FLORA.

70. Jahrgang.

No. 28. Regensburg, 1. Oktober 1887.

Inhalt. E. Immich: Zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. (Mit Tafel VII.) — C. Müller Hal.: Erpodiaceae quatuor novae. — Personalnachricht. — Anzeige.
Beilage. Tafel VII.

Zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen.

Von **E. Immich.**

(Mit Tafel VII.)

Einleitung.

Seit der im Jahre 1866 in Pringsheim's Jahrbüchern erschienenen Arbeit von E. Strasburger[1]) sind, soviel uns bekannt, keine umfassenderen, die Entwicklungsgeschichte des Spaltöffnungsapparates betreffenden Untersuchungen gemacht worden.

Wiewohl einerseits kaum geleugnet werden darf, dass bei der regen Thätigkeit, welche namentlich während der letzten Jahrzehnte auf pflanzenanatomischem Gebiet entfaltet wurde, auch dies Capitel wiederholte, durchgreifende Bearbeitung erfuhr, und wir heut, dank den eifrigen Bemühungen verdienstvoller Fachmänner, hinsichtlich der wichtigsten anatomischen wie physiologischen Fragen genügend aufgeklärt sind, so wollen wir andrerseits nicht übersehen, dass in anbetracht der mannigfachen Complicationen, welche gerade der Spaltöffnungsapparat

[1]) E. Strasburger, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0437-6

aufzuweisen hat, selbst eine eingehende Behandlung dieses Stoffes notwendigerweise gewisse Fragen offen lassen muss, — die dann geeignetes Material für speciellere Forschungen darbieten.

Schon ein flüchtiges Studium der über „Spaltöffnungen" veröffentlichten Literatur zeigt uns, dass ein bei weitem grösster Teil von Arbeiten sich entweder mit dem vollkommen ausgebildeten Apparat beschäftigt oder besonders auf jene eigentümlichen Erscheinungen Rücksicht nimmt, die während der Ausbildung der sogenannten Specialmutterzelle an dieser (in Oberflächenansichten) bemerkbar werden. Nur wenige Autoren, unter diesen Oudemans und Strasburger greifen bereits um etwas weiter zurück, indem sie einerseits die direkte Beziehung der Mutterzelle zu den übrigen gewöhnlichen Oberhautzellen feststellen, andrerseits, im Anschluss daran, die verschiedenartigen Teilungsvorgänge, welche die Bildung erwähnter Mutterzelle einleiten, in sachgemässer Weise darlegen.

Indessen auch letztere Angaben, sovieles neue sie immer bringen, können die entwicklungsgeschichtlichen Fragen nur zum Teil erschöpfen, insofern als sie lediglich aus der Beobachtung jener Veränderungen resultieren, welche in der Flächenansicht einer sich heran bildenden Spaltöffnung wahrgenommen werden. Die damit Hand in Hand gehenden inneren Modificationen finden selbst bei dem letzten Bearbeiter dieses Capitels, Strasburger, nur nebensächliche Beachtung und sind deshalb in einigem wohl besonderer Aufklärung bedürftig.

Angeregt durch Herrn Professor Schwendener, unter dessen Leitung Verfasser seit Sommer 1886 arbeitet, unternahm es derselbe, sich mit der Lösung schwebender Frage zu beschäftigen. Die vorliegende Arbeit bezweckt demgemäss, nach einigen allgemeinen, das früheste Auftreten von Spaltöffnungen an jungen Pflanzenorganen betreffenden Bemerkungen, vorzüglich jene Formveränderungen näher in's Auge zu fassen, welche während der Entwicklung der Specialmutterzelle im Innern derselben platz greifen, wobei vorliegendes Material derart benutzt werden soll, dass wir mit den relativ einfachsten Verhältnissen beginnen und zu mehr und mehr complicierten fortschreiten wollen.

Ehe wir uns jedoch diesem speciellen Teil unserer Abhandlung zuwenden, dürfte es, des besseren Ueberblicks und Verständnisses wegen, am Platze sein, mit wenigen Worten auf

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0438-2

die Resultate früherer Forschungen zurückzukommen. Folgendes etwa verdient angeführt zu werden.

