

- Fig. 7. Tetrasporangium. Die Entleerungszelle ist gänzlich zerstört, wodurch zwei Tetrasporen nicht ausgestossen wurden. Die obere rothe Spitze in der Mündung ist eine gedrückte Tetraspore. Vergr. 300.
- „ 8. Tetrasporangium. Die Entleerungszelle, die flaschenförmige helle Zelle, ist allein in dem Sporangium zurückgeblieben. Am Grunde ein Rest einer Spore. Die Spitze des Sporangiums war zerrissen, hat sich aber wieder geschlossen. Vergr. 800.
- „ 9 und 10. Tetrasporen sich verdickend, aber ohne Membran. Vergr. 800.
- „ 11. Tetraspore keimend und bereits mit Hüllmembran versehen. Vergr. 800.
- „ 12—14. Keimpflanzen, die ersten Rhizoiden bildend. Vergr. 800.
- „ 15. Keimpflanze. Die zwei unteren Zellen bilden die Rhizoiden, die zwei oberen Zellen die ersten vegetativen Thalluszellen, letztere in lebhafter Theilung begriffen. Vergr. 800.

### 53. Grace D. Chester: Bau und Function der Spaltöffnungen auf Blumenblättern und Antheren.

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 29. Juli 1897.

Das Vorkommen von Spaltöffnungen auf einer oder beiden Seiten der Blätter der Blüthenhülle ist seit den Zeiten RUDOLPHI's von verschiedenen Autoren erwähnt worden. In seiner „Anatomie der Pflanzen“ (1807) sagt RUDOLPHI<sup>1)</sup>, dass man in fast allen Fällen auf den Perianthblättern Stomata finde, und zwar entweder auf der Aussen- oder oft auch auf beiden Seiten des Blattes. Er führt viele Beispiele an und sagt, dass die Spaltöffnungen des Kelches auf beiden Seiten vorkämen, wenn er, wie z. B. beim Veilchen, sich nach auswärts biege. Auch auf den Blumenblättern kämen sie oft vor.

In KROCKER's Dissertation „De plantarum epidermide observationes“ (1833)<sup>2)</sup> werden verschiedene Beispiele gegeben, bei welchen Pflanzen — es sind 17 Arten — der Verfasser Spaltöffnungen auf der Unterseite der Petala aufgefunden hat.

Im Jahre 1861 veröffentlichte HILDEBRAND eine Abhandlung „Ueber das Vorkommen von Spaltöffnungen auf Blumenblättern“<sup>3)</sup>.

1) KARL OSMUND RUDOLPHI: Anatomie der Pflanzen. Berlin 1807.

2) H. KROCKER: De Plantarum Epidermide Observationes. Dissertatio Inauguralis Phytotomica. 1833.

3) HILDEBRAND: Ueber das Vorkommen von Spaltöffnungen auf Blumenblättern. Bonn, 1861.

Was er hauptsächlich zu beweisen sucht, ist, dass diejenigen Theile der Blütenblätter, die im Knospenzustande unbedeckt sind, Spaltöffnungen haben, während sie denjenigen fehlen, die in der Knospelage bedeckt sind. Er giebt zwölf Beispiele von Pflanzen, bei denen Spaltöffnungen nur auf solchen Stellen der Blumenblätter vorkommen, die in der Knospelage freiliegen. Dann aber führt er an, dass man in zahlreichen Fällen auch Stomata auf einer Seite von Blütenblättern finde, die in der Knospelage bedeckt sind, nennt acht Beispiele für solche Blätter, die auf beiden Seiten Spaltöffnungen haben, obwohl nur eine Seite in der Knospelage bedeckt ist, und schliesslich auch solche, die auf beiden Seiten Stomata führen, obgleich sie in der Knospelage ganz eingeschlossen sind. Von solchen Arten, die in der Knospelage bedeckt sind und der Stomata entbehren, führt er 28 an, aber auch 14, die keine haben, obwohl sie frei liegen. Er muss selbst zugeben, dass die von ihm aufgestellte Regel viele Ausnahmen hat. Der einzige Schluss, den man eigentlich aus seiner Arbeit ziehen kann, ist der, dass Spaltöffnungen auf Blumenblättern recht häufig sind.

