Fig. II. Schema eines einzeln aus der Bracteenachsel a) hervortretenden Aehrchens (1) die erste Deckspelze). Fig. III. Schema von zwei aus der Bracteenachsel a) hervortretenden Aehrchen; b) die seitliche Bractee, d) c) die ersten Deckspelzen. Fig. IV. Zwei Halmen mit deutlich unter allen Seitenästen entwickelten Bracteen.

Fig. 1—3. Keimpflanzen von *Iris* sp. Fig. 1. Keimende Pflanze mit einem terminalen Cotyledon c), welcher den zwei ersten Blättern d' und folglich zweien Achsen Ursprung giebt. Fig. 2. Die gewöhnliche Keimung dieser Art; c) Cotyledon. Fig. 3. Ein älteres Stadium der letzteren.

Fig. 4—5. *Orchis coriophora* L. Fig. 4. Diagramm der tetramerisch entwickelten Blüte Fig. 5 (vergr.).

Fig. 6—8. *Luzula albida* L. Fig. 6. Same, vergr. Fig. 7. Erstes Stadium des Keimes. Fig. 8. Ein älteres Stadium.

Fig. 9. Blütendiagramm des *Illicium religiosum.*

Fig. 10—16. Blütenvariation der *Gagea bohemica* Schult.

Zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen.

Von **E. Immich.**

(Fortsetzung.)

Ziehen wir den Schluss aus den im vorigen aufgeführten Thatsachen, so lässt sich sagen, dass, wenn an jungen Cotyledonen, Erstlingsblättern einerseits überhaupt Spaltöffnungen vorkommen, wenn andrerseits die Pflanze ihrer bereits in einer relativ frühen Entwicklungsperiode benötigt, die ersten Andeutungen derselben auch schon zu einem Zeitpunkt vorhanden sein werden, der eine vollständige Ausbildung des Apparates bis dahin, wo die Pflanze seiner notwendigerweise bedarf, ermöglicht. Bei den *Cruciferen* u. a. finden wir deshalb jene Mutterzellen nicht nur am fertigen Samen, sondern sogar schon kurze Zeit, nachdem sich überhaupt eine Epidermis differenziert hat. Es sind demnach die Spaltöffnungsanlagen hier keine nachträglichen Bildungen, wie z. B. bei vielen Monocotyledonen, vielmehr werden sie augenscheinlich gleich bei der Entstehung der Oberhautzellen innerhalb dieser differenziert, womit natürlich keineswegs ausgeschlossen ist, dass auch in darauf folgenden Perioden bei verstärktem Breitenwachstum des Blattes derartige Mutterzellen abgeschieden werden. Ihre Anzahl steht unzweifelhaft zur Blattfläche in einem ganz bestimmten Verhältnis,

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0461-9

welches letztere für verschiedene Pflanzen bekanntlich sehr verschieden ist.

Gelegentlich der Untersuchung von Samenkörnern gewisser *Papilionaceen* stiessen wir auf eine fernere interessante Erscheinung, welche angeführt zu werden verdient.

Die heutige Systematik teilt, wie wir wissen, die Familie der *Papilionaceen* in zwei grosse Gruppen: *Phyllolobae* und *Sarcolobae*, je nachdem sich die Cotyledonen beim Keimen über den Boden erheben, laubartig werden und damit alle Funktionen eines gewöhnlichen Blattes übernehmen, oder unter der Erde bleiben und somit an dem Assimilationsprocess nicht participieren, der jungen Pflanze vielmehr nur so lange Nahrung zuführen, wie diese nicht selbstständig zu vegetieren vermag.

Aus beiden Abteilungen wurden Samenkörner mehrerer Repräsentanten gewählt und auf Mutterzellen hin untersucht. So von den *Phyllolobae*: *Lotus*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Cytisus*, *Ononis Medicago* — *Vicia*, *Ervum*, *Pisum* aus der Reihe der *Sarcolobae*.

Nimmt man beispielsweise das Samenkorn einer Pflanze der ersten Categorie (*Melilotus* und *Cytisus* scheinen sich am besten zu eignen) und führt man, nachdem es in oben angedeuteter Weise behandelt wurde, einen Flächenschnitt durch dasselbe, so zeigen sich bei mikroscopischer Beobachtung neben grossen ellipsoidischen Epidermiszellen wiederum, innerhalb dieser, jene dreiseitigen Formen: unsere Mutterzellen.