Krocker,[1]) Meyen,[2]) H. v. Mohl,[3]) Unger[4]), Nägeli[5]) waren die ersten Forscher, welche sich mit dem Spaltöffnungsapparat eingehender beschäftigen — und wieweit man selbst rücksichtlich der Hauptfragen von einheitlichen Ansichten entfernt blieb, beweisen zur genüge die nicht selten durchgreifenden Divergenzen, welche sich in den Auffassungen angeführter Autoren constatieren lassen.

Zunächst herrschte Uneinigkeit darüber, ob die Specialmutterzelle überhaupt der Epidermis zuzusprechen, oder vielmehr als dem darunter liegenden Parenchym zugehörig aufzufassen sei. Für uns mag dahin gestellt bleiben, welche Beobachtungen zur letzteren Annahme Anlass gaben, dass sich jedoch selbst hervorragende Forscher dafür erklärten, bekunden vor allem die hierauf bezüglichen Arbeiten Unger's, nach dessen Meinung die Mutterzelle unzweifelhaft als subepidermales Gebilde anzusprechen ist. Aehnliches befürwortet Oudemans[6]) in einer früheren Arbeit, wo er — allerdings mit besonderer Berücksichtigung eines speciellen Falles *(Aneimia)* — ausdrücklich bemerkt, dass die Spaltöffnung einer unterhalb der Epidermis gelegenen Parenchymzelle ihre Entstehung verdankt[7]); — ja Oudemans geht sogar noch weiter und giebt die Schliesszellen als Ueberreste von Haaren aus[8]): ein Irrtum, der freilich zu handgreiflich erscheint, als dass er besonderer Widerlegung bedürfte.

Auch Hugo von Mohl scheint — seiner Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen nach zu urteilen — die Unger'sche

---

[1]) Krocker, de plantarum epidermide. Vradislavia 1833.

[2]) Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. 1837.

[3]) H. v. Mohl, Ueber die Entwicklung der Spaltöffnungen. Linnaea 1838.

[4]) Unger: Exanthemum der Pflanzen 1833.

[5]) Nägeli: Linnaea 1842.

[6]) M. Oudemans: Sur l'origine des stomates de quelques espèces d'Aneimia. pag, 85.

[7]) Ibid.: Les stomates sont originaire d'une cellule parenchymateuse sous-épidermique.

[8]) Ibid.: Les cellules doivent être considérés comme provenant d'un poil composé primitivement de deux cellules, l'une basilaire et l'autre apicale, et dont la dernière tout en grandissant dans sa moitié inférieure aura fini par détruire la cellule basilaire, en perforant la cellule epidermique du centre de laquelle le poil aurait pris naissance.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0439-0

Definition nicht für durchaus unberechtigt zu halten, wiewohl er vorsichtigerweise die Möglichkeit einer gegenteiligen Meinung, wonach die Mutterzelle ein epidermales Gebilde repräsentiert, — nicht ganz ausschliesst. Nägeli dagegen stimmt entschieden gegen Unger's Ansicht; er hält besagte Zelle durchaus für ein Oberhautelement, und erklärt ihre relative Kleinheit dadurch, dass er sie in dem Längenwachstum den übrigen Oberhautelementen gegenüber um einiges zurückgeblieben sein lässt. Den Process der Entwicklung weiter verfolgend, stellt bemeldeter Forscher die fernere Behauptung auf, dass die Mittelwand durch Zurammenstossen zweier, von einander unabhängiger Zellen gebildet werde, eine Ansicht, die bald genügende Widerlegung fand, trotzdem sie anderseits energisch verteidigt wurde. Die Entstehung der Spalte und des Vorhofes glaubt Nägeli schliesslich in der Weise erklären zu können, dass er annimmt, es werde zwischen den beiden Schliesszellen innerhalb der Mittelmembran eine Luftblase abgeschieden, welche, sich mehr und mehr ausdehnend, vermöge einer bestimmten Expansionskraft jene Wand in der Mitte auseinanderpresst und so obenerwähnte Bildungen veranlasst.

