FLORA.

55. Jahrgang.

№ 21. Regensburg, 21. Juli 1872.

Inhalt. K. Prantl: Die Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Spaltöffnungen. Fortstzg. — A. W. Eichler: Abermals einige Bemerkungen über die Cruciferenblüthe. — J. H. Schultes: Notiz über Begonia patula Fisch. (Begonia Fischeri Schrk.) — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar. — **Beilage.** Tafel VI.

Die Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Spaltöffnungen.

Von Dr. K. Prantl.

(Fortsetzung.)

(Mit Tafel VI.)

Wir haben nun bisher die Entstehung der Spaltöffnungsmutterzelle selbst ganz ausser Acht gelassen. Dieselbe wird in der jungen Epidermis nach bestimmten Gesetzen angelegt, und zwar unterscheiden wir zunächst zwei Haupttypen der Entstehungsweise: die Spaltöffnungsmutterzelle wird nämlich aus einer jungen Epidermiszelle (der „Urmutterzelle") entweder durch einen einzigen (selten mit Wiederholung der Theilung in derselben Richtung) Theilungsschritt abgetrennt oder es treten in der Urmutterzelle eine Reihe von vorbereitenden (Strasburger's „interimistischen") Theilungen nach bestimmten Richtungen auf, unter welchen die zur Bildung der Spaltöffnungsmutterzelle führende eine bestimmte Stelle, meistens die letzte einnimmt.

I. Der erste Typus gliedert sich wieder in verschiedene Unterabtheilungen; nämlich

A. im einfachsten Falle ist mit der Bildung der Mutterzelle die Bildung des ganzen Spaltöffnungsapparates vollendet, welcher dann nur aus der Spaltöffnung selbst besteht. Das Schema dieses Falles habe ich Taf. VI fig. 8 dargestellt, wo, wie in den anderen

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0323-1

schematischen Figuren, die Urmutterzelle mit stärkerer Contour umzogen ist, die beiden Schliesszellen mit s bezeichnet sind und die Richtung der Spalte durch eine punctirte Linie angedeutet ist. Innerhalb dieser Gruppe haben wir wieder zu unterscheiden, ob die Theilung in gewöhnlicher Weise durch eine die Längswände der Urmutterzelle verbindende Querwand stattfindet, welche dann nach den bisherigen Untersuchungen ausnahmslos an deren vorderem Ende eintritt (Beispiele: *Iris*, *Hyacinthus*, einheimische *Orchideen*, *Sambucus*, *Salvinia*, *Selaginella*, *Asplenium furcatum*), oder ob eine eigenthümliche Form der Wandbildung erfolgt, welche wir etwas näher betrachten müssen. Denkt man sich in dem ersteren Falle die neuentstehende Querwand schon von Anfang an nach der grösseren (eine gewöhnliche Epidermiszelle bleibenden) Schwesterzelle hin stark vorgewölbt, sowie den Antheil der kleineren Schwesterzelle an den Längswänden der Mutterzelle immer kleiner werdend und zuletzt verschwindend, so erhalten wir eine sogenannte U-förmige Wand, welche der vorderen Wand der Urmutterzelle ansitzt. Diese in der Flächenansicht U-förmige Wand berührt nun manchmal die vordere Urmutterzellwand nur an einem Puncte und erscheint dadurch fast O-förmig, ja im extremsten Falle steht sie in gar keinem Zusammenhang mehr mit derselben, so dass mitten aus einer Epidermiszelle eine von einer ringförmigen Wand begrenzte Zelle herausgeschnitten wird, die jedoch innen einen kleineren Umfang besitzt, als aussen. Somit liegt dann die Spaltöffnung mitten in einer Epidermiszelle. Dieses merkwürdige Vorkommen wurde schon sehr früh von Link, dann später von Oudemans[1]) bemerkt; allein unter den von diesem aufgestellten Möglichkeiten der Entstehungsweise befindet sich die wirkliche nicht. Auch Strasburger[2]) erkannte Anfangs das Richtige nicht, indem er annahm, die Spaltöffnungsmutterzelle sei anfänglich in Berührung mit der Urmutterzellwand und rücke erst im Verlauf der Zeit in die Mitte. Fast gleichzeitig untersuchte Hildebrand[3]) denselben Gegenstand, deutete ihn aber auch unrichtig, indem er die Spaltöffnungsmutterzelle für linsenförmig an der Aussenwand der Urmutterzelle herausgeschnitten hielt; der wahre Sachverhalt wurde erst nachträglich von Strasburger[4])