Im allgemeinen sind sie hier relativ kleiner, wie bei den *Cruciferen*, auch treten sie nicht in so reichem Masse auf, selbst in den äusseren Umrissen weichen sie hin und wieder etwas von jener typischen Dreiecksform ab, wie wir dies besonders an einigen *Trifolium*-Arten constatieren konnten, wo sich nicht selten, an stelle der eckigen Conturen, fast kreisrunde bemerken liessen. Dass wir es hier jedoch mit ersten Spaltöffnungsanlagen zu tun haben, geht aus allem mit Sicherheit hervor, denn nicht sowohl das eigentümliche Lagerungsverhältnis innerhalb der Epidermiszelle, wie vielmehr die Stellung der Wände zu einander bezeigt sich in zu hohem Masse charakteristisch, als dass irgend eine andere Deutung möglich wäre.

So bei den *Phyllolobae*. Anders jedoch verhält sich die Sache bei der zweiten Categorie. Hier gelang es uns trotz genauer und wiederholter Nachforschung nicht, das Vorhandensein jener Mutterzellen nachzuweisen. Weder die grossen, fleischigen Cotyledonen von *Pisum* und *Ervum*, noch die kleineren

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0462-4

der Gattung *Orobus* oder *Viccia* liessen dieselben bemerken, wohin gegen — und das wollen wir nicht anzuführen vergessen — die zwischen den Cotyledonen liegende Plumula ausnahmslos Spaltöffnungsanlagen führt.

Für die Unterabteilung der *Phaseoloideae*, bei welcher die Keimblätter zwar über den Boden treten, indessen nicht laubartig werden, gilt ähnliches. Die ersten Blättchen zeigen Mutterzellen, die Cotyledonen dagegen nicht. Freilich lassen sich auf der Epidermis der letzteren (z. B. bei *Phaseolus multiflorus*) bisweilen Bildungen bemerken, welche sich jenen typischen Formen der Mutterzelle in täuschender Weise nähern: einmal jedoch kommen bei der hier ziemlich regellos zusammengesetzten Epidermis die mannigfachsten Combinationen von Zellwänden zu stande, andrerseits aber treten derartige zweifelhafte Fälle in so geringer Zahl auf, dass sie wohl mehr als zufällige Bildungen, wie als Andeutungen von Spaltöffnungen aufzufassen sind.

Welche Gründe zu diesem, für die *Papilionaceen* so charakteristischen Verhalten Anlass geben, ist schon bei einfacher Ueberlegung ersichtlich.

Sind die Keimblätter a priori dazu bestimmt, die Stelle eines gewöhnlichen Laubblattes zu vertreten *(Phyllolobae)*, so dürfen ihnen naturgemäss die Organe nicht fehlen, welche einen Austausch der Gase, eine regelmässige Durchlüftung überhaupt möglich machen. Ist dies nicht der Fall, dienen die Cotyledonen gewissermassen als Reservestoffbehälter, welche so lange nur von nöten sind, als die junge Pflanze sich noch nicht selbstständig zu ernähren vermag, um später, nach Entleerung ihres Inhaltes abgeworfen zu werden: auf deren Teilnahme an der assimilatorischen Tätigkeit der Pflanze mit anderen Worten garnicht gerechnet wurde, so bedarf es auch nicht der Anlage von Mutterzellen, welche, wenn sie wirklich aufträten, vollkommen überflüssige Bildungen repräsentieren würden.

Die aus den Untersuchungen fernerer Dicotyledonen-Familien gezogenen Resultate, ergaben im wesentlichen nichts neues. Im grossen und ganzen zeigten die an den Samen sämmtlicher von uns untersuchter Pflanzen vorkommenden Mutterzellen oben beschriebene Form, und wenn sich hie und da auch gewisse Modificationen nicht ganz übersehen liessen, so waren dieselben doch verhältnismässig zu geringfügiger Natur, als dass sie besondere

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0463-0

Erwähnung verdienten. Durchgreifende Abweichungen wurden wie gesagt nicht weiter festgestellt.