Schon mit Rücksicht auf die Bildung der Scheidewand weichen Mohl's Ansichten wesentlich von den soeben angeführten ab. Mohl erkennt bereits vollkommen richtig, dass dieselbe gleich nach erfolgter Kernteilung entsteht, und zwar nicht im Sinne Nägeli's, d. h. durch Zusammentreffen zweier vordem vollkommen isolierter Membranen, vielmehr als einheitliche, feine Leiste, welche, „rings um die Zelle verlaufend und in die Höhe derselben vorspringend", erst später in zwei Membranen, die Innenwände der dadurch gebildeten Schliesszellen zerfällt.[2]) Auch der Vorgang der Spaltung, bei welcher, wie oben bemerkt, Nägeli eine abgeschiedene Luftblase als causa movens spielen lässt, findet in Mohl's Abhandlung eine, den heutigen Ansichten im grossen und ganzen entsprechende Deutung. Nach seinem Dafürhalten nämlich wird das Auseinandertreten der Mittelwand durch eine, von aussen nach innen langsam fortschreitende Furche hervorgerufen, welche sich im ferneren Verlauf des Processes mehr und mehr verbreitert, wodurch jene schliesslich an bestimmter Stelle zerrissen, und somit Spalte wie Vorhof gebildet wird.[2])

[1]) cf. Strasburger.
[2]) ibid.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0440-1

Einen ganz neuen, von allem bisher angeführten im wesentlichen abweichenden Gedanken verfolgt Karsten in einer kleineren Mittheilung vom Jahre 1848.[1]) War man sich bis jetzt zum mindesten darüber einig gewesen, dass die Bildung der Spaltöffnungen durch eine resp. zwei Zellen bedingt wird, so ging Karsten einen Schritt weiter und nahm deren drei an. Es sollten dann, nach ihm, die Zellen I und III die späteren Schliesszellen bedeuten, aus der mittleren Zelle jedoch liess er, durch Resorption ihrer oberen und unteren Wand, die Spalte entstehen. Die Haltlosigkeit einer derartigen Annahme leuchtet auch ohne besonderen Hinweis genügend ein.

Wie aus den angeführten Daten leicht ersichtlich, erstrecken sich die Angaben aller, bis jetzt namhaft gemachter Autoren auf bestimmte Erscheinungen, die im Verlauf des Entwicklungsprocesses der Mutterzelle an dieser wahrgenommen werden. Die Frage nach dem Ursprung, der Entstehung der Zelle selbst war kaum aufgeworfen worden, trotzdem sie unzweifelhaft zu den wichtigsten und zugleich interessantesten gehört, welche die Bildungsgeschichte der Stomata aufzuweisen hat. Man begnügte sich vorläufig damit, in jener Zelle die erste Anlage einer späteren Spaltöffnung festgestellt zu haben und beschränkte sich ausschliesslich darauf, ihr ferneres Verhalten eingehend zu studieren.

Allerdings liegen uns bereits Arbeiten vor, in denen auf das eigentümlich charakteristische Lagerungsverhältnis hingedeutet wird, welches die, den jungen Spaltöffnungsapparat umgebenden Epidermiszellen zu diesem einnehmen — so spricht z. B. Krocker in seinem, im Jahre 1833 erschienen Werk[2]) ziemlich ausführlich über beregten Punkt, desgleichen Meyen[3]), der ebenfalls mannigfache Erscheinungen, die ihm hinsichtlich erwähnter Stellungsverhältnisse (vorzüglich bei *Tradescantia discolor*) auffielen, eingehender schildert, ohne ihnen freilich entwicklungsgeschichtlich gerecht zu werden. Es scheint indessen, als ob die Angaben beider Forscher wenig Beachtung fanden und demzufolge bald der Vergessenheit anheim fielen, was um so mehr befremden muss, als ihre Bedeutsamkeit für den Bildungsprocess der Stomata nur schwer übersehen werden konnte.

---

[1]) Karsten, Bot. Zeit. 1848. pag. 734.
[2]) Krocker, s. o.
[3]) Meyen, s. o.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0441-7

In einigem freilich erklärt sich, wie schon Strasburger zutreffend bemerkt, diese merkwürdige Tatsache dadurch, dass für die Untersuchungen von Spaltöffnungen mit besonderer Vorliebe *Liliaceen*, wie *Iris*, *Hyacinthus*, *Tulipa*, *Aloë* etc. benutzt wurden, bei welchen die Stomata sehr gross und demzufolge mit leichter Mühe zu präparieren sind. Nun nehmen aber gerade bei dieser Familie jene Teilungsvorgänge, mit wenigen Ausnahmen (cf. *Tradescantia*) die denkbar einfachste Form an; die Mutterzelle entsteht hier bekanntlich durch nur einmalige Teilung einer gewöhnlichen Epidermiszelle, ein Process, der freilich wenig compliciert erscheint, darum aber — um mit Strasburger zu sprechen — vielleicht um so eher übersehen werden konnte.