Er erwähnt den Bau der Organe und nennt ihn sehr einfach. Ueber ihre Function spricht er sich nicht aus; aber es scheint aus seinem Gedankengang hervorzugehen, dass er sie sich als functionsfähig vorstellt.

Im Jahre 1869 gab CZECH<sup>1)</sup> an, dass er niemals an nicht grünen Pflanzentheilen offene Spaltöffnungen gesehen habe. Von Blütenorganen führt er sechs Beispiele an, die er an zwei auf einander folgenden Nachmittagen beobachtet hat. Seine Beobachtungen an Blütenblättern stehen im Zusammenhang mit einer Untersuchung der Function aller Spaltöffnungen, die nach seiner Ansicht dazu bestimmt sind, das Licht einzulassen. Es wird später gezeigt werden, dass die Beobachtungen kaum ausreichend sind, um irgend einen Schluss zu gestatten.

Bei dem Erscheinen von DE BARY'S Lehrbuch (1877) lagen, wie man sieht, schon so viele Angaben über das Vorkommen von Spaltöffnungen auf Blumenblättern vor, dass dort von ihrem fast allgemeinen Vorkommen auf solchen Organen gesprochen wird.

Ebenso erwähnt WEISS in seinem Lehrbuch die Verbreitung der Spaltöffnungen auf Blumenblättern. Die nächste wichtige Erwähnung der Stomata auf Blütenblättern findet sich in der Abhandlung von HILLER.<sup>2)</sup> Seine ziemlich erschöpfende Arbeit enthält klare Angaben über das Vorkommen der Spaltöffnungen an Blütenblättern und über den Bau und Inhalt der Schliesszellen. Er kommt zu dem allgemeinen Ergebniss, dass normal gebaute Spaltöffnungen an einer grossen Zahl von Blütenblättern zu treffen sind, sowohl an der Ober- wie an der

1) DR. KARL CZECH: Ueber die Functionen der Stomata. Bot. Zeit. 1869.

2) G. HILLER: Untersuchungen über die Epidermis der Blütenblätter. PRINGSHEIM'S Jahrb. für wiss. Bot. 1884.

Unterseite. Die Schliesszellen enthalten Stärke und oft Chlorophyll, namentlich, wenn die Blüthe chlorophyllführend ist. Er beschreibt ferner rudimentäre Stomata und namentlich eigenthümliche Lücken in der Epidermis, die rings von cuticularisirten Wänden umgeben sind. Auch diese sind als fehlgeschlagene Spaltöffnungen aufzufassen und mit den normal gebauten durch alle Uebergänge verbunden. Der Schluss, der sich für ihn daraus ergibt, ist, dass die Blumenblätter normaler Spaltöffnungen nicht bedürfen und dass sie nicht zur vollen Ausbildung gelangen, wenn auch noch das Bestreben, sie anzulegen, vorhanden sei. Grossentheils würden sie, wie er vermuthet, kaum die Fähigkeit haben, sich zu öffnen und zu schliessen.

Weitere Studien über die Epidermis der Blütenblätter wurden im Jahre 1893 von LOUISE MÜLLER<sup>1)</sup> veröffentlicht. Sie giebt 28 Beispiele von Arten an, bei denen Spaltöffnungen auf beiden Seiten der Petala oder Perianthblätter vorkommen, 40 Beispiele von solchen, bei denen sie sich nur auf einer Seite finden, fünf Beispiele für das Fehlen der Stomata. Nach ihrer Behauptung kämen auf Blütenblättern, die von zahlreichen Haaren bedeckt sind, keine Spaltöffnungen vor; später aber führt sie selbst verschiedene Fälle eines solchen Vorkommens an, wie z. B. einige Ranunculaceen. Ebenso wie HILLER findet sie, dass die von cuticularisirten Wänden umgebenen Lücken der Epidermis sich durch Uebergangsformen mit normalen Spaltöffnungen verbinden lassen.