Hinsichtlich der Monocotyledonen wollen wir nur ganz in kurzem anführen, dass bei ihnen das Vorkommen jener dreiseitigen Zelle bei weitem seltener ist. Auch scheint es, wie gelegentlich bereits gesagt, als ob die ersten Spaltöffnungsanlagen nicht so frühzeitig bemerkbar werden, wie bei der grossen Mehrzahl der Dicotyledonen. Soweit an einer Reihe von Versuchsobjekten festgestellt werden konnte, treten dieselben nur dann bemerkenswert zeitig auf, wenn zu ihrer Bildung (wie z. B. bei *Tradescantia*-Arten) mehrere Zellteilungen notwendig sind.

Im allgemeinen jedoch fanden sich deutlich erkennbare Mutterzellen erst später ein; an Samenkörnern wie von *Hordeum*, *Avena*, *Secale*, *Zea mais* etc. liessen sie sich mit absoluter Sicherheit niemals nachweisen, was allerdings nicht sowohl hier, wie überhaupt bei fast allen Monocotyledonen seine besonderen Schwierigkeiten hat, da sie — wie bekannt — durch einen sehr einfachen Teilungsprocess von gewöhnlichen Oberhautelementen abgeschieden werden und somit jener specifisch eigentümlichen Umrisse entbehren, durch welche sich bei Dicotyledonen eine solche Zelle auf den ersten Blick verrät.

Verhältnismässig am leichtesten sind sie bei Gräsern aufzufinden, woselbst sie schon in frühen Stadien eine charakteristisch ovale Form annehmen und sich überdies, wenn das Material in nicht zu jugendlichem Zustande gewählt wurde, fast ausnahmslos durch zwei kleine Zellchen, welche ihnen zur Seite liegen, von allen übrigen Oberhautelementen auszeichnen.

Ein Ueberblick über diese Verhältnisse bei genannter Familie lässt sich leicht gewinnen, wenn man irgend ein Getreidekorn dem Keimungsprocess unterwirft und in dem Moment, wo sich eben die erste Blattspitze hervordrängt, die Epidermis derselben vorsichtig ablöst, um sie bei nicht zu schwacher Vergrösserung zu betrachten.

Zunächst bemerkt man relativ grosse, etwas in die Länge gezogene Oberhautzellen, die in parallelen Reihen nebeneinander verlaufen. Unter diesen nun finden sich, bald häufiger, bald seltener kleinere Elemente, welche wie zwischen je 2 Oberhautzellen eingepresst erscheinen und sich durch jene ovale Form als erste Andeutungen späterer Stomata zu erkennen geben.

Wählt man den Zeitpunkt der Präparation etwas später, so findet man, dass sich neben je einer dieser Mutterzellen

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0464-6

zwei kleinere, rundliche Gebilde, die auf den ersten Blick fast den Eindruck von Intercellularräumen machen, angelagert haben. Bei weiterer Heranbildung tritt ihre Zellnatur jedoch mehr und mehr hervor, schliesslich entwickeln sie sich so mächtig, dass sie die zwischen ihnen liegende Mutterzelle an Grösse bald übertreffen und nunmehr ihren Charakter als sogenannte, allen Spaltöffnungen von ächten Gräsern bekanntlich eigene „Nebenzellen" nicht mehr verkennen lassen. Wir gedenken unten auf diesen Punkt noch einmal zurückzukommen.

Soviel hiervon. Einige Bemerkuugen, die Gymnospermen betreffend, sollen ebenfalls erst später bei dem Studium von Querschnitten Platz finden, weil es uns, hinsichtlich der nicht geringen Complicationen, die sich in dem Entwicklungsgang von Spaltöffnungen dieser Familie zeigen, sachgemässer erscheint, hier die Beobachtung der auf der Oberfläche platz greifenden Vorgänge mit den im Innern der Mutterzelle stattfindenden Umänderungen zu verbinden.

Nachdem so im vorigen Abschnitt die Resultate einiger Beobachtungen über das allgemeine Auftreten der Mutterzelle dargelegt wurden, nehmen wir den Faden unserer Entwicklungsgeschichte wieder auf und gelangen nunmehr zur Betrachtung der Vorgänge, welche sich während der Ausbildung der jungen Spaltöffnung im Innern derselben abspielen.

Wir wollen uns — unserem Plane gemäss — in erster Linie mit verhältnismässig einfachen Entwicklungsprocessen wie sich solche bei der grossen Mehrzahl von Pflanzen vorfinden, beschäftigen, um erst später, wenn uns die verschiedenen Bildungsphasen einer Mutterzelle in pleno bekannt geworden sind, schwierige Verhältnisse, besonders einzelne interessante Fälle, die in wesentlichen Punkten von der allgemeinen Regel abweichen, genauer zu studieren.

Für die Untersuchungen, welche in diesem Sinne gemacht wurden, haben neben Samenkörnern von *Cruciferen*, *Compositen* etc. junge Blätter verschiedener *Liliaceen* (*Iris pumila*, *pseudacorus Convallaria* etc.), ferner junge Stengelteile von *Juncus*-Arten Verwendung gefunden. Zur Feststellung des Entwicklungsganges

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0465-2

von Stomata mit sogenannten Nebenzellen wurden ausschliesslich *Gramineen* benutzt. Was endlich die eingesenkten Spaltöffnungen anbetrifft, so bot (neben einigen *Allium*-Arten) vorzüglich die Familie der *Coniferen* geeignetes Material. Die hinten angefügten Figuren entsprechen einer mittleren Vergrösserung von ca. 450 und wurden teils aus freier Hand, teils mit Hilfe einer camera lucida entworfen.

Nehmen wir wiederum ein *Cruciferen*-Samenkörnchen zur Hand, lösen wir es vorsichtich aus der Schale, um dann einen feinen Schnitt (am besten nicht mehr wie 2—3 Zellschichten stark) senkrecht zur Oberfläche durch die freigelegten Cotyledonen zu führen, so zeigt sich uns, nachdem das Präparat in das Gesichtsfeld des Mikroscops gebracht worden ist, ein vorläufig noch ziemlich undeutliches, verworrenes Bild. Vor allem constatieren wir, dass der Epidermis jene regelmässige Ausbildung fehlt, wie wir solche auf Querschnitten ausgewachsener Blätter antreffen; die einzelnen Zellen liegen vielmehr in ziemlich ungeordneter Reihe nebeneinander, sie erscheinen bald grösser, bald kleiner, von den verschiedenartigsten Formen, hier rundlich, dort länglich viereckig, mit nicht selten hin und her geknickten Wänden, teils hoch emporgehoben, teils tief in die darunterliegende Gewebemasse eingesenkt.

Wir behalten diese Oberhautzellen genau im Auge und bemerken bald, dass sich zwischen diesen relativ grossen Elementen an bestimmten Stellen kleine Formen vorfinden, welche sich nach Art eines Keiles zwischen je zwei der ersteren einschieben, und, da sie zumeist nicht die ganze Tiefe derselben erreichen, von diesen gleichsam in der Schwebe gehalten erscheinen. Dass wir es hier mit Querschnittsansichten unserer dreiseitigen Mutterzelle zu tun haben, bedarf kaum besonderer Betonung.

Die kleine Zelle ist oben ungefähr um die Hälfte schmaler, wie die sie umgebenden Epidermiselemente, nach unten hin spitzt sie sich um etwas zu. Ihre Wände sind vorläufig überall gleichmässig dünn, vieleicht mit Ausnahme der oberen, welche letztere uns bisweilen ein wenig breiter erschien, abgesehen selbstverständlich von der, alle Zellen gleichmässig überziehenden Cuticula.

Das Lumen führt, wie dies bereits auf Oberflächenpräparaten ersichtlich war, reichliches, feinkörniges Plasma, der Kern steht zumeist genau im geometrischen Centrum, seine Grenzlinien

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0466-7

treten scharf hervor und können selbst bei schwacher Vergrösserung deutlich wahrgenommen werden.

Da, wie soeben bemerkt, die junge Spaltöffnung nicht ganz bis zu dem darunterliegenden Palissadenparenchym herabreicht, was bei gewöhnlichen Epidermiszellen durchgehend der Fall ist, so haben wir hier, in dem dadurch gebildeten Luftraum bereits die erste Andeutung der späteren „Atemhöhle" vor uns. (Fig. II.)

Soweit lassen sich die Beobachtungen an ungekeimten Samen machen; zur weiteren Verfolgung des Entwicklungsprocesses jedoch ist es zuvörderst nötig, das Korn der Keimung zu unterwerfen. Wir pflanzen zu diesem Behufe einige Samen von *Brassica nigra* oder *Raphanus sativus* (letzterer empfiehlt sich besonders durch die verhältnismässige Grösse seiner Cotyledonen) in möglichst feuchte Erde und setzen sie, der schnelleren Entwicklung wegen einer durchschnittlichen Temperatur von 25° C. aus.

Nach 5—6 Tagen sprossen bereits die Blättchen hervor, entfalten sich in der ihnen eigentümlichen Weise und sind nunmehr für weitere Untersuchungen geeignet.

Wir lösen eines dieser Blättchen von dem Stengel ab, bringen es zwischen Hollundermark, führen wiederum einen feinen Schnitt hindurch und beachten dann, welche Formveränderungen mittlerweile an der Mutterzelle stattgefunden.

In erster Linie lässt sich eine bedeutende Volumenvergrösserung derselben constatieren; sie hat jetzt ungefähr die Gestalt eines umgekehrten, abgestumpften Kegels, erscheint ferner um einiges über die benachbarten Oberhautzellen emporgehoben und an der unteren Seite von diesen derart umfasst, dass es ganz den Eindruck gewährt, als ob sie von den inneren Seitenwänden der Epidermiselemente getragen würde, wie eine Brücke von ihren Widerlagern. Dadurch ist schliesslich auch der Raum zwischen Mutterzelle und dem tieferliegenden, jetzt bereits deutlich unterscheidbaren Palissadengewebe um ein beträchtliches vergrössert worden, wohingegen die Palissaden selbst an der Bildung der „Atemhöhle" noch nicht teilgenommen haben, vielmehr in gleicher Höhe nebeneinander stehen.

Auch der Kern ist aus seiner centralen Stellung verschoben und etwas mehr in die Höhe gerückt. Das Plasma sieht trübe und schaumig aus, hie und da zeigen sich bereits kleine blassgrüne Chlorophyllkörper.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0467-3

Noch bedeutsamere Veränderungen weist jedoch das nächste Stadium auf: Abgesehen davon, das dass Wachstum der Zelle lebhaft fortgeschritten, hat sich in der Mehrzahl der jungen Spaltöffnungen eine zarthäutige Mittelwand gebildet, welche auf dem Querschnitt als senkrecht von oben nach unten verlaufende Linie hervortritt und vorläufig nichts von jenen Verdickungen zeigt, die später in so charakteristischer Weise an ihr bemerkbar werden.

An dieser Stelle des Entwicklungsprocesses scheint es fast — wie wir beiläufig bemerken wollen — als ob die Ausbildung der Mutterzelle eine kleine Unterbrechung erfährt, wenigstens beobachteten wir auf Schnitten, die von bereits sehwach ergrünten Pflänzchen herrührten, keine bemerkenswerten Veränderungen in derselben. Die Mittelwand ist jetzt überall vorhanden, weitere Modificationen haben jedoch noch nicht platz gegriffen.

Erst am elften Tage, von der Keimung an gerechnet, sehen wir, dass jene Mittelwand sich in auffallender Weise umformt. Sie verliert mehr und mehr ihre parallelen Grenzlinien und zeigt da, wo sie mit der oberen und unteren Zellwand zusammentrifft, eigenartige Verdickungen, welche in kurzem so bedeutend werden, dass sie bei stärkerer Vergrösserung Schichtungen erkennen lassen und erwähnter Mittelwand im Querschnitt das Aussehen einer biconcaven Linse geben, d. h. dieselbe erscheint oben und unten am stärksten, in der Mitte jedoch am dünnsten.

(Schluss folgt.)

Anzeige.

Soeben erschien in meinem Commissionsverlage

Scripta botanica Horti Universitatis Imperialis Petropolitanae.

Hgg. v. Prof. **A. Beketoff** & Prof. **Chr. Gobi.**

I. Bd. 2. Lieferung. Preis M. 6.— I—VIII S. 233—410 mit 2 Tafeln.

Redacteur: **Dr. Singer.** Druck der F. H. Neubauer'schen Buchdruckerei (**F. Huber**) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03552-0468-9

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 459-466