Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkernes beraubten Protoplasten.

Von

Ed. Palla.

(Hierzu Tafel XIII.)

I.

Seitdem durch Hertwig für die Thiere, durch Strasburger für die Pflanzen erwiesen worden ist, welche bedeutende Rolle der Zellkern bei dem Geschlechtsacte spielt, ist von Zoologen wie von Botanikern bereits mehrfach der Versuch gemacht worden, die Frage, ob gewisse, beziehungsweise welche Functionen des Protoplasts an die Gegenwart des Zellkernes gebunden sind, zu lösen. Es sei nur auf die Arbeiten der Zoologen Balbiani, Gruber, Nussbaum, Verworn, Korschelt und Hofer verwiesen; Gruber ist zugleich der erste, der eine Nachwirkung der Zellkernthätigkeit annimmt [1]). Von Botanikern hat zuerst Schmitz Beobachtungen veröffentlicht, welche auch die Frage nach eventuellen Beziehungen des Zellkerns zu den Functionen der anderen Protoplastentheile berühren. Schmitz [2]) fand, dass das Protoplasma der vielkernigen Zellen der *Siphonocladiaceen* bei einer Verletzung der Zelle sich gewöhnlich zu mehreren grösseren oder kleineren Kugeln gestaltet. Diese Kugeln umgeben sich sehr rasch mit einer Membran, enthalten dann aber stets mindestens einen Zellkern. Plasmatheile, die überhaupt keinen Kern besitzen, gehen immer ohne die Bildung einer Zellhaut zu Grunde. Schmitz kommt zu dem Schlusse: »Die Eigenschaft des Plasmas der *Siphonocladiaceen*-Zellen, dass auch einzelne losgetrennte Stücke desselben lebensfähig bleiben und sich zu neuen selbständigen Zellen [3]) gestalten können, ist somit nicht dem Protoplasma als solchem eigen. Es ist vielmehr dafür, dass ein abgerissener Theil des Protoplasmas selbständig als Zelle sich gestalte und weiterlebe, durchaus erforderlich, dass dieses losgetrennte Protoplasmaklümpchen einen oder mehrere Zellkerne der Mutterzelle enthalte« [4]).

Sehr wichtig sind die Arbeiten von Klebs [5]). Derselbe wendete bei seinen Versuchen eine Methode an, die es gestattet, einen Protoplast ohne

1) Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoën. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. I. Bd. 1886. S. 46.

2) Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladiaceen. Festschrift der Naturforsch. Ges. in Halle a. S. 1879. S. 273.

3) Hiermit ist wohl, nach der ganzen Darstellung von Schmitz, hauptsächlich die Ausbildung einer Zellhaut gemeint. Ob diese Zellen weiter wachsen, findet sich nicht direct erwähnt.

4) a. a. O. S. 306.

5) Ueber den Einfluss des Kernes in der Zelle. Biolog. Centralbl. VII. Bd. 1887. S. 161. — Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Unters. a. d. botan. Institut zu Tübingen. 1888. S. 551.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0318-1

grobe mechanische Verletzung in einen kernhaltigen und einen kernlosen Theil zu trennen. Klebs cultivirte verschiedene Pflanzenzellen in 16—25 %igen Rohrzucker-Lösungen. Bei der sich einstellenden Plasmolyse geschah es dann häufig, dass in langgestreckten Zellen der Protoplast in zwei Hälften zerfiel, von denen die eine den Zellkern enthielt, die andere kernlos war. Auf diese Weise gelang es Klebs, kernlose Protoplaste von *Zygnema*, *Spirogyra* und *Oedogonium* sowie von den Blattzellen von *Funaria hygrometrica* zu erhalten. An solchen kernlosen Protoplasten fand nun Klebs vor allem, dass sie im Stande waren, sich sehr lange Zeit hindurch am Leben zu erhalten; wurden sie im Dunklen gehalten, so verschwand die in ihren Chloroplasten vorhandene Stärke, ein Beweis, dass auch in ihnen gewisse Processe des Stoffwechsels vor sich gehen müssen, vor allem Athmung. Weiter konnte die wichtige Thatsache festgestellt werden, dass bei *Spirogyra* und *Zygnema* Stärkebildung auch ohne die Gegenwart des Zellkernes stattfinden kann; denn wurden durch Aufbewahrung im Dunklen entstärkte *Spirogyren* und *Zygnemen* dem Lichte ausgesetzt, so erfüllten sich auch die Chloroplasten der kernlosen Stücke mit Stärke, und zwar viel reichlicher als jene der kernhaltigen. Dagegen konnte Klebs nie beobachten, dass kernlose Protoplaste sich mit einer Zellhaut umgeben hätten; ebensowenig konnte er ein Wachsthum derselben feststellen.

Eingehend hat sich endlich Haberlandt mit unserer Frage beschäftigt. In seiner Arbeit »Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen«[1]) wird eine grosse Anzahl von Beispielen zusammengestellt, die darthuen, dass in Zellen, welche ein lebhaftes localisirtes Längenwachsthum zeigen oder eine starke einseitige Verdickung ihrer Membran aufweisen, der Zellkern eine solche Lage einnimmt, dass er direct in der nächsten Nähe des stärksten Wachsthums oder der stärksten Zellhautbildung sich befindet oder wenigstens durch Plasmafortsätze auf dem kürzesten Wege mit jenen Stellen verbunden ist. Aus diesen Lagerungsverhältnissen schliesst Haberlandt, »dass der Kern beim Wachsthum der Zelle, speciell beim Dicken- und Flächenwachsthum der Zellhaut eine bestimmte Rolle spielt«[2]). Haberlandt führt überdies experimentelle Versuche mit *Vaucheria* an; er zerschnitt *Vaucheria*-Fäden in 5—10 %iger Rohrzuckerlösung und fand, dass eine grosse Anzahl der bei der Operation ausgestossenen Plasmaballen am Leben blieb. Diese lebensfähigen Plasmaballen hatten alle das gemeinsam, dass sie in allen sicher untersuchten Fällen mindestens einen Zellkern besassen, weshalb Haberlandt geneigt ist, anzunehmen, »dass die Lebensfähigkeit der ausgeworfenen Plasmatheile an das Vorhandensein

1) Jena 1887.
2) a. a. O. S. 99.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0319-9

mindestens eines Zellkernes gebunden ist«[1]). In Bezug auf die Bildung einer Zellhaut verhielten sich die erwähnten Plasmaballen sehr verschieden, indem die einen sehr bald mit einer Membran sich umkleideten, während die anderen überhaupt keine Zellhaut bildeten. Endlich weist Haberlandt die schon aus Engelmann's[2]) Versuchen hervorgehende Unabhängigkeit der Assimilation der Chlorophyllkörper von der Gegenwart des Zellkerns speciell für die Chloroplasten der Blattzellen von *Funaria hygrometrica* nach.