Mit Ausnahme von CZECH hat keiner der hier genannten Autoren Angaben über das Öffnen und Schliessen des Spalts der Stomata auf solchen Blättern gemacht. Die Vermuthung HILLER's, dass die meisten Stomata an Blüthentheilen ihre Function verloren haben, ist nicht aus Beobachtungen abgeleitet.

Die folgenden Untersuchungen sind in der Absicht unternommen worden, über die Beweglichkeit der Schliesszellen von Spaltöffnungen, die auf Blütenblättern vorkommen, etwas Genaueres zu erfahren. Herrn Geheimrath SCHWENDENER, unter dessen Leitung die Arbeit im Botanischen Institut der Universität Berlin entstanden ist, spreche ich auch an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank aus. Zugleich bin ich Herrn Dr. JAHN für die liebenswürdige Unterstützung bei der Uebertragung in's Deutsche zu Dank verpflichtet.

### Spezieller Theil.

#### *Convallaria majalis* L.

Spaltöffnungen kommen an der äusseren Oberfläche des Perianths vor und sind über die ganze Epidermis der Glöckchen, abgesehen von

---

1) LOUISE DODEL-MÜLLER: „Grundzüge einer vergleichenden Anatomie der Blumenblätter“. Nova Acta der Kais. Leopold-Carol. Deutsch. Akad. der Naturforscher. Band LIX, Ser. I.

den Rändern der Zipfel, vertheilt; an der inneren Oberfläche aber finden sich keine. Die Gestalt der Stomata ist regelmässig und in der Oberflächenansicht augenscheinlich normal. An der schmalen Wand jeder Schliesszelle sitzt jederseits ein leistenartiger Vorsprung, der sich von dort in das Innere der Zelle fortsetzt. Chlorophyll und Stärke sind in den Schliesszellen immer vorhanden. Der Spalt zwischen Vor- und Hinterhof wurde in jedem Falle offen gefunden (Fig. 1). Der Querschnitt (Fig. 2) zeigt insofern eine wichtige Einzelheit des Baues, als daran die ausgesprochene Verdickung der Zellwände, die den Vor- und Hinterhof begrenzen, zu erkennen ist. Sie sind so stark verdickt, dass die gelenkige Stelle der Bauchwand verschwunden ist und von der Möglichkeit eines vollständigen Spaltenverschlusses gar nicht die Rede sein kann. Zahlreiche Querschnitte zeigten mir in jedem Falle den offenen Zustand.

Um zu prüfen, ob die Schliesszellen überhaupt zu einem Verschlusse fähig sind, wurde in der gebräuchlichen Weise Glycerin zugesetzt. Aber auch nach starker Plasmolyse des Zellinhalts blieb der Spalt noch offen.

Weiterhin wurde der Einfluss der Dunkelheit auf die Thätigkeit der Spaltöffnungen untersucht. Kräftige Pflanzen wurden in einen dunklen Raum gebracht und drei bis 6 oder 24 Stunden darin gelassen. In gewissen Zeitabständen wurden sie mikroskopisch untersucht, hierbei aber in keinem Falle die Stomata geschlossen gefunden.

In diesem Zusammenhang war die Frage von Interesse, ob die Knospen, die noch grün am Gipfel jedes Blütenstandes sasssen, Spaltöffnungen von normaler Structur und Leistung besässen. Die Epidermis der Knospen hat im Allgemeinen kleine, unvollkommen ausgebildete Zellen. Gleich ihnen sind auch die Spaltöffnungen noch unvollständig entwickelt und dem Anscheine nach unfähig sich zu öffnen oder zu schliessen.

Die Antheren dieser Pflanze tragen keine Spaltöffnungen, auf den Filamenten finden sich nur wenige rudimentäre.

Da die Stomata mit der Athemböhle in Verbindung stehen, wie die Figuren zeigen, da sie ferner an den Blüthentheilen sowohl im Licht wie in der Dunkelheit offen gefunden werden, so geht daraus hervor, dass sie jedenfalls der Durchlüftung dienen.