1) Bulletin du congrès international de botanique .... à Amsterdam 1865. Rotterdam 1866. p. 85. cit. bei Strasburger l. c. p. 309.
2) l. c. p. 311 f.
3) Ueber die Entwickelung der Farnkrautspaltöffnungen. Bot. Zeit. 1866. p. 245.
4) Die Befruchtung bei den Farnkräutern. Pringsh. Jahrb. VII. p. 393. Anm. 1.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0324-7

und ausführlicher von Rauter[1]) festgestellt. Als Beispiele seien für die U-förmige Wand *Plantago*, *Centradenia*, *Epilobium*, *Silene*, *Asplenium bulbiferum*, für nur geringe Berührung mit der Urmutterzellwand *Aneimia villosa*, *Niphobolus Lingua*, für die Ringtheilung *Aneimia fraxinifolia* erwähnt. Ausser diesen Spaltöffnungen der Farne ist die Ringtheilung nur noch für die *Antheridien* derselben Classe bekannt[2]). Bei den erwähnten Farnen, sowie bei *Pteris longifolia*[3]) kommt es bei den einzelnen Species mehr oder weniger constant vor, dass die Spaltöffnungsmutterzelle nicht durch den ersten Theilungsschritt angelegt wird, sondern dass parallel mit der U-förmigen Wand noch eine zweite auftritt, welche erst der Spaltöffnungsmutterzelle angehört. Es erinnert dieses Verhältniss allerdings an den II. Haupttypus, ist aber doch dadurch verschieden, dass dort die vorbereitenden Wände abwechselnd nach verschiedenen Richtungen entstehen.

B. Schon in den unter A zusammengefassten Fällen kann es vorkommen, dass die zunächst um die Spaltöffnung liegenden Zellen sich in ihrer Ausbildung von den entfernteren Epidermiszellen unterscheiden. In dieser Gruppe B aber vereinige ich diejenigen Fälle, wo in den umgebenden Zellen besondere Theilungen auftreten und dadurch Nebenzellen erzeugt werden, welche ich aber von den nach dem Typus II erzeugten als „beigeordnete" unterscheide. Je nach der räumlichen Beziehung dieser Nebenzellen zur Spaltöffnungsmutterzelle unterscheiden wir drei Unterabtheilungen; nämlich a) die Theilungen treten nur in zwei seitlich von der Urmutterzelle gelegenen Epidermiszellen ein, s. Fig. 9 (Beispiele: *Aloe*, *Gramineen*, *Aroideen*, *Claytonia*, *Proteaceen*); b) in den vier die Spaltöffnungsmutterzelle umgebenden Zellen, also auch in deren Schwesterzelle (*Coniferen*, *Cycadeen*, *Tradescantia*, *Ficus*). In diesen Fällen können die Theilungen sich mehr oder weniger oft wiederholen, und können dann eine bestimmte gesetzmässige Reihenfolge einhalten oder nicht; manchmal finden sie erst nach Entstehung der Schliesszellen statt. c) den dritten Fall fand ich bei *Hydrocharis Morsus ranae*; nach Rohrbach[4]) sollten hier vorbereitende Theilungen (also Typus II) nach zwei Rich-

1) Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen von *Aneimia* und *Niphobolus* Mittheil. d. naturw. Vereins für Steiermark 1870. II. Bd. 2. Heft.

2) Ueber den Bau und die Entwickelung des Farn-Antheridiums. Monatsber. der Akad. Berlin. Mai 1869.

3) Rauter, l. c. p. 4.

4) Beiträge zur Kenntniss einiger *Hydrocharideen* p. 28.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0325-3

tungen der Fläche stattfinden, wie bei *Mercurialis*; allein der Umstand, dass dann *Hydrocharis* die einzige monocotyle Pflanze wäre, die ihre Spaltöffnungen nach Typus II bilden würde, sowie dass *Stratiotes* hieher unter a) gehört, veranlasste mich, die Entwicklungsgeschichte selbst zu untersuchen. Erschwert wird die Untersuchung dadurch, dass entsprechend der Blattform die Epidermiszellen richtungslos durcheinander liegen und sich noch während der Anlage der Spaltöffnungen nach allen Richtungen theilen, ferner, dass am fertigen Blatt die Nebenzellen bald fehlen, bald nur einseitig vorkommen, so dass man in jungen Zuständen nie weiss, ob man verschiedene Entwicklungsfolgen oder abweichende Formen vor sich hat. Es gelang mir jedoch, aus dem gegenseitigen Ansatz und der Stärke der jungen Wände folgenden Modus festzustellen. Eine beliebig orientirte Epidermiszelle wird zur Urmutterzelle, indem sie sich halbirt und die eine Tochterzelle zur Spaltöffnungsmutterzelle wird; deren Schwesterzelle theilt sich fast immer parallel mit der ersten Wand noch einmal, und ebenso parallel öfters auch die an die Spaltöffnungsmutterzelle jenseits angrenzende Epidermiszelle. Die Figuren 1—6, welche nach der Natur gezeichnet sind, sowie das Schema der Zellfolgen in fig. 7 und das Schema fig. 10 werden die Sachlage wohl hinlänglich erläutern. Das Schema fig. 10 unserer Abtheilung c) unterscheidet sich also von dem fig. 9 der Abtheilung a) dadurch, dass hier alle Theilungen und die Richtung der Spalte einander parallel sind, dort aber die nachträglichen Wände mit der Spalte parallel sind, aber auf der ersten Theilungsrichtung senkrecht stehen. Möglicherweise stehen die jungen Wände zu den beiden anderen Seiten der Spaltöffnung auch mit ihr in Beziehung; allein bestimmt entscheiden lässt sich das nicht, da zur gleichen Zeit in den verschiedensten Epidermiszellen ähnliche Theilungen vorkommen.

II. Bei dem zweiten Typus werden in der Urmutterzelle eine bestimmte Anzahl vorbereitender Theilungen ausgeführt, ehe die Spaltöffnungsmutterzelle gebildet wird. Diesen Theilungen verdanken die Nebenzellen ihre Entstehung, welche wir demzufolge als „vorbereitende" bezeichnen. Wir unterscheiden zwei Unterabtheilungen, je nachdem a) die vorbereitenden Theilungen nach zwei Richtungen oder b) nach drei Richtungen der Fläche stattfinden. Die Wände sind demzufolge fast immer etwas gebogen, besonders bei der Abtheilung a) und die Flächenansichten bekommen dadurch eine gewisse habituelle Aehnlichkeit mit Queransichten

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0326-9

zwei- oder dreischneidiger Scheitelzellen. In der ersten Abtheilung sind wieder zwei Fälle möglich; entweder verläuft die Spalte parallel den vorbereitenden Wänden (z. B. *Mercurialis*, *Phorbitis*, *Cacteen* und *Equiseten* [1]) oder aber sie steht rechtwinklig zu denselben (z. B. *Thymus* und andere *Labiaten*). Die Zahl der vorbereitenden Theilungen ist verschieden, bewegt sich jedoch für dieselbe Species in ziemlich engen Grenzen. Eine schwache Annäherung an den Typus I findet sich bei *Physostegia virginica* und *Basella alba*, wo nach Bildung der Spaltöffnungsmutterzelle regelmässig noch nachträgliche Theilungen in den vorbereitenden Zellen auftreten. Als Beispiele für die Theilung nach drei Richtungen der Fläche seien noch *Cruciferen*, *Asperifolien*, *Solaneen*, *Papilionaceen*, *Begoniaceen* und *Crassulaceen* erwähnt. Einen solchen Fall habe ich zur Darstellung des Schemas für diesen Typus benützt (fig. 11). Die oben erwähnte Aehnlichkeit der hier vorkommenden Theilungen mit denjenigen einer Scheitelzelle halte ich nur für oberflächlich; denn für letztere ist es characteristisch, dass da, wo überhaupt mehrere Theilungsrichtungen vorkommen, die Wände ausnahmslos schief stehen, sich aneinander ansetzen und Ursache des Längenwachsthums sind, während bei den Spaltöffnungen die Wände gerade stehen (ja bei *Equisetum* sogar divergiren), einer gemeinsamen Grundfläche aufsitzen und niemals zu einem Längenwachsthum, sondern nur zu intercalarem Flächenwachsthum führen. Für eine von der Zukunft zu erwartende mechanische Theorie der Zellbildung sind gewiss beide Vorgänge von hoher Wichtigkeit, aber gerade da wird die Differenz noch mehr in die Augen springen. Uebrigens ist die Gesetzmässigkeit der vorbereitenden Theilungen keine so strenge, als man auf den ersten Blick meinen möchte; so beobachtete ich bei *Crassula arborescens*, welche nach drei Richtungen Nebenzellen bildet, ebensoviele Spaltöffnungsapparate, an denen die vorbereitenden Wände in rechtsläufiger oder linksläufiger Spirale angeordnet waren und wo bei gleicher Anzahl der Theilungen die Spalte bald auf der letzten Wand senkrecht stand, bald mit ihr parallel war.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen verdanken wir sämmtlich der schon öfters citirten Arbeit Strasburger's;

1) Da von Milde (l. c. p. 136) diese Verhältnisse ganz ignorirt werden, dürfte es nicht überflüssig sein, hier noch einmal darauf aufmerksam zu machen, dass die sogen. unteren Schliesszellen die wirklichen Schliesszellen sind und die sogen. oberen als vorbereitende Nebenzellen zu bezeichnen sind. Durch die nach innen divergirenden Wände bekommen die Jugendzustände einen etwas fremdartigen Habitus.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0327-5

in der Aufstellung und Anordnung der Typen glaubte ich jedoch von seiner Darstellung abweichen zu müssen, und bemerke zur Rechtfertigung meiner Ansicht Folgendes. Strasburger stellt zwei Haupttypen auf, je nachdem der Spaltöffnungsapparat aus einer oder aus mehreren Oberhautzellen entsteht, d. h. nach meiner Bezeichnungsweise, ob beigeordnete Nebenzellen fehlen oder nicht. Es hat diese Behandlungsweise gewiss auch ihre Berechtigung, indem wir dadurch erfahren, durch welche morphologische Vorgänge das physiologische Organ, der „Spaltöffnungsapparat" entsteht. Wenn es sich jedoch um Entwicklungsgeschichte handelt, fasse ich die Sache rein morphologisch auf und frage: Nach welchem Gesetze der Zellfolge entsteht die anatomisch ausgezeichnete „Spaltöffnung", d. h. nur die beiden Schliesszellen? Desshalb wählte ich als obersten Eintheilungsgrund die Entwicklung der Spaltöffnungsmutterzelle aus der Urmutterzelle. Erfolgt dieselbe nicht durch eine einzige Zelltheilung, so nenne ich die durch die vorbereitenden Theilungen erzeugten Zellen „vorbereitende Nebenzellen". In welcher Weise sich die um die Urmutterzelle liegenden Epidermiszellen verhalten, scheint mir morphologisch eine secundäre Frage zu sein. Dieselben können ganz unverändert bleiben oder andere Gestalt annehmen, oder endlich sich in besonderer Weise theilen. Uebergänge finden sich zwischen meinen Typen so gut wie zwischen allen Eintheilungen, die wir an Naturobjecten vornehmen; und ich gestehe offen, dass sich vielleicht sogar mehr finden, als zwischen den Strasburger'schen; sie scheinen mir aber gerade besonders lehrreich zu sein. Die Uebergänge zwischen meinen Typen erscheinen in dreierlei Form: erstens finden bei den Farnen vorbereitende Theilungen statt, allein nur als einfache Wiederholung der zur Bildung der Spaltöffnungsmutterzelle führenden Wand, und ausserdem auf demselben Blatt zwischen den einfachen Theilungen; zweitens tritt in der Abtheilung Bb des Typus I (*Coniferen* u. a.) die beigeordnete Theilung ausser den seitlichen Zellen auch in der Schwesterzelle der Spaltöffnungsmutterzelle, also einer näher verwandten ein; bei *Hydrocharis* betheiligt sich daran oft nur diese Schwesterzelle; drittens finden in den vorbereitenden Zellen bei Typus II noch nachträgliche Theilungen statt. Einen Hauptgrund für das Zweckentsprechende meiner Auffassungsweise finde ich darin, dass eine gewisse Uebereinstimmung meiner Typen mit der systematischen Stellung der sie vertretenden Pflanzen unverkennbar ist; nämlich sämmtliche bis jetzt darauf untersuchten *Monocotyledonen*

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0328-1

fallen unter den ersten Typus. Aus der einfachsten Form dieses Typus, wo nämlich der ganze Spaltöffnungsapparat bloss aus der Spaltöffnung besteht, mögen sich, wohl durch mechanische Einwirkung der Formentwicklung des betreffenden Pflanzentheils (vorzugsweise der Blätter) die übrigen Formen entwickelt haben. Bei den *Monocotylen* wird die Entstehung der Spaltöffnungsmutterzelle noch nicht afficirt; einzelne behalten den Urtypus, bei anderen machen sich Aenderungen in den umgebenden Zellen geltend und zwar bald in den seitlich angrenzenden, bald ausserdem noch in der Schwesterzelle, bald in dieser allein. *Coniferen* und *Cycadeen* haben sich in ähnlicher Weise (mit Theilungen in allen umgebenden Zellen) aus dem Urtypus entwickelt. Die *Dicotylen* bleiben zum Theil noch beim Urtypus stehen; einzelne schliessen sich den *Coniferen* und den mit seitlichen Nebenzellen versehenen *Monocotylen* an *(Ficus, Claytonia)*; der grössere Theil aber gehört dem zweiten Typus an, wo die physiologische Einwirkung schon bis vor Entstehung der Spaltöffnungsmutterzelle zurückgreift. Die Farne giengen ihren eigenen Entwicklungsgang mit leiser Annäherung an den zweiten Typus und erreichen ihr Extrem in der Ringtheilung.

In welcher Weise wir uns einen Einfluss des Wachsthums des Pflanzentheils auf die Gestaltung der darauf befindlichen Spaltöffnungen zu denken haben, darüber enthält die Abhandlung Pfitzer's[1]) sehr werthvolle Andeutungen; insbesondere wird es hier wahrscheinlich gemacht, dass sowohl das Flächenwachsthum des Mesophylls die bedingende Ursache der Zellbildung in der Epidermis ist, als auch durch Bildung der Spaltöffnungsmutterzelle und deren Zurückbleiben im Breitenwachsthum Spannungen entstehen, welche zur Bildung der Nebenzellen führen können. Genauere Einsicht in diese Verhältnisse kann uns aber erst die Zukunft bringen.

Was die Ausbildung der Nebenzellen und ihre Beschaffenheit im fertigen Zustande betrifft, so sind sie meistens kleiner und zartwandiger als die übrigen Epidermiszellen; ihr Grössenverhältniss zu den Schliesszellen ist ein verschiedenes; bald sind sie kleiner, als diese, bald aber auch grösser, so dass sie selbst bei oberflächlicher Betrachtung sich vorherrschend geltend machen und das Wesentliche des ganzen Apparates zu sein scheinen (z. B. bei den *Gramineen*). Von ihrer Lage zu den Schliesszellen

1) l. c. p. 545 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0329-8

seien hier nur einige besondere Fälle erwähnt; bei *Sedum spurium* wachsen die Schliesszellen auffallend über die Nebenzellen hinaus, diese aber nähern sich unter der Spaltöffnung einander, so dass zwischen ihnen durch ein schmaler Kanal zur Athemhöhle führt [1]). In umgekehrter Weise legen sich bei *Equisetum* die Nebenzellen aussen über die Schliesszellen, so dass diese von der Aussenfläche gar nicht sichtbar sind [2]); ausserdem ist hier die Verdickung und starke Incrustation mittelst Kieselsäure bemerkenswerth, wodurch die Aussenfläche der Nebenzellen wie mit zierlichen Perlen besetzt erscheint, ein Verhältniss, welches von Milde [3]) sonderbarer Weise mit dem Namen „Kieselplatten" belegt wird. Die Wachsüberzüge der Epidermis bedecken bald die Nebenzellen, bald lassen sie dieselben frei; bemerkenswerth ist die ringförmige Wachsmasse im äusseren Umkreis der Nebenzellen bei *Strelitzia ovata* [4]).

(Fortsetzung folgt.)

Abermals einige Bemerkungen über die Cruciferenblüthe.

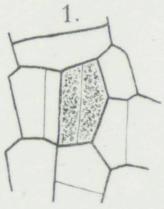
Von Dr. A. W. Eichler.

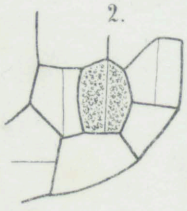
In dem mir erst kürzlich zu Gesichte gekommenen Hefte 3/6 des Bandes XIII. Ser. V. der Annales des sciences naturelles findet sich ein Aufsatz von P. Duchartre, betitelt „Note sur une monstruosité de la fleur du Violier (*Cheiranthus Cheiri* L.)." Es werden in dieser Abhandlung verschiedene Fälle von Blüthen besprochen, deren Staubgefässe mehr weniger in Carpelle verwandelt waren, und daraus Folgerungen über die Structur der normalen *Cruciferen*-Blüthe gezogen, die, mit meiner früher in dieser Zeitschrift dargelegten Auffassung [5]) in Widerspruch, mich veranlassen, nochmals über diesen Gegenstand das Wort zu ergreifen.

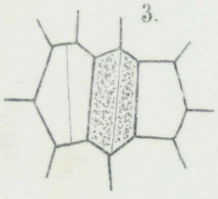
Carpellisation der Staubgefässe von *Cheiranthus Cheiri* ist bekanntlich schon öfter beobachtet worden und A. P. De Candolle stellte danach sogar eine Varietät „*gynanthera*" auf. Die von Duchartre neuerdings untersuchten zahlreichen Fälle (ca. 500)

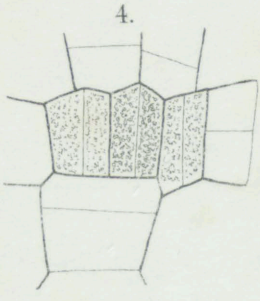
1) Strasburger l. c. p. 322 u. fig. 110.
2) ebenda p. 320.
3) l. c. p. 136.
4) de Bary l. c. p. 148.
5) Ueber den Blüthenbau der *Fumariaceen*, *Cruciferen* und einiger *Capparideen*, Flora 1865. p. 433 figde. tab. 5—9.

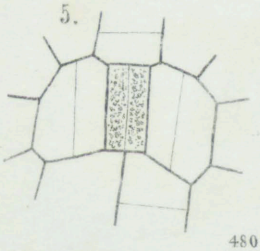
Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0330-9



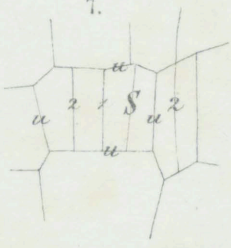


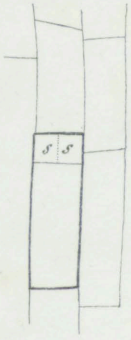


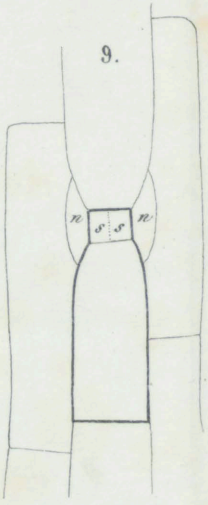


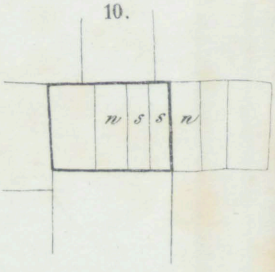


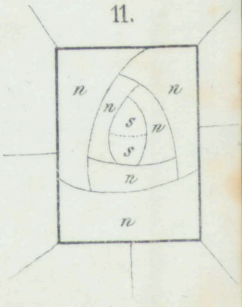












480/1

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03639-0589-4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Prantl Karl Anton Eugen

Artikel/Article: Die Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Spaltöffnungen 321-328