In einer anderen Arbeit[3]) hat dann Haberlandt noch weitere Beobachtungen veröffentlicht, die für eine Abhängigkeit der Zellhautbildung vom Zellkerne sprechen. Er untersuchte die Haare mehrerer *Cucurbitaceen*, wie *Bryonia dioeca*, *Sicyos angulata* und *Momordica Elaterium*, welche die Erscheinung der »Einkapselung« zeigten, und fand, dass nur solche Plasmatheile sich einkapseln, also mit einer Membran umgeben, welche den Zellkern besitzen. Ebenso beobachtete Haberlandt an den vielkernigen Bastzellen von *Nerium Oleander*, *Vinca minor* und *Linum usitatissimum* und *narbonense*, die meist mehrere Kapseln enthielten, dass stets jede Kapsel im Besitze mindestens eines Zellkernes war; kernlose eingekapselte Protoplasmatheile kamen nicht vor.

Es geben also die Arbeiten der Botaniker übereinstimmend an, dass ihres Kernes beraubte Protoplaste nicht im Stande sind, eine Zellhaut zu bilden, so dass die Membranerzeugung an die Gegenwart des Zellkernes gebunden erscheint. Wie ich bereits in einer früheren vorläufigen Mittheilung[4]) in Kürze berichtet habe, ist es mir dagegen gelungen, nachzuweisen, dass Zellhautbildung auch an Protoplasten statthaben kann, welche des Kernes verlustig gegangen sind. Ich habe seither meine diesbezüglichen Beobachtungen noch fortgesetzt und gebe im folgenden die Ergebnisse meiner Versuche. Zum Schlusse werde ich dann die Frage zu erörtern haben, ob man die Zellhautbildung für einen vom Zellkerne durchaus unabhängigen Process anzusehen hat oder die hier zu besprechenden Fälle als Nachwirkungserscheinungen der Zellkernthätigkeit aufzufassen sind.

II.

1. Beobachtungen an Pollenschläuchen.

Die Pollenkörner der nachstehend besprochenen Pflanzenarten wurden in den in der zweiten Auflage von Strasburger's botanischem Practicum

1) a. a. O. S. 90.

2) Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen. Botan. Zeit. 1881. S. 441 u. f.

3) Ueber Einkapselung des Protoplasmas mit Rücksicht auf die Function des Zellkernes. A. d. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturwiss. Classe Bd. XCVIII. Abth. I. März 1889. S. 190.

4) Ber. d. deutschen botan. Ges. VII. Jahrg. 1889. S. 330.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0320-0

angegebenen Rohrzucker-Gelatine-Lösungen und zwar im hängenden Tropfen cultivirt; meist wurde jedoch der Gehalt an Gelatine erhöht, da es sich zeigte, dass in Folge dessen zwar nicht das Platzen der Pollenschläuche verhindert, wohl aber bewirkt wurde, dass die hierbei ausgestossenen Plasmatheile leichter am Leben blieben. Die Culturen wurden bei derselben Pflanzenart theils im Dunklen, theils am Lichte vorgenommen; für die zu besprechenden Vorgänge war dies von keinem wesentlichem Einflusse. Die Zellkerne wurden bei *Leucoium vernum*, *Galanthus nivalis* und *Scilla bifolia* (zum Theile) durch Methylgrün-Essigsäure, bei den übrigen Pflanzenarten durch Borax-Carmin zur Anschauung gebracht. Die Reaction auf Cellulose wurde überall mit Chlorzink-Jod durchgeführt und ergab stets ein positives Resultat.

Das Platzen der Pollenschläuche, das, wie sich zeigen wird, für die nachstehend zu schildernden Beobachtungen von der grössten Wichtigkeit war, erfolgt bei künstlichen Culturen ungemein leicht; oft genügt schon eine geringe Erschütterung des Präparates, um dasselbe herbeizuführen. Wohl stets dürfte es die Spitze des Pollenschlauches sein, an welcher das Platzen statt hat; da jedoch gerade hier die Zellhaut sehr zart ist, so gelingt es nicht, den in ihr entstandenen Riss aufzufinden. Auffallend ist es, dass der Protoplast den geplatzten Scheitel, selbst wenn der Protoplasmaverlust ein ganz unbeträchtlicher ist, aufzugeben pflegt, indem er sich von der verletzten Stelle durch eine Cellulosekappe abschliesst und gewöhnlich auch zugleich sein Längenwachsthum überhaupt einstellt, während in günstigen Fällen, stets aber nur wo wenigstens der vegetative Kern im Schlauche zurückgeblieben ist, an irgend einer Stelle des Schlauches eine Aussackung entsteht, welche weiter wächst, den geplatzten Scheitel zur Seite schiebt und den ursprünglichen Schlauch fortsetzt. Da sich auch an diesen neu ausgetriebenen Schläuchen derselbe Vorgang wiederholen kann, so sieht man bisweilen Pollenschläuche, die sympodial bis aus vier nacheinander entstandenen Schläuchen aufgebaut sind.

Leucoium vernum.

Die leicht keimenden Pollenkörner trieben ziemlich rasch oft sehr lange Schläuche, die häufig an ihrer Spitze platzten. Traten hierbei, was nicht selten geschah, beiderlei Zellkerne aus, so ging gewöhnlich der im Schlauche verbleibende kernlose Plasmatheil zu Grunde, ohne eine Zellhaut zu bilden. In einigen Fällen konnte jedoch beobachtet werden, dass das kernlos gewordene Schlauchplasma sich mit einer Cellulosekappe gegen den verletzten Scheitel hin abschloss. Häufig geschah dies, wenn beim Platzen blos der generative Kern verloren ging, der vegetative jedoch im Schlauche verblieb [1]). Manchmal kam es vor, dass an geplatzten

1) Bei *Leucoium vernum*, wie bei vielen Monokotylen überhaupt kann man beobachten, dass in den wachsenden Pollenschläuchen bald der generative, bald der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0321-6

Pollenschläuchen, nach der Ausbildung der Cellulosekappe unterhalb der verletzten Spitze, ein neuer Scheitel sich bildete, der später den Schlauch fortsetzte; in solchen Fällen wurde festgestellt, dass der vegetative Kern im Schlauch zurückgeblieben war und die Bildung des neuen Scheitels gewöhnlich über demselben erfolgte. Die beim Platzen des Schlauches ausgestossenen Plasmatheile gingen stets sofort zu Grunde.

Galanthus nivalis.

Die rasch wachsenden Pollenschläuche platzten sehr häufig an ihrer Spitze, wobei gewöhnlich sowohl der generative als auch der vegetative Zellkern mit ausgestossen wurden. In den meisten Fällen erhielt sich der im Schlauche verbliebene Protoplasmarest am Leben, auch wenn er ganz kernlos geworden war, und schloss sich gegen den verletzten Scheitel hin durch eine Cellulosekappe ab. Dann zerfiel er gewöhnlich in mehrere Theile, deren Länge häufig dem Abstande je zweier der hier, wie bekannt, typisch auftretenden Cellulosepfropfen entsprach; diese Theile kapselten sich oft sämmtlich ein, das heisst, sie umgaben sich mit einer Zellhaut, oder es umkleideten sich wenigstens die der Schlauchspitze zunächst gelegenen Theile mit einer Cellulosemembran (Fig. 1). Die ausgestossenen Plasmapartien gingen sofort zu Grunde, mochten sie den einen oder beiderlei Zellkerne enthalten oder nicht; in einem Falle jedoch wurde beobachtet, dass sich ein ausgestossener, und zwar kernloser, Protoplasmatheil lebend erhielt und mit einer Zellhaut umgab.

Scilla bifolia.

In den meisten Fällen, wenn die Pollenschläuche platzten, wobei fast regelmässig die Kerne mit austraten, zerfiel der im Pollenschlauche zurückgebliebene Protoplasmarest in oft zahlreiche Partien, die sich zumeist sämmtlich einkapselten; so waren zwanzig und darüber grössere und kleinere Kapseln in einem Schlauche nicht gerade selten. Sehr häufig kam es vor, dass beim Platzen des Schlauches ausgestossene Plasmapartien sich lebend erhielten und mit einer Cellulosemembran umgaben (Fig. 2); bis auf einen Fall wurden dieselben alle kernlos befunden. Bei manchen solcher ausserhalb des Pollenschlauches entstandenen Kapseln konnte beobachtet werden, dass sie an einer Stelle eine mehr oder minder kugelförmige bis ellipsoidische Aussackung aufwiesen, die manchmal die Grösse der Kapsel selbst erreichte; solche Kapseln erinnerten lebhaft an sprossende Hefe. Die Aussackungen traten stets nur in der Einzahl an den Kapseln auf, auch wurde an der Aus-

---

vegetative Zellkern vorausgeht, eine bestimmte Regel für das Vorausschreiten des einen oder des anderen Kernes also sich nicht feststellen lässt; vergl. diesbezüglich auch Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen, 1884, S. 15.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0322-2

sackung selbst nicht wieder eine weitere Aussackung beobachtet. Ich glaube, dass in dieser Erscheinung ein localisirtes Wachsthum der Kapseln vorliegt, wenn ich auch gestehen muss, dass ich derartige mit einer Aussackung versehene Kapseln zufälligerweise nur in solchen Präparaten zur Ansicht bekam, wo sie bereits abgestorben waren, so dass ich immerhin zugeben muss, dass solche Kapseln auch derart entstanden sein konnten, dass der ausgestossene Plasmatheil die beschriebene Gestalt bereits besass, bevor er sich mit einer Zellhaut umgab. Zweifellos aber hatte ein Wachsthum der Kapseln in jenen wenigen Fällen stattgefunden, wo die Kapseln (die sich alle als kernlos erwiesen) in einen den Durchmesser der Kapseln an Länge mehrmals übertreffenden Schlauch sich verengten, trotzdem auch diese gleichfalls erst im abgestorbenen Zustande bemerkt wurden; denn beobachtet man beim Platzen eines Pollenschlauches das austretende Plasma, so kann man wahrnehmen, dass es hierbei, vorausgesetzt natürlich, dass es lebend bleibt, das Bestreben zeigt, eine mehr minder kugelförmige Gestalt anzunehmen; dass aus dem Schlauche austretendes Plasma eine langgestreckte, einem keimenden Pollenkorne gleichende Gestalt angenommen hätte, konnte nie beobachtet werden.

Hyacinthus orientalis.

An den Pollenschläuchen dieser Pflanze wurden ganz ähnliche Erscheinungen constatirt, wie an jenen von *Scilla bifolia*. Auch hier traten beim Platzen solcher Schläuche, die bereits eine beträchtliche Länge erreicht hatten, gewöhnlich beiderlei Kerne aus und das im Schlauche zurückgebliebene Protoplasma zerfiel in oft zahlreiche Theile, die sich mit einer Cellulosehaut umgaben. Sehr häufig konnte man beobachten, dass in dem noch von der Exine umgebenen Theile der Pollenzelle sich eine, manchmal auch zwei oder drei Kapseln mit bisweilen geschichteter Membran bildeten (Fig. 3); hie und da entstand innerhalb einer solchen Kapsel in Folge einer aus unbekannten Gründen sich einstellenden Contraction des Protoplasmas nochmals eine Kapsel. Uebrigens trat auch bei älteren ausgekeimten Pollenkörnern mit nicht geplatzten Schläuchen die Bildung einer Kapsel innerhalb des von der Exine eingeschlossenen Theiles der Pollenzelle häufig genug auf. Oefters kam es an Schläuchen, die bereits eine recht ansehnliche Länge besassen und an ihrer Spitze meist mehr oder weniger stark angeschwollen waren, vor, dass an dem Scheitel ganz kleine Plasmatheile austraten, gewissermassen durchgepresst wurden, ohne dass äusserlich eine Verletzung der Schlauchwand zu bemerken war; solche oft winzige Protoplasmapartien umkleideten sich gleichfalls mit einer Cellulosemembran. Die Erscheinungen, die früher an *Scilla bifolia* als ein Zeichen stattgefundenen Wachsthums gedeutet worden sind, kamen bei *Hyacinthus orientalis* ebenfalls vor.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0323-8

Hemerocallis fulva.

Die durch ihre Grösse ausgezeichneten Pollenschläuche dieser Pflanze wurden dadurch sehr bemerkenswerth, dass sie beim Platzen in Folge ihrer Breite oft ganz ansehnliche Protoplasmamassen verloren, die sich am Leben erhielten und eine Zellhaut ausbildeten. Solche Kapseln (Fig. 4) erwiesen sich in der überwiegenden Anzahl der Fälle als kernlos. Sie zeichneten sich übrigens nicht bloss durch ihre Grösse, sondern auch dadurch aus, dass ihre Cellulosemembran fast stets sehr deutlich geschichtet war, manchmal auch Vorsprünge in das Kapselinnere bildete (Fig. 4, II.). Die einzelnen Stadien von dem Austreten der Plasmatheile bis zu deren Umkleidung mit einer Membran, die wie bei den übrigen angeführten Pflanzenarten gewöhnlich innerhalb 24 Stunden vor sich ging, konnten hier besonders deutlich verfolgt werden.

Gentiana excisa.

Die Pollenschläuche entwickelten sich fast stets normal fort, ohne zu platzen, und bildeten gewöhnlich, nachdem sie eine ansehnliche Länge erreicht hatten, an der Spitze oft eine sehr bedeutende kolbige Anschwellung, in welcher in den meisten Fällen der vegetative und der meist schon getheilte generative Zellkern lagen. Der Protoplast befand sich nicht in der ganzen Länge des Schlauches, sondern in der Scheitelhälfte desselben; die andere Hälfte stellte einen leeren Schlauch dar. Unterhalb der Anschwellung zerfiel häufig das Protoplasma in mehrere kernlose Theile, die sich einkapselten; auch das Protoplasma der Anschwellung, das, wie erwähnt, gewöhnlich die Zellkerne enthielt, umgab sich öfters mit einer Membran. Ausserhalb des Pollenschlauches zur Entwicklung gelangte Kapseln wurden nicht beobachtet.

Cytisus Weldeni.

Bei dieser Pflanze wurden zwar keine Einkapselungen innerhalb der Pollenschläuche beobachtet, dagegen bildeten aber die in Folge des Platzens, welches sich hier in ungewöhnlicher Häufigkeit einstellte, ausgetretenen Plasmamassen ungemein häufig eine Cellulosehaut. Die so entstandenen Kapseln enthielten manchmal den einen oder anderen, auch beiderlei Zellkerne, gewöhnlich jedoch waren sie kernlos. Manche der kernlosen Kapseln liefen in lange Schläuche aus, deren Scheitel eine starke Verdickung aufwies (Fig. 5). Dass hier ein Wachsthum dieser Kapseln anzunehmen ist, dürfte wohl kaum zu bezweifeln sein. Eine etwaige Verwechslung mit normalen Pollenschläuchen, die ihre Exine abgestreift haben, ist durchaus ausgeschlossen; schon die viel geringere Grösse der Kapseln sowie deren Kernlosigkeit sprechen entschieden dagegen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0324-3

Dictamnus albus.

Auch bei dieser Pflanze wurden ganz ähnliche Erscheinungen wie bei *Cytisus Weldeni* wahrgenommen. Auch hier wiesen hie und da einzelne der kernlosen Kapseln einen mehr minder langen Schlauch auf; bisweilen wurde, wie bei *Scilla bifolia*, hefeartige Sprossung beobachtet. In vereinzelten Fällen wurden auch in den Schläuchen Kapseln (ohne Zellkern) gefunden.

Ich hatte meine Versuche mit Pollenschläuchen gerade zum Abschlusse gebracht, als die Abhandlung Tomaschek's »Ueber die Verdickungsschichten an künstlich hervorgerufenen Pollenschläuchen von Colchicum autumnale«[1]) erschien. Tomaschek beobachtete gleichfalls die Bildung von Kapseln in Pollenschläuchen von *Colchicum autumnale;* er sagt diesbezüglich auf S. 3 seines Aufsatzes: »Losgerissene Partien von Protoplasma sondern eine selbstständige Membran ab, von der sie vollständig eingeschlossen werden. Solche selbstständige, von einer besondern Membran umgebene Partien des Protoplasmas im Innern des Pollenschlauches gewinnen das Ansehen endogener Zellen.« (Vgl. hierzu Fig. 8 seiner Abhandlung.) Ueber das Verhalten der Zellkerne äussert sich Tomaschek merkwürdiger Weise gar nicht. Uebrigens hat Tomaschek schon im Jahre 1877[2]) diese Einkapselungen beobachtet und auch die bereits 1845 von Reissek[3]) erwähnten Erscheinungen dürften zum Theile hierher gehören.

Fassen wir die an den Pollenschläuchen gemachten Beobachtungen kurz zusammen, so ergibt sich, dass einerseits in den Pollenschläuchen befindliche losgetrennte, andererseits in Folge des Platzens der Schläuche ausgestossene Protoplastentheile sich lebend erhielten und mit einer Cellulosehülle umkleideten, auch wenn sie kernlos waren, was zumeist der Fall war. Auf das Wachsthum der kernlosen Kapseln soll hier weiterhin nicht eingegangen werden, da, wie schon

1) Botanisches Centralblatt. X. Bd. XXXIX. Nr. 27. 28. S. 1 u. f.

2) »Ueber die Entwickelung der Pollenpflänzchen des Colchicum autumnale L.« Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-Naturwiss. Cl. Bd. LXXVI (1877). S. 489. — Schon in dieser Abhandlung heisst es auf S. 491: »Sobald sich im Innern des Schlauches einzelne Protoplasmamassen aus dem Zusammenhange der Gesammtmasse desselben loslösen, bezieht sich die Ausscheidung neuen Zellenhautstoffes nur mehr auf diese vereinzelten Massen, wodurch diese letztere als selbstständige Zellen erscheinen. Fig. 4.« Vgl. übrigens auch noch: A. Tomaschek, Eigenthümliche Umbildungen des Pollens. Bull. de la soc. imp. des naturalistes de Moscou. T. XLIV. 2. S. 1. Jahrg. 1871.

3) S. Reissek, Ueber die selbstständige Entwickelung der Pollenzelle zur keimtragenden Pflanze. Verhandl. d. kais. Leop.-Carol. Akad. d. Naturf. XIII. Bd. II. Abth. S. 467—492.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0325-9

oben ausgeführt worden ist, das Wachsthum nicht direct verfolgt werden konnte, sondern auf dasselbe bloss geschlossen wurde, deshalb Einwände gegen die Deutung der angeführten Fälle auf stattgefundenes Wachsthum hin zulässig sind; ich gedenke, um diesbezüglich zu einem entscheidenden Ergebnisse zu gelangen, weitere Beobachtungen darüber anzustellen.

2. Plasmolytische Versuche.

Die folgenden Versuche wurden alle mit 10 %iger Rohrzucker-Lösung angestellt, der nach dem Vorgange von Klebs 0,01 % Congorots zugesetzt wurde, sowie 0,01 % doppelt-chromsauren Kalis, das bezüglich der Abhaltung von Pilzen und Bacterien denselben Dienst leistete, wie ihn Klebs bei der Anwendung von 0,05 % normalen chromsauren Kalis erzielte.

Elodea canadensis (Blätter).

Zu den Versuchen wurden sowohl jüngere (jedoch nicht zu junge), als auch ältere, in demselben Jahre zur Entwicklung gekommene Blätter verwendet, deren Wachsthumsfähigkeit aber allem Anscheine nach noch nicht gänzlich erloschen war. Die Blätter wurden meistens in Uhrschälchen gelegt, welche die Zuckerlösung enthielten. Die Protoplaste vieler langgestreckter Zellen zerfielen bei der Plasmolyse in zwei oder mehrere Theile (so besonders häufig die Protoplaste der zwischen den Blattzähnen gelegenen Blattrandzellen). Da die Zellen in der Regel bloss einen Zellkern enthielten, so war nach der Plasmolyse nur ein Theilprotoplast kernhaltig, alle anderen hingegen kernlos; nur selten kam es vor, dass einzelne Zellen, in Folge unterlassener oder noch nicht erfolgter Zellwandbildung, zwei Zellkerne aufwiesen, von denen nach der Plasmolyse ein jeder in je einem Theilprotoplast sich befand. Die Zellkerne waren als solche schon ohne weiteres kennbar, wurden aber stets noch durch Borax-Carmin zur Anschauung gebracht. Wie bereits Klebs beobachtet hat, so umgaben sich auch hier die plasmolysirten Protoplaste gewöhnlich mit einer Membran. In den Zellen, wo der Protoplast in zwei oder mehrere Theile zerfallen war, schieden aber nicht bloss die kernhaltigen Partien eine Hülle aus, sondern sehr häufig auch die kernlosen. Die ausgeschiedene Membran bestand in vielen Fällen aus einem ziemlich zarten, scharf sich abhebenden Häutchen (Fig. 6); öfters aber auch, namentlich in gegen die Blattbasis zu gelegenen Zellen, erschien sie ziemlich dick und viel schwächer lichtbrechend. In Zellen, in welchen zwei Theilprotoplaste enthalten waren, erschien der kernhaltige Theil häufig mit einer starken, der kernlose mit einer zarten Hülle versehen; es kamen aber auch umgekehrte Fälle vor. Die Membran trat nach Behandlung mit Eau de Javelle meist sehr scharf hervor; namentlich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0326-5

konnte dies an Präparaten constatirt werden, die bereits über eine Woche lang in dem Reagens gelegen waren. Schwefelsäure liess je nach dem Concentrationsgrade die Membran mehr minder stark quellen. Die Cellulosereaction in sicherer, überzeugender Weise für die nach der Plasmolyse neugebildete Membran zu erhalten, gelang mir nicht, weder mit Chlorzinkjod noch mit Jod und Schwefelsäure. Es stellten sich diesbezüglich insoferne grosse Schwierigkeiten entgegen, als die ursprünglichen Wände der Blattzellen selbst mit den genannten Reagentien sich intensiv färbten, so dass es nicht möglich ward, sicher zu entscheiden, ob die innen gelegenen neugebildeten Membranen eine Färbung angenommen hatten oder nicht; auch die nachträglich sich einstellende allmälige Entfärbung der Präparate in Folge der Verflüchtigung des Jods führte zu keinem sicheren Ergebnisse. Dass wir es aber hier dessen ungeachtet mit wirklichen Zellhäuten zu thun haben, das beweist nach meinem Dafürhalten einerseits der Umstand, dass es stets gelang, Protoplaste, welche eine derartige Hülle bereits ausgebildet hatten, durch erneute Plasmolyse zu veranlassen, sich von dieser Hülle abzuheben, was auch stets beim Absterben der Protoplaste von selbst eintrat; andererseits das schon erwähnte Verhalten gegen Eau de Javelle und die Thatsache, dass sich neugebildete Hüllen, wenn auch schwach, mit dem in der Rohrzucker-Lösung enthaltenen Congorot färbten.

Sinapis alba (Wurzelhaare).

Die Versuche wurden an den Wurzelhaaren der Keimlinge angestellt. Zu dem Behufe wurden die im Dunklen zur Keimung gekommenen Pflanzen mit der Wurzel in einen Tropfen der Zuckerlösung auf den Objectträger gelegt, die Wurzel mit einem Deckgläschen zugedeckt und das Präparat nunmehr am Lichte belassen. Die Wurzelhaare der zu gleicher Zeit in dieselbe Zuckerlösung gestellten Wurzeln zeigten ein sehr verschiedenes Verhalten. An zahlreichen Wurzeln starben die Wurzelhaare nach der Eintragung in die Zuckerlösung fast sofort ab, an manchen wuchsen sie normal weiter fort, an anderen wieder kam es vor, dass sie an ihrem Scheitel platzten und einen Theil ihres Protoplasmas verloren; an vielen endlich trat in Folge von sich einstellender Plasmolyse eine Trennung des Protoplasts in oft zahlreiche Theile ein, von denen selbstverständlich bloss e i n e r den Zellkern enthielt.

Bei den Wurzelhaaren, welche die Erscheinung des Platzens zeigten, wurde der in wachsenden Wurzelhaaren bekanntlich in der nächsten Nähe des Scheitels sich aufhaltende Zellkern sehr häufig mit ausgestossen; nichtsdestoweniger ergab sich nicht selten, dass der nun kernlos gewordene Protoplast des Wurzelhaares unterhalb der Wundstelle, ganz analog wie bei den Pollenschläuchen von *Leucoium vernum* und *Galanthus nivalis* eine oft ziemlich dicke Kappe bildete, die sich bei Be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0327-1

handlung mit Chlorzinkjod intensiv violett färbte und so ihre Cellulosenatur kundgab [1]).

Die Präparate, an denen in den Wurzelhaaren in Folge von Plasmolyse der Protoplast in mehrere Theile zerfallen war, verhielten sich verschieden. An vielen erhielten sich die Theilprotoplaste zwei bis drei Tage am Leben und gingen dann, ohne die Spur einer Membranbildung, zu Grunde. In einigen Präparaten wiesen jedoch zahlreiche Wurzelhaare Einkapselungen der Theile ihres zerfallenen Protoplasts auf (Fig. 7). Höchst auffallend war es, dass gerade der am Grunde der Zelle befindliche und bei hinreichender Länge des Wurzelhaares stets kernlose Theilprotoplast am häufigsten die Erscheinung der Einkapselung zeigte und eine verhältnissmässig dicke Membran ausbildete (Fig. 7, x). Die übrigen Theilprotoplaste blieben entweder uneingekapselt oder bildeten dünne, oft kaum mehr wahrnehmbare Membranen aus; nicht selten kam es vor, dass sie nur gegen die Spitze des Wurzelhaares zu eine Kappe aufwiesen, während gegen die Basis hin jedwede Bildung einer Zellhaut unterblieb (Fig. 7, III, y). Das Congorot erwies sich gerade hier von grösstem Nutzen, indem es die alte Zellhaut der Wurzelhaare ungefärbt liess, während sich die neugebildeten Membranen der Theilprotoplaste je nach ihrer Dicke mehr oder weniger intensiv färbten und sich derart sehr anschaulich dem Auge darboten. Die Anwendung von Jod und Schwefelsäure ergab bei allen Kapseln die Reaction auf Cellulose. Der Zellkern war in dem abgestorbenen Protoplasma in Folge der reichlicheren Aufspeicherung des Congorots überall ohne weiteres sichtbar; an älteren Wurzelhaaren konnte Fragmentirung desselben beobachtet werden.

Marchantia polymorpha (Rhizoide).

Thallusschnitte mit Rhizoiden wurden gleichfalls auf Objectträger in einen Tropfen Zuckerlösung gebracht, mit einem Deckgläschen zugedeckt und am Lichte gelassen. Es trat Plasmolyse ein, und die Protoplaste der Rhizoide zerfielen in zahlreiche Theile, von denen selbstverständlich wieder nur einer den Zellkern enthielt. Da der Kern, wie bei den Wurzelhaaren, unterhalb des Scheitels sich befindet, so war er nach der Plasmolyse gewöhnlich in dem, von der Spitze des Rhizoids aus gerechnet, ersten Theilprotoplast enthalten. Die Theilprotoplaste gingen in der überwiegenden Anzahl der Fälle nach zwei oder drei Tagen zu Grunde, ohne sich mit einer Zellhaut zu umkleiden. Es wurden aber in den meisten Präparaten je einige wenige Rhizoide aufgefunden, wo die Theile des

1) Wortmann (Beiträge zur Physiologie des Wachsthums. Botan. Zeit. 1889. Nr. 17) hat bei seinen Versuchen mit den Wurzelhaaren von *Lepidium sativum* eine Bildung von Kappen unterhalb geplatzter Scheitel der genannten Wurzelhaare nicht beobachtet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0328-6

zerfallenen Protoplasts eine neue Membran ausgeschieden hatten (Fig. 8). Dieselbe war entweder dünn oder sie stimmte in der Dicke mit der Rhizoidenwand überein oder konnte dieselbe in dieser Hinsicht auch übertreffen. Fast alle entstandenen Kapseln waren kernlos, da die gegen die Spitze des Rhizoids zu befindlichen Theilprotoplaste, darunter auch jener, der den Zellkern enthielt, gewöhnlich abstarben, ohne sich eingekapselt zu haben, während gerade die mehr in der Mitte des Rhizoid-Schlauches gelegenen Theile vorzugsweise eine neue Zellhaut ausbildeten; so wurde an einem Präparate, wo in fünf Rhizoiden Einkapselungen sich eingestellt hatten, bloss in einem einzigen Rhizoid eine kernhaltige Kapsel aufgefunden. Auch hier bildete das Congorot zur leichteren Auffindung auch der dünnwandigsten Kapseln ausgezeichnete Dienste, indem es dieselben je nach ihrer Dicke mehr oder weniger stark färbte, während die Rhizoidenwand den Farbstoff so gut wie gar nicht aufspeicherte; andererseits brachte es in dem abgestorbenen Protoplasma den Zellkern zur deutlichen Ansicht, so dass weitere Zellkernfärbungen nach den bekannten Methoden nicht nothwendig waren. Bei successiver Behandlung mit Jod (in Jodkalium) und Schwefelsäure (2 Vol. H_2SO_4 + 1 Vol. H_2O) quollen, im Gegensatze zur Rhizoidenwand, die keine Quellung zeigte, die Kapselwände sehr bedeutend auf[1]) und gaben die Cellulosereaction, wobei namentlich die inneren Schichten der gequollenen Wände sich sehr intensiv blau färbten.

Die Einkapselungs-Erscheinungen wurden nur in den glattwandigen Rhizoiden beobachtet; in den »Zäpfchenrhizoiden« starben die durch Plasmolyse erzeugten Theilprotoplaste stets ohne jede Spur einer Membranbildung ab. Zu bemerken wäre noch, dass, während die Rhizoidenwände immer eine sehr deutliche Cuticula besitzen, die Kapselwände nie eine Andeutung eines solchen Häutchens aufwiesen.

Oedogonium sp.

Die Fäden der bei Ermangelung jeglicher Fortpflanzungsorgane nicht weiter bestimmbaren Alge wurden ebenfalls, wie diess für die zwei letztgenannten Pflanzen erwähnt worden ist, auf einem Objectträger unter einem Deckgläschen in der Zuckerlösung der Plasmolyse ausgesetzt. Wohl in jedem Faden gab es dann einige Zellen, wo der Protoplast in eine kernhaltige und eine kernlose Hälfte zerfiel. Vor allem ist zu bemerken, dass viele der kernlosen Protoplaste sich über einen Monat lang lebend erhielten und wohl noch weiter gelebt hätten, wenn nicht die Versuche abgebrochen worden wären; das gleiche hat bekanntlich Klebs für die kernlosen Hälften von *Zygnema*-Zellen festgestellt, welche bis 6 Wochen am Leben blieben. Während aber Klebs bei seinen Versuchen nie

1) Vgl. Klebs, Beiträge z. Physiologie .... S. 516.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0329-5

beobachtete, dass kernlose Protoplaste der von ihm benützten *Oedogonium*-Arten eine neue Zellhaut gebildet hätten, konnte solches hier constatirt werden. Eine ziemliche Anzahl kernloser Protoplaste umkleidete sich nach drei bis vier Tagen, vielfach erst innerhalb einer Woche, mit einer Zellhaut. Die neue Membran war nicht selten nur ganz einseitig ausgebildet (Fig. 9, I); in vielen Fällen jedoch fand eine vollständige oder nahezu vollständige Einkapselung statt (Fig. 9, II). Die Membranen wiesen vielfach deutliche Schichtung auf; häufig war mehrfache Kappenbildung zu beobachten. Das Congorot wurde von den Kapselwänden sehr stark gespeichert; bei Anwendung von Jod und Schwefelsäure ergab sich die Cellulosereaction.

Bei sehr vielen der zu den Versuchen verwendeten *Oedogonium*-Fäden waren einzelne oder auch mehrere Zellen in Theilung begriffen, wie sich aus dem Vorhandensein des »Celluloseringes« und zweier Zellkerne ergab.

Nachträgliche Versuche mit 20 %iger Rohrzucker-Lösung, die gleichfalls 0,01 % Congorots und 0,01 % doppelt-chromsauren Kalis enthielt, führte zu den gleichen oben angeführten Resultaten. Die 20 %ige Lösung war aber insoferne günstiger, als bei der Plasmolyse infolge der rascheren Wirkung der Zuckerlösung der Protoplast nunmehr in sehr vielen Zellen in zwei Theile zerfiel, so dass infolge dessen auch das Vorkommen kernloser Kapseln ein verhältnissmässig häufiges war.

III.

Wie aus den in II mitgetheilten Beobachtungen und Versuchen hervorgeht, findet die Bildung einer Zellhaut auch an solchen Protoplasten (beziehungsweise Theilprotoplasten) statt, die früher ihres Zellkernes verlustig gegangen sind. Es ergiebt sich also, dass es nicht nothwendig ist, dass der Protoplast, wenn er eine Zellhaut ausbildet, sich während dieses Processes noch im Besitze seines Zellkernes befindet. Einen etwaigen Schluss, dass der Process der Zellhautbildung überhaupt in gar keiner näheren Beziehung zu der Zellkernthätigkeit steht, darf man aus dieser Thatsache nicht ziehen; sie spricht durchaus nicht dagegen, dass hier Nachwirkungserscheinungen einer die Zellhautbildung bedingenden Thätigkeit des Zellkerns vorliegen könnten. Hiermit soll nicht etwa gesagt werden, dass vielleicht die Zellhautbildung als solche direkt vom Zellkerne bewirkt wird; wir haben ja guten Grund anzunehmen, dass sie die specifische Eigenschaft eines bestimmten Organs [1])

---

1) Es kann sich hierbei wohl nur um die Hautschicht und das Körnerplasma handeln; beim weiteren Eingehen auf die Sache aber stösst man bereits auf Schwierigkeiten. Zunächst ist es noch unentschieden, ob die Hautschicht als ein selbständiges

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0330-6

ist. Es handelt sich vielmehr darum, ob nicht irgend welche Functionen des Zellkernes so eng mit der Thätigkeit des zellhautbildenden Organs zusammenhängen, dass die Function der Zellhautbildung stets nur auf eine solche vorausgehende Function des Zellkernes hin erfolgt. Wäre diess der Fall, so müsste, wenn das zellhautbildende Organ auch nach der Entfernung des Zellkernes aus dem Protoplast weiter seine Thätigkeit fortsetzt, die ganze Erscheinung für eine Nachwirkung der früheren Zellkernthätigkeit erklärt werden. Ob nun wirklich eine derartige enge Beziehung zwischen der Zellkernthätigkeit und der Zellhautbildung besteht,

---

Organ aufzufassen ist, das sich nie neubildet, sondern stets nur durch Theilung fortpflanzt. Pfeffer (Ueber Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen, II. Bd. 1886, S. 319 u. f.) und Klebs (Beiträge, S. 510) bestreiten im Allgemeinen die Selbständigkeit der Hautschicht und behaupten, dass aus einem beliebigen Theile des Körnerplasmas durch Neudifferenzirung sich eine Hautschicht herausbilden könne. Dagegen hat Vries, der zuerst die Ansicht begründete, dass die Hautschicht ein selbständiges Organ darstelle, mehrere gewichtige Gründe für seine Annahme in's Treffen geführt (Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen. Jahrb. f. wiss. Botanik. XVI. 1885. S. 493 u. f. — Intracellulare Pangenesis. 1889. S. 159 u. f.). Aber abgesehen von der Frage nach der Selbstständigkeit der Hautschicht, ergiebt sich bezüglich der näheren Bezeichnung des zellhautbildenden Organs selbst überdiess noch die weitere Schwierigkeit, ob dasselbe in der Hautschicht oder im Körnerplasma zu suchen ist. Klebs (Beiträge, S. 498) betont mit Recht die Möglichkeit, dass die Bildung der Zellhaut im peripheren Theile des Körnerplasmas vor sich gehen könnte, wonach erst die Ausscheidung derselben durch die Hautschicht hindurch nach aussen erfolgen würde, wie ja gerade auf diese Weise die Bildung der zellhautartigen Hülle der Euglenen erfolgt; es wäre dann die periphere Schicht des Körnerplasmas das Organ der Zellhautbildung, während die Hautschicht vor allem den osmotischen Verkehr zwischen der Aussenwelt und dem Protoplast zu vermitteln hätte. Andererseits spricht wiederum vieles dafür, dass in der Hautschicht selbst die Bildung der Zellwand erfolgt. (Es sei hierbei bemerkt, dass Vries darauf aufmerksam zu machen sucht, dass sich die Beobachtungen von Strasburger, Haberlandt und Klebs, denen zufolge beim Zerschneiden von *Vaucheria*-Schläuchen ein Theil der herausgetretenen Protoplasmaballen sich mit einer neuen Cellulosemembran umkleidet, ein anderer Theil hingegen, selbst wenn im Besitze eines Zellkernes, ohne die Bildung einer Zellhaut zu Grunde geht, vielleicht dahin erklären lassen dürften, dass im ersteren Falle die herausgetretenen Plasmaballen von der ursprünglichen Hautschicht eingeschlossen waren, im letzteren nicht. Dasselbe könnte man für das verschiedene Verhalten der infolge des Platzens der Pollenschläuche ausgestossenen Protoplasmatheile geltend machen. Leider fehlt uns zur Entscheidung dieser Frage noch jegliches Mittel, die Hautschicht zu jeder Zeit leicht zur Anschauung zu bringen). Auf welche Weise die Zellhautbildung vor sich geht, lässt sich aber bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse darüber gleichfalls noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Lässt sich nun auch nicht läugnen, dass die Vries'sche Hypothese, sowohl was den Ort der Zellhautbildung als auch die Selbständigkeit der Hautschicht anbelangt, sehr vieles für sich hat, so steht die Sache doch noch nicht ganz geklärt da, und müssen uns erst weitere Untersuchungen zu einem endgiltigen Ergebnisse führen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0331-2

darüber ein bestimmtes Urtheil abzugeben, sind wir derzeit noch nicht berechtigt, da wir über die physiologischen Functionen des Zellkernes noch durchaus im Unklaren und nur soviel anzunehmen gezwungen sind, dass der Zellkern das übrige Protoplasma irgendwie beeinflussen muss [1]); desshalb müssen wir uns bezüglich der Einkapselungen kernlosen Protoplasmas mit dem oben aufgestellten allgemeinen Satze begnügen. Wenn ich dessenungeachtet hier die Meinung ausspreche, dass wir es in den in II beschriebenen Fällen wahrscheinlich doch mit Nachwirkungserscheinungen der Thätigkeit des früher vorhandenen Zellkernes zu thun haben, so geschieht dies aus, wie ich glaube, wohl berechtigten Gründen.

Ich bemerke zunächst, dass ein guter Theil meiner oben angeführten Beobachtungen an Pollenschläuchen gemacht worden ist, also an Organen, die sich durch ihr ungemein rasches Wachsthum auszeichnen, mit dem selbstverständlich die Ausbildung einer Zellhaut Hand in Hand geht. Weiter wurde ein Theil der plasmolytischen Versuche an Wurzelhaaren und Rhizoiden angestellt, denen bekanntlich nicht minder schnelles Wachsthum zukommt. Ich weise endlich darauf hin, dass bei vielen *Oedogonium*-Fäden Theilung der Zellen zu beobachten war und dass die zur Plasmolyse verwendeten Blätter von *Elodea canadensis* noch im, wenn auch oft nur schwachen, Wachsthume begriffen waren. Es zeigt sich also vor allem, dass die kernlosen Protoplaste, an denen die Neubildung einer Membran constatirt werden konnte, solchen kernhaltigen Zellen entstammten, welche meist im Wachsthume begriffen waren, jedenfalls aber noch ihre Zellhaut verdickten. Daraufhin dürfte sich der Gegensatz zwischen den Versuchen von Klebs und meinen eigenen Beobachtungen zurückführen lassen. Klebs stellte, soviel aus seinen Darstellungen zu entnehmen ist, seine experimentellen Untersuchungen hauptsächlich im Spätherbste und im Winter an, also zu einer Zeit, wo sich zweifelsohne die zu den Experimenten verwendeten Pflanzen in einem Ruhezustande befanden; nach der Plasmolyse umgaben sich nur kernhaltige Theilprotoplaste mit einer Zellhaut, weil offenbar eben nur diese durch den Zellkern, der jedenfalls durch die plötzlich geänderten Lebensbedingungen zur Thätigkeit veranlasst wurde, zur Zellhautbildung angeregt werden konnten. Von *Oedogonium* scheint Klebs gleichfalls nur solche Fäden benützt zu haben, an deren Zellen in dem Augenblicke, wo sie der Plasmolyse ausgesetzt wurden, weder Wachsthum noch Membranverdickung statthatte. Es würden also unter Berücksichtigung der verschiedenen Umstände, unter denen von Klebs und mir experimentirt wurde, Klebs' Versuchsergebnisse einerseits, meine eigenen Beobachtungen andererseits

1) Die Nothwendigkeit der Annahme dieses Satzes ergiebt sich aus der in jüngster Zeit veröffentlichten Mittheilung von Boveri (Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. V. 1889. S. 73).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0332-7

entschieden dafür sprechen, dass die Zellhautbildung zu irgend einer Art der Zellkernthätigkeit in enger Beziehung steht und demnach die Einkapselungen kernlos gewordener Protoplaste oder Protoplastentheile Nachwirkungserscheinungen dieser Zellkernthätigkeit sind.

Hierzu kommt noch ein weiterer Umstand, auf den Gewicht gelegt werden muss. Es ist bekannt, dass in den Pollenschläuchen der vegetative Kern immer mehr an Substanz abnimmt, als der Pollenschlauch länger wird, bis er sich schliesslich in vielen Fällen nicht mehr nachweisen lässt [1]). Nicht minder auffallend ist es, dass er sich, trotzdem er mit der Befruchtung nichts zu thun hat, dennoch fast regelmässig in der Pollenschlauchspitze aufhält, also in der Nähe jenes Ortes, wo das Längenwachsthum des Pollenschlauches vor sich geht. Aehnlichem Verhalten wie bei den Pollenschläuchen begegnen wir auch bei den Wurzelhaaren und Rhizoiden [2]); auch bei diesen hält sich der Zellkern unterhalb der fortwachsenden Spitze auf und geht mit der Grössenzunahme dieser Organe oft weitgehende Fragmentationen ein. Beide Thatsachen aber, die Lagerungsverhältnisse sowohl als die Structurveränderungen des Zellkernes, dürften hier gleichfalls wohl am besten durch die Annahme zu erklären sein, dass zwischen der Zellkernthätigkeit einerseits und dem Wachsthume und der Zellhautbildung andererseits irgend ein Zusammenhang besteht.

Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass in solchen Pflanzenzellen, in denen von selbst ein Zerfall des Protoplasts in zwei oder mehrere Theile eintritt, es stets nur der den Zellkern enthaltende Theil war, an dem die Ausbildung einer Membran festgestellt werden konnte [3]). Es ist nun nicht ausgeschlossen, dass hier gelegentlich Einkapselungen auch kernloser Theile aufgefunden werden. Zweifellos tritt aber in den meisten Fällen eine Einkapselung nur der kernhaltigen Plasmapartieen ein. Gerade mit Rücksicht auf die entgegengesetzten Resultate der experimentellen Versuche verdienen die hierher gehörigen Beispiele jedenfalls eine nochmalige eingehende Untersuchung; namentlich wäre es von Wichtigkeit, die ganze Erscheinung, wo möglich an lebendem Materiale, Schritt für Schritt zu verfolgen.

Man könnte vielleicht gegen die Annahme der Zellhautbildung kernlos gewordener Protoplaste als einer Nachwirkungserscheinung die Einwendung machen, dass bei *Elodea canadensis* und *Oedogonium* die Zellhautbildung erst nach mehreren Tagen sich einstellte, während man doch, wenn sie eine Nachwirkung der Zellkernthätigkeit wäre, erwarten möchte,

---

1) E. Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Jena 1884. S. 19.

2) G. Haberlandt, Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes. S. 59.

3) G. Haberlandt, Ueber Einkapselung des Protoplasmas.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0333-3

dass sie möglichst bald in Erscheinung treten werde. Dagegen kann man aber immer annehmen, dass durch die Plasmolyse das zellhautbildende Organ zunächst derart beeinflusst wird, dass es vorerst nicht im Stande ist, seine zellhautbildende Function fortzusetzen; erst nach einiger Zeit, wenn sich der Protoplast an die neuen Lebensbedingungen gewöhnt hat, wird das Organ befähigt, seine Thätigkeit wieder aufzunehmen. Schwieriger wäre es freilich, sich vorzustellen, wie es kommt, dass die nachwirkende Zellkernthätigkeit sich noch nach dem Ablaufe einer so langen Zeit geltend machen könne. Auf Erklärungsversuche zur Beantwortung dieser Frage kann hier aber schon aus dem Grunde nicht eingegangen werden, weil zuerst die verschiedenen Möglichkeiten der Einwirkung des Zellkernes auf das übrige Protoplasma näher erörtert werden müssten, was zu weit führen würde. Es ist jedoch klar, dass auch dieser schwierige Punkt gegen die Annahme einer Nachwirkung der Zellkernthätigkeit nicht geltend gemacht werden kann.

Es soll hiermit übrigens nicht behauptet werden, dass die hier vorgebrachten Umstände, welche dafür sprechen, dass die Ausbildung einer Membran seitens ihres Kernes beraubter Protoplaste als eine Nachwirkungserscheinung der Thätigkeit des früher vorhandenen Zellkernes aufzufassen ist, die Annahme einer solchen Nachwirkung als über jeden Zweifel erhaben hinstellen. Eine sichere Entscheidung der Sache müssen uns erst fernere Untersuchungen bringen, denen namentlich obliegen wird, festzustellen, ob kernlos gewordene Protoplaste immer nur dann im Stande sind, eine Zellhaut zu bilden, wenn an ihnen in dem Augenblicke, wo sie des Zellkernes verlustig wurden, eine Ausbildung der Zellhaut vor sich ging.

Graz, 15. April 1890.

Botanisches Institut der Universität.

Tafelerklärung.

Sämmtliche Figuren sind nach todten Objecten mit der Camera gezeichnet; das Protoplasma erscheint desbalb (mit theilweiser Ausnahme von Fig. 2 und 3) in Folge eingetretener Contraction von der neugebildeten Membran abgehoben.

Fig. 1. *Galanthus nivalis.* Der Pollenschlauch ist an der Spitze geplatzt; sowohl der generative (*g*) wie der vegetative (*v*) Zellkern sind ausgestossen worden. Das im Schlauche zurückgebliebene Protoplasma hat sich zunächst gegen die verletzte Spitze zu durch eine Cellulosekappe (*k*) abgeschlossen und ist dann in mehrere Theile zerfallen, von denen sich die zwei vorderen eingekapselt haben. **Vgr. 550.**

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0334-9

Fig. 2. *Scilla bifolia.* Der Pollenschlauch ist zuerst an der Spitze und dann seitlich, an dem sich neubildenden zweiten Scheitel, geplatzt. Der generative (*g*) Kern ist ausgestossen worden; der vegetative konnte nicht nachgewiesen werden. Das im Schlauche zurückgebliebene Protoplasma hat gegen die verletzte Spitze hin eine Cellulosemembran (*k*) ausgebildet. Die meisten der ausgeworfenen Plasmatheile haben sich mit einer Zellhaut umgeben (bei der Kapsel *a* sowie bei der überwiegenden Anzahl der kleinen Kapseln hat sich das Protoplasma beim Absterben von der Zellwand abgehoben). *e* (violett) Exine. Vgr. 550.

Fig 3. *Hyacinthus orientalis.* I. Innerhalb des Pollenkornes ist eine kernlose Kapsel entstanden; eine andere hat sich im Schlauche ausgebildet. II. Kernlose Kapsel innerhalb des Pollenkornes. *e* (gelb) Exine. Vgr. 550.

Fig. 4. *Hemerocallis fulva.* I und II. Zwei ausserhalb des Pollenschlauches entstandene kernlose Kapseln. Vgr. 350.

Fig. 5. *Cytisus Weldeni.* Ausserhalb des Pollenschlauches entstandene kernlose Kapsel, bei der zweifelsohne ein Wachsthum stattgefunden hat. Vgr. 550.

Die folgenden Figuren beziehen sich auf Zellen, die der Plasmolyse ausgesetzt worden waren; der Zellkern ist überall carminroth gehalten.

Fig. 6. *Elodea canadensis.* Blattrandzelle; sowohl der kernhaltige als auch der kernlose Theilprotoplast haben sich eingekapselt. Vgr. 550.

Fig. 7. *Sinapis alba.* Wurzelhaare. I. Der über der Basis des Wurzelhaares befindliche kernlose Theilprotoplast hat sich eingekapselt (*x*); der Zellkern ist in zwei Theile zerfallen. II. Zwei dünnwandige Kapseln in der Spitze des Wurzelhaares, unterhalb dieser eine längere, deren Membran gegen den Zellkern hin immer undeutlicher wird, bis sie gänzlich verschwindet; am Grunde des Wurzelhaares eine verhältnissmässig dickwandige Kapsel (*x*). III. An der Spitze ist eine dünne Kappe (*y*), im unteren Theile eine dicke kernlose Kapsel (*x*) ausgebildet; der Kern ist im Zerfall begriffen. Vgr. 350.

Fig. 8. *Marchantia polymorpha.* I. und II. Rhizoide mit kernlosen Kapseln; in der Richtung gegen *a* hin die Spitze, gegen *b* hin die Basis der Rhizoide. Rhizoid I enthielt ausser den vier gezeichneten Kapseln noch weitere drei. Vgr. 350.

Fig. 9. *Oedogonium* sp. I und II. An beiden Zellen ist der Protoplast infolge von Plasmolyse in eine kernhaltige und eine kernlose Hälfte zerfallen, die beide eine Cellulosemembran ausgebildet haben; bei II sind an den Kapselenden mehrere Kappen hinter einander abgesetzt. Vgr. 350.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0335-5



E. Palla del. W.A. Meyn lith.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05168-0520-1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 73

Autor(en)/Author(s): Palla Eduard

Artikel/Article: Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkernes beraubten Protoplasten. 314-331