#### *Fritillaria imperialis* L.

Viele Spaltöffnungen kommen auf der äusseren Oberfläche der Perigonblätter beider Kreise vor. Die Dimensionen einer typisch ausgebildeten Spaltöffnung sind:

Länge . . . . .	59,40 $\mu$
Breite des Vorhofs . .	18,80 $\mu$
Breite der Spalte . .	5,84 $\mu$

Beide Schliesszellen sind voll von Chlorophyllkörnern. Die Blütenblätter, ohne Entfernung der Epidermis geprüft, zeigten in jedem Falle offene Spaltöffnungen. Auch wenn die Epidermis abgelöst und mit Glycerin behandelt wurde, war kein Verschluss des Spaltes erkennbar (Fig. 3). Der anatomische Bau, wie er auf Querschnitten zu sehen ist (Fig. 4), giebt vielleicht die Erklärung hierfür: Die abnormale Verdickung der Wände macht ein solches Organ, wie es scheint, unfähig sich zu schliessen. Es wurde auch die Einwirkung der Dunkelheit auf den Zustand der Spaltöffnung verfolgt, und zwar in der Weise, dass im Freien wachsende Pflanzen mit Zinkeylindern überdeckt wurden. Wenn auch die Exemplare sechs Stunden vollständig verdunkelt worden waren, konnten doch keine geschlossenen Stomata aufgefunden werden.

Auf den Antheren dieser Blüthe kommen zahlreiche, immer geöffnete Spaltöffnungen vor, deren Schliesszellen den normalen Chlorophyllgehalt zeigen.

#### Scilla.

Vier verschiedene Arten von *Scilla* wurden untersucht und in jedem Falle offene Stomata auf den Blütenblättern gefunden. Im Bau gleichen sie so denen von *Convallaria* und *Fritillaria*, dass sie einer besonderen Beschreibung nicht bedürfen. Die Schliesszellen führen Chlorophyll, und der Spalt ist breit, wie aus Fig. 5 ersichtlich. Geöffnet waren die Spaltöffnungen sowohl an trüben wie an klaren Tagen. Mit ihnen zusammen auf denselben Blumenblättern waren andere zu finden, die beständig geschlossen waren. Wie bei vielen anderen Arten kommen hier auf denselben Blättern alle Abstufungen zwischen vollständig ausgebildeten und offenen bis zu abnormen und immer geschlossenen Formen vor.

#### Araceae (Anthurium, Arum, Philodendron, Aglaonema).

Spaltöffnungen finden sich zerstreut über die Oberfläche der Blüten des Spadix. Sie sind etwas eingesenkt. In jedem Falle wurden sie offen gefunden; ihre Schliesszellen enthalten Chlorophyll in nicht zu reichlicher Menge, der Spalt ist rundlich und verhältnissmässig breit.

#### Nuphar luteum Smith.

Auf der glatten Unterseite der Petala dieser Blüthe kommen Spaltöffnungen vor, aber spärlicher als es die Regel ist (9 pro Quadratmillimeter).

Die Zellen dieser bis 2 mm dicken Blätter sind klein und eng an einander schliessend, die Intercellulargänge sind darum nicht weit. Die Epidermis besitzt eine dickere Cuticula als man sie gewöhnlich an Blütenblättern findet, und die Epidermiszellen sind mit grossen Oeltropfen gefüllt. Der weite Zwischenraum zwischen den Bauchwänden der Schliesszellen und das Fehlen der inneren Hörnchen bewirken, dass

statt des engen Ganges, der gewöhnlich in die Athemböhle führt, eine weite Oeffnung vorhanden ist (Fig. 6). Wie in den schon beschriebenen früheren Fällen vermochte Glycerin den Spalt nicht zu verschliessen.

Andere Arten, bei denen offene Spaltöffnungen gefunden wurden sind: *Euphorbia splendens* Bojer (rothe Hochblätter), *Galanthus nivalis* L., *Narcissus Pseudo-Narcissus* L., *Lachenalia luteola* Jacq., *Allium odorum* Lap., *Aquilegia vulgaris* L., *Hemerocallis flava* L., *Papaver somniferum* L., *Delphinium elatum* L.

