heft 1, 1902.
1878. Strasburger, E. Ueber Polyembryonie. Jenaische Zeitschrift, Bd. XII, 1878.
1900. Ders. Einige Bemerkungen zur Frage nach der doppelten Befruchtung bei den Angiospermen. Bot. Zeitung, II, 19/20, 1900.
1891. Treub, M. Sur les Casuarinées et leur place dans le système naturel. Ann. jard. bot. Buitensorg. Vol. X, 1891.
1898. Ders. L'organe femelle et l'apogamie du *Balanophora elongata* Bl. Ann. jard. bot. Buitensorg. Vol. XV, 1898.
1901. Winkler, H. Merogonie und Befruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXVI, 1901.

Einige Bemerkungen zu J. Sjöstedt's „Monographie der Termiten Afrikas“⁽¹⁾.

Von E. Wasmann S. J. (Luxemburg).

Die Monographie Sjöstedt's über die Termiten Afrikas ist ein schönes und verdienstvolles Werk, durch welches das Studium der

1) Separat aus: K. Svensk. Akad. Handl. Vol. XXXIV, n° 4, Stockholm 1900.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Shibata Keita

Artikel/Article: [Experimentelle Studien u ber die Entwicklung des Endosperms bei Monotropa. 705-714](#)