Das Verdienst, diese Erscheinungen richtig erkannt und in sachgemässer Weise beschrieben zu haben, muss Oudemans zuerkannt werden. Genannter veröffentlichte im Jahre 1862 eine Arbeit unter dem Titel: Mémoire pour servir de reponse à la question: Si les stomates derivent de cellules épidermiques, au bien de cellules parenchymatiques sous-jacentes? in welcher er, im Gegensatz zu seinen früheren Angaben die Mutterzellen einerseits für Oberhautgebilde erklärt, andrerseits aber — und hierin liegt das Bedeutsame seiner Angaben — in ihnen Teilungsprodukte gewöhnlicher Epidermiselemente sieht. So einfach dieses, aus Untersuchungen an *Aloë*-Arten gewonnene Resultat auch scheinen mag, so wenig Bedeutung man der Oudeman's-schen Entdeckung vorläufig beilegte, so dürfen wir doch nicht übersehen, dass dadurch eine immerhin bemerkenswerte, neue Tatsache der bereits vorhandenen Kenntnis hinzugefügt und so nachfolgenden entwicklungsgeschichtlichen Forschungen der Weg angedeutet wurde, den sie zu nehmen hatten.

Der erste, welcher sich nach Oudemans mit diesen Verhältnissen specieller beschäftigte, war mehrfach erwähnter Strasburger. In seinem, in Pringsheim's Jahrbüchern 1866 erschienenen Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen bestätigt genannter Autor zunächst die unbedingte Berechtigung der Oudemans'schen Behauptung an verschiedenen Pflanzenobjecten, indem er, von den einfachsten Teilungsprocessen (*Iris*, *Hyacinthus*, *Tulipa* etc.) zu mehr und mehr complicierten (*Coniferen*, *Gramineen*, *Tradescantia*) fortschreitend, über die wichtigsten Fragen, die Entstehung der Mutterzelle betreffend, interessante Aufklärungen giebt, und an der Hand

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0442-3

vielfacher Beobachtungen die nicht selten recht verwickelten Vorgänge, welche die Bildung der eigentlichen Spaltöffnungsanlage einleiten, ausführlich bespricht. Eine schliessliche Zusammenstellung der gefundenen Resultate entwirft ein anschauliches Bild aller jener Entwicklungsverhältnisse und bringt sie dem Verständnis des Lesers wesentlich näher.

Damit hätten wir der hauptsächlichsten historischen Notizen Erwähnung getan und wiewohl sich hinsichtlich der Geschichte unserer Spaltöffnungen noch manches wissenswerte bemerken liesse, so möchte es doch den Raum vorliegender Abhandlung überschreiten heissen, wollten wir uns des weiteren über diesen Punkt verbreiten. Für ein ferneres Studium müssen wir auf Originalquellen, besonders auf die Beiträge Mohl's, Nägeli's und Strasburger's verweisen, von denen vorzüglich letzterer mit grosser Reichhaltigkeit des verarbeiteten Materials den Vorzug einer streng wissenschaftlichen und dennoch leicht verständlichen Darlegung verbindet.

Nunmehr zu dem, was das eigentliche Thema unserer Arbeit ausmacht.

Specieller Teil.

Bei der Erforschung der Entwicklungsgeschichte irgend eines Pflanzenorganes gilt es naturgemäss zunächst die Fragen zu beantworten: wann, in welchem Stadium der Ausbildung des ganzen Pflanzenkörpers lassen sich die ersten Andeutungen dieses Organs mit unzweifelhafter Sicherheit nachweisen, wo tritt dasselbe vorzüglich auf, und endlich: welche charakteristischen Eigentümlichkeiten sind in den ferneren Entwicklungsprocessen zu constatieren.

Die erste Aufgabe, der wir nach dieser Richtung hin genügen müssen, verlangt also eine präcisere Bestimmung des Zeitpunktes, an welchem sich — auf der Epidermis junger Pflanzenteile — zum ersten Male jene Spaltöffnungsanlagen bemerkbar machen.

Wie wir uns erinnern wollen, beschäftigen sich schon frühere Arbeiten, besonders die obenerwähnten von Oudemans und Strasburger mit ähnlichen Fragen; während beide Autoren jedoch ihr Augenmerk hauptsächlich auf die Mutterzelle

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0443-9

vielfacher Beobachtungen die nicht selten recht verwickelten Vorgänge, welche die Bildung der eigentlichen Spaltöffnungsanlage einleiten, ausführlich bespricht. Eine schliessliche Zusammenstellung der gefundenen Resultate entwirft ein anschauliches Bild aller jener Entwicklungsverhältnisse und bringt sie dem Verständnis des Lesers wesentlich näher.

Damit hätten wir der hauptsächlichsten historischen Notizen Erwähnung getan und wiewohl sich hinsichtlich der Geschichte unserer Spaltöffnungen noch manches wissenswerte bemerken liesse, so möchte es doch den Raum vorliegender Abhandlung überschreiten heissen, wollten wir uns des weiteren über diesen Punkt verbreiten. Für ein ferneres Studium müssen wir auf Originalquellen, besonders auf die Beiträge Mohl's, Nägeli's und Strasburger's verweisen, von denen vorzüglich letzterer mit grosser Reichhaltigkeit des verarbeiteten Materials den Vorzug einer streng wissenschaftlichen und dennoch leicht verständlichen Darlegung verbindet.

Nunmehr zu dem, was das eigentliche Thema unserer Arbeit ausmacht.

Specieller Teil.

Bei der Erforschung der Entwicklungsgeschichte irgend eines Pflanzenorganes gilt es naturgemäss zunächst die Fragen zu beantworten: wann, in welchem Stadium der Ausbildung des ganzen Pflanzenkörpers lassen sich die ersten Andeutungen dieses Organs mit unzweifelhafter Sicherheit nachweisen, wo tritt dasselbe vorzüglich auf, und endlich: welche charakteristischen Eigentümlichkeiten sind in den ferneren Entwicklungsprocessen zu constatieren.

Die erste Aufgabe, der wir nach dieser Richtung hin genügen müssen, verlangt also eine präcisere Bestimmung des Zeitpunktes, an welchem sich — auf der Epidermis junger Pflanzenteile — zum ersten Male jene Spaltöffnungsanlagen bemerkbar machen.

Wie wir uns erinnern wollen, beschäftigen sich schon frühere Arbeiten, besonders die obenerwähnten von Oudemans und Strasburger mit ähnlichen Fragen; während beide Autoren jedoch ihr Augenmerk hauptsächlich auf die Mutterzelle

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0443-9

an und für sich richten und die mannigfachen Teilungsvorgänge studieren, durch welche diese aus einer gewöhnlichen Epidermiszelle abgeschieden wird, das erste Erscheinen derselben somit nicht weiter in den Gang ihrer Untersuchung ziehen, gedenken wir uns zunächst im besonderen mit letzteren Beziehungen zu befassen, um einerseits festzustellen, in welcher Periode der Pflanzenentwicklung sich jene Mutterzellen bilden, — andrerseits einige interessante Erscheinungen die uns im Verlauf unserer Untersuchungen auffielen, in kurzem mitzuteilen.

Wenn es sich darum handelt ein Pflanzenorgan in seiner Urform nachzuweisen, so kann dies begreiflicherweise nicht an ausgewachsenen Teilen geschehen, vielmehr müssen wir soweit wie nur immer möglich zurückgreifen und ein Material wählen, das, selbst noch in der Heranbildung begriffen, auch jenes Organ in seinen Anfängen zeigt.

Demzufolge gingen wir bei unseren Forschungen zuvörderst von verhältnismässig jungen Monocotyledonen- und Dicotyledonenblättern aus und benützten hauptsächlich solche, die soeben aus den Knospenschuppen hervorgebrochen waren (Dicotyled.: *Syringa, Crataegus, Prunus* etc.), oder noch in der Scheide grösserer, vollkommen ausgebildeter Blätter steckten (Monocotyl.: *Acorus, Scirpus, Palmae*), und sich demnach in jugendlichem Zustande befanden. Die Epidermis dieser Objecte liess nun allerdings gewisse Zellformen bemerken, denen man deutlich ansah, dass sie Vorbildungsstufen von Spaltöffnungen repräsentierten, im grossen und ganzen jedoch näherten sie sich bereits so sehr der Gestalt des fertigen Organs, dass die Vermutung, es müsse unbedingt einfachere Formen geben, uns vollkommen berechtigt erschien.

Wir griffen nunmehr weiter und weiter zurück, wählten die Blättchen jünger und jünger und suchten schliesslich, da die Resultate noch immer unbefriedigend blieben, an ungekeimten Samen die Urform festzustellen.

Eine sorgfältigste mikroscopische Beobachtung verschiedenartigster Samenkörnchen (vorzüglich von Dicotyledonen wie *Cruciferen, Compositen, Labiatifloren, Pomaceen*) lehrte denn auch, dass wir hier das richtige getroffen. Es zeigten sich nämlich, auf Oberflächenschnitten von Cotyledonen sehr häufig kleinere Zellen von einfacher und dennoch sehr charakteristischer Gestalt, für die uns nur eine Erklärung, — dass sie nichts weiter wie Mutterzellen bedeuten, — zulässig erschien. In besonders

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0444-5

auffälliger Weise traten sie uns wie gesagt bei Dicotyledonen entgegen (von Monocotylen und Gymnospermen soll später die Rede sein), bei denen sie sich durch eigentümliche, unten näher zu beschreibende Formen auszeichnen und mit leichter Mühe von den übrigen Epidermiselementen unterschieden werden können, besonders wenn sie sich — wie z. B. bei *Cruciferen* — in beträchtlicher Anzahl zeigen, oder (wie bei *Compositen* etc.) in folge eines grösseren Plasmagehaltes etwas dunkler gefärbt erscheinen, wie die gewöhnlichen Epidermiszellen.

Es sei uns gestattet, hieran einige Beobachtungen anzuschliessen, die vielleicht geeignet sind, das soeben Angedeutete einigermassen zu illustrieren.

Nimmt man beispielsweise ein *Cruciferen*-Samenkorn (am besten vielleicht von *Brassica*, *Sinapis* oder *Hesperis matronalis*), welches der leichteren präparativen Behandlung wegen ungefähr $1-1^1/_2$ Stunde in mit Alkohol vermischtem Wasser gelegen hat, entfernt man hierauf vermittels eines guten Skalpells die Testa nebst den darunter liegenden feinen Häutchen, schneidet man dann aus der, dadurch freigelegten Epidermis des Cotyledons ein zartes Stückchen in tangentialer Richtung heraus, so lassen sich schon bei mittlerer Vergrösserung neben jenen bekannten, rundlichen oder polygonalen Oberhautzellen kleinere eigentümliche Formen bemerken, welche, in ihren äusseren Umrissen sphärischen Dreiecken nicht unähnlich, in grösster Zahl über die Fläche zerstreut sind. Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir in ihnen die ersten Andeutungen späterer Spaltöffnungen vor uns haben. Ihre Entstehung gehört gerade bei der angeführten Familie in sofern nicht zu den einfachsten, als hier mehrere Teilungen stattfinden, ehe unsere Mutterzelle als solche abgeschieden wird. Der Process gestaltet sich in groben Zügen derart, dass eine gewöhnliche Oberhautzelle zunächst durch eine diametrale Querwand in zwei gleich grosse Abschnitte gegliedert wird: letztere entsendet darauf nach dem unteren Teil der Zelle ein zweites bogenliniges Wändchen, von welchem ungefähr in der Mitte seines Verlaufes ein drittes, unter einem Winkel von annähernd 60°, abgeht, womit dann die Mutterzelle angelegt ist. (Fig. I.)

So verläuft, vielfachen Beobachtungen zufolge, der Teilungsprocess im allgemeinen, und wenngleich sich hin und wieder gewisse Variationen nicht verkennen lassen: es kann zum Beispiel, wie dies häufiger bei kleinen Epidermiszellen geschieht,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0445-0

wo der Raum zu beschränkt ist, die dritte Wand ganz wegfallen oder sonst eine, durch ungünstige räumliche Verhältnisse hervorgerufene Abweichung von der gegebenen Norm statt finden, — so vermag Alles dies an dem eigentlichen Wesen der Spaltöffnungsbildung im hauptsächlichen nichts zu ändern. Die dreiseitige Zelle wird jedenfalls durch mehrere Teilungsvorgänge der Urmutterzelle von dieser abgeschieden und geht nunmehr ihrer weiteren Entwicklung entgegen, die wir in kurzem schildern wollen.

Mit Plasma reichlich angefüllt, welches letztere etwas trübe und von kleinen Körnern durchsetzt erscheint, zeigt die junge Zelle vorläufig nur einen, zumeist scharf abgegrenzten Kern. Sie wächst schnell heran, verliert mehr und mehr ihre dreieckige Gestalt und lässt, indem die Seiten sich bogenförmig nach aussen wölben, bereits annähernd jene charakteristische Form erkennen, welche dem vollkommen ausgebildeten Apparat eigen ist.

Nunmehr findet die bekannte Kernteilung statt und gleich darauf bildet sich auch die Mittelwand, welche die Mutterzelle etwas oberhalb ihrer Medianlinie durchläuft, so dass zwei Abschnitte von verschiedener Grösse entstehen.

Während diese Processe sich schnell abspielen, schreitet das Wachstum der Mutterzelle rapid fort. Sie ist jetzt bereits mehr als doppelt so gross, wie zu Anfang; unter Zurückdrängen der umliegenden Epidermiszellen dehnt sie sich weiter und weiter aus, spitzt sich an den beiden Enden um einiges zu, so dass sie in dieser Form lebhaft an eine Spindel erinnert, schliesslich bildet sich die Spalte (im mikroskopischen Bilde als feine schwarze Linie bemerkbar), und somit haben wir das Organ in seinen Hauptzügen fertig vor uns.

Alle bis jetzt angeführten Erscheinungen lassen sich mit leichter Mühe in der Oberflächenansicht verfolgen, schwieriger schon ist es, die während jener äusserlich sichtbaren Umwandlungen im Innern der Mutterzelle platz greifenden Veränderungen nachzuweisen. Zwar möchte es sich empfehlen, im Anschluss an das soeben Gesagte die mannigfachen Beobachtungen, welche wir nach dieser Richtung hin machten, eingehender darzulegen bevor wir jedoch zu diesem Capitel übergehen, sei es uns verstattet, einige allgemeine Daten hinsichtlich des ersten Auftretens der Muterzelle an jungen Pflanzenteilen mitzuteilen. Später, bei Betrachtung von Querschnitten sollen auch die Entwicklungsverhältnisse im Innern derselben des weiteren besprochen, und

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0446-6

in Verbindung damit die verschiedenen Beziehungen, in welchen die Ausbildung der einzelnen Teile zu einander steht, ausführlicher behandelt werden.

Auf Anraten Herrn Dr. Westermaier's, dessen liebenswürdigem Interesse für unsere bescheidenen Forschungen wir überhaupt manchen nützlichen Wink verdanken, unternahmen wir es, nachdem die Mutterzelle an reifem keimungsfähigem Samen mit Sicherheit festgestellt worden war, nachzuweisen, wie es sich in dieser Beziehung bei unausgebildeten, noch in der Entwicklung befindlichen Körnern verhält.

Wir benutzten zu diesem Behufe ganz junge, noch in dem Carpell eingeschlossene Samen, präparierten eine Anzahl von Oberflächenschnitten heraus, und fanden nun, wider Erwarten, dass auch schon in diesem Stadium der Heranbildung jener Körnchen unsere dreiseitigen Mutterzellen auftreten, eine Tatsache, die um so bemerkenswerter erscheint, als das Innere der Samen sich noch in weichem, pulpösem Zustand befindet und in den subepidermalen Geweben eine deutliche Differenzierung der einzelnen Partieen kaum stattgefunden hatte.

Besonders schön lassen sich hierauf bezügliche Studien wieder an *Cruciferen* wie *Hesperis matronalis*, *Turritis*, *Barbarea*, *Cochlearia*, *Sisymbrium*, *Capsella bursa pastoris*, *Isatis tinctoria*, *Raphanus*, *Brassica*, ferner an einer grossen Zahl von *Compositen* machen, wo der, bei anderen Klassen oft störende Stärkegehalt wegfällt und etwa vorhandene Oeltröpfchen durch Alkohol und Aether leicht zu entfernen sind.

Wie bemerkt, treten schon hier jene charakteristischen Bildungen ganz unverkennbar auf, und dies nicht selten in einer Anzahl, die geradezu erstaunlich ist.

Die Behauptung, dass z. B. bei *Brassica*, *Sinapis* und einigen anderen Vertretern der *Cruciferen*familie durchschnittlich jede dritte bis vierte Zelle eine solche Spaltöffnungsanlage in ihrem Innern bildet, dürfte nach unseren Beobachtungen kaum übertrieben erscheinen, ja bisweilen geschieht es, dass zwei dieser Mutterzellen in einer Epidermiszelle liegen, ein Fall, der vorzüglich bei *Brassica* keineswegs zu den Seltenheiten gehört.

Durch approximative Bestimmung fanden wir, dass ein Quadrat von der Seitenlänge $^1/_{10}$ mm. bei *Brassica napus* 15—20, bei *Helianthus annuus* 6—8, bei *Melilotus coerulea* 10—12 derartiger Mutterzellen enthielt, woraus für die gesammte Oberfläche, wenn die respectiven Samenkörner als Kugeln von 1 mm. Radius

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0447-2

angenommen werden, sich für *Helianthus* 7200—9600, für *Melilotus* 12000—14400, für *Brassica* endlich 18000—24000 ergeben würden. Letztere Zahlen möchten vielleicht um so weniger zu hoch gegriffen erscheinen, als die Innenfläche der Cotyledonen nicht mit in Rechnung gezogen wurde.

Indessen würde es unzweifelhaft zu weit gehen heissen, wollte man aus dem Angeführten den Schluss ziehen, dass derartige Bildungen an allen jungen, unreifen Samenkörnern auftreten. Nicht immer ist es möglich, sie mit Sicherheit festzustellen; die Monocotyledonen und Gymnospermen scheinen Mutterzellen in einem so frühen Stadium nicht zu besitzen, auch bei Dicotyledonen konnten sie in allen Fällen nicht nachgewiesen werden und schliesslich darf man selbst bei den in dieser Hinsicht ausgezeichneten Pflanzenfamilien den Zeitpunkt der Untersuchung nicht allzufrüh wählen, will man einigermassen günstige Resultate erzielen.

Die Schoten von *Brassica* und noch unausgebildeten Samenkörnchen von *Helianthus Inula* etc., welche für unsere Zwecke Verwendung fanden, waren, vom Abfallen der Blumenblätter aus gerechnet, immerhin über drei Wochen alt und näherten sich somit bereits dem Stadium vollkommener Ausbildung.

(Fortsetzung folgt.)

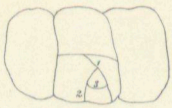
Erpodiaceae quatuor novae

Auctore Carolo Müller Hal.

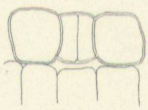
Die Familie der *Erpodiaceae* ist zwar nur eine sehr kleine, eng begränzte, nichtsdestoweniger aber höchst interessante. Tropisch oder halb-tropisch, wie sie ist, gehört sie auch allen vier Welttheilen an, welche eine tropische Zone besitzen; und zwar bisher nur in drei Gattungen auftretend: *Erpodium* Brid., *Aulacopilum* Wils. und *Venturiella* C. Müll. (*Erpodium Sinense* Venturi in Rabenhorst: Bryotheca Europaea, No. 1211). Letztere fand sich bisher nur in einer Art (*V. Sinensis* mihi) bei Schanghai in China auf Pappeln. *Aulacópilum* dagegen hat doch wenigstens drei Arten aufzuweisen: *A. glaucum* Wils. in Neu-Seeland, *A. trichophyllum* Ångstr. im Kaplande, und *A. Balansae* n. sp. in Paraguay. Am stärksten ist die typische und älteste Gattung

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0448-8

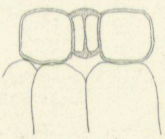
1.



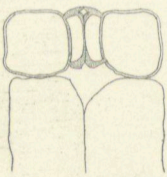
2.



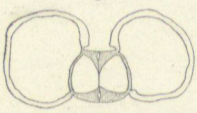
3.



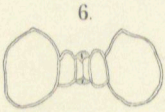
4.



5.



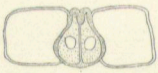
6.



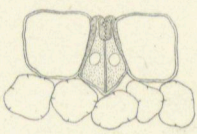
7.



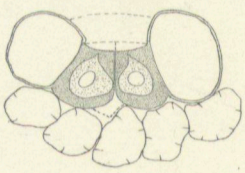
8.



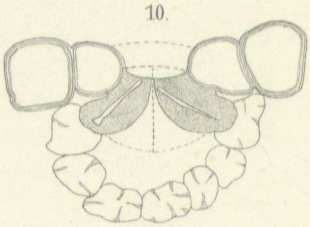
8a.



9.



10.



Lith. v. C. Mathes, Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0592-0

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: 70

Autor(en)/Author(s): Immich E.

Artikel/Article: Zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen 435-446