#### **Lilium bulbiferum L.**

Die Blüthe bietet Beispiele für normal gebaute und bewegungsfähige Spaltöffnungen, die man auch bei anderen Liliaceen findet, und zugleich für solche, die immer geöffnet sind und durch Zwischenformen zu ganz unentwickelten hinüberführen. Blüten, die sich eben entfaltet hatten, wurden an einem sonnigen Vormittag in's Zimmer gebracht. Sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite der Perigonblätter, deren Zellen sich in einem Zustande normaler Turgescenz befanden, waren die Stomata geöffnet (Oberflächenansicht Fig. 7a). Die Anwendung von Glycerin verursachte einen vollständigen Verschluss der Spalten (Fig. 7b). Querschnitte (Fig. 8) zeigen, dass die Bauchwand in normaler Weise verdickt ist. Man findet solche Spaltöffnungen über das ganze Perigonblatt vertheilt, nur an den Spitzen nicht.

In der Spitzenregion sind die Stomata im scharfen Gegensatz dazu beständig offen und zum Theil unvollkommen ausgebildet. In Fig. 9a ist ein Stoma dargestellt, dessen Spalt  $14,2 \mu$  weit ist; andere sind so abnorm gebaut, dass die Schliesszellen sich gar nicht berühren und eine Lücke von  $20 \mu$  Breite frei lassen. Glycerin<sup>\*</sup> zeigte keinerlei Einwirkung auf solche Schliesszellen, während normal gebaute Stomata, die sich auf demselben Präparat befanden, sich sogleich schlossen. Querschnitte zeigten ungewöhnlich weite Spalte und oft eine abnorme Verdickung der Wände, so dass ein vollständiger Verschluss höchst unwahrscheinlich ist (Fig. 9b). An der Spitze der Blütenblätter von *Hemerocallis* finden sich ganz ähnlich gebaute Stomata (Fig. 15).

Nun war die Vermuthung nicht abzuweisen, dass vielleicht diese Oeffnungen als Wasserspalten dienen könnten. Darauf beziehen sich die folgenden Versuche. Der Blütenstiel wurde in den Arm eines U-Rohres eingekittet und der Kitt mit Collodium überpinselt. Nachdem in den anderen Arm Quecksilber bis zur Höhe von  $18 \text{ cm}$  eingefüllt war, wurde der ganze Apparat unter Wasser gesetzt. Jetzt kamen Luftblasen an den Blattspitzen hervor und erschienen an genau derselben Stelle wieder, wenn sie mit einem feinen Pinsel entfernt waren. Gerade hier liegen die beständig offenen Stomata in Gruppen beisammen; an keiner anderen Stelle ausser der genannten erschienen

Luftblasen. Die Versuche bestätigten also, dass diese Stomata im Dienst der Durchlüftung stehen.

Für die normalen Stomata ergab die Verdunkelung bei dieser Lilie zufriedenstellende Ergebnisse. Frische Blüten, die zu wiederholten Malen 3, 6 oder 24 Stunden verdunkelt waren, zeigten zumeist einen Verschluss der Spalten. In einem Falle wurden Blüten, deren Stomata um 10 Uhr 30 Minuten offen waren, in einer feuchten Kammer verdunkelt. Um 1 Uhr 30 Minuten war die weitaus grösste Zahl der Spalten geschlossen. Als sie wiederum dem Sonnenlicht ausgesetzt worden waren, hatten sich die meisten um 4 Uhr Nachmittags abermals geöffnet. Von der Spitzenregion ist hierbei natürlich abgesehen.

Auf den Staubblättern kommen weit geöffnete Stomata vor, deren Bau der gewöhnliche ist und keiner weiteren Beschreibung bedarf (Fig. 10). Nach einer fünfstündigen Verdunkelung zeigten Spaltöffnungen auf jungen Antheren keine Veränderung in der Form der Schliesszellen. Aehnliche Spaltöffnungen auf den Antheren von *Hemerocallis flava* zeigt Fig. 14, von *Dictamnus albus* Fig. 13.

#### **Lilium testaceum.**

Stomata auf beiden Seiten der Perianthblätter, in besonders grosser Zahl auf der Aussenseite der inneren Blätter. Im Bau gleichen sie denen von *Lilium bulbiferum*. Jedes Blatt des inneren Kreises zeigt im Knospenzustand zu beiden Seiten der Mittelrippe eine tiefe Falte, in welche die Ränder der äusseren Blätter genau hineinpassen. Die Spaltöffnungen wurden während der Knospentwicklung stets geöffnet getroffen. Zu derselben Zeit waren immer grosse Wassertropfen zwischen den sich überdeckenden Perianthblättern zu sehen.

Um zu prüfen, ob das Wasser aus den Spaltöffnungen kommt, wurden die Blüten in derselben Weise wie bei *Lilium bulbiferum* in ein U-Rohr gekittet und einem Quecksilberdruck von 30 cm ausgesetzt. Nach 24 Stunden waren keine Wassertropfen aus den Stomata ausgetreten.

#### **Lilium longifolium.**

Die Spaltöffnungen gleichen denen der vorigen. Zwischen den Blättern der fest geschlossenen Knospe fand sich Wasser in noch grösserer Menge, aber secernirende Haare waren nicht nachweisbar. Auch hier waren die Stomata der Knospe immer geöffnet.

#### **Hyacinthus orientalis L.**

Als ein Beispiel von Spaltöffnungen, die bei oberflächlicher Ansicht den Eindruck vollkommener Ausbildung machen, die aber in Wahrheit nicht bewegungsfähig sind, mögen die von *Hyacinthus* angeführt werden. Die Schliesszellen sind von regelmässiger Form und enthalten Chlorophyllkörner. Auf einem Querschnitt (Fig. 11) sieht man, dass die nach

aussen gelegenen Verdickungen, namentlich die äusseren Hörnchen, regelmässig sind. Die den Hinterhof begrenzenden Wände sind etwas stärker verdickt, als man es in der Regel findet, und haben keine „inneren Hörnchen“. Die Einzelheiten des Baues würden nicht dazu berechtigen, die Bewegungsfähigkeit des Organs zu bezweifeln. Aber der Spalt wurde nie geöffnet gefunden.

Es war indessen nicht unwahrscheinlich, dass die Stomata während der Entwicklung der Knospen beweglich sein könnten. Deshalb wurden Knospen in allen Zuständen, von den jüngsten, grünen, noch vollständig geschlossenen, bis zu älteren, in der Entfaltung begriffenen Stadien geprüft, aber es zeigte sich, dass die Spaltöffnungen ebenfalls jung und unentwickelt gefunden werden, wenn es die anderen Zellen sind, und dass nie ein offener Spalt zu sehen ist.

Auf den Antheren der Hyacinthe kommen zahlreiche, nahezu normale Stomata vor. In den meisten Fällen waren sie offen.

#### *Tulipa Gesneriana* L.

Spaltöffnungen trifft man auf beiden Seiten der Perigonblätter, nur die Zone ausserhalb der äussersten Nerven ist fast vollständig frei davon. Von oben gesehen erscheinen die Organe normal gebaut, doch zeigen Querschnitte, dass die inneren Wände der Schliesszellen ungewöhnlich verdickt sind und dass den äusseren das Gelenk fehlt. Chlorophyll war immer vorhanden. Eine Oeffnung des Spalts war niemals zu sehen und konnte auch dann nicht festgestellt werden, wenn die Pflanzen dauernd dem Sonnenlicht ausgesetzt waren.

Allgemein kommen auf den Antheren zahlreiche Stomata vor. Sie sind regelmässig gebaut und liegen über einer grossen Athemhöhle. Der Spalt wird bisweilen geschlossen gefunden, in den weitaus meisten Fällen aber weit geöffnet.

---

Die nachstehende Liste enthält ein Verzeichniss der untersuchten Pflanzen mit Angaben über Fehlen oder Vorhandensein der Spaltöffnungen.

#### Stomata vorhanden:

*Convallaria majalis* L., *Fritillaria imperialis* L., *Scilla hispanica* Mill., *S. italica* L., *Tulipa Gesneriana* L., *Hyacinthus orientalis* L., *Lachenalia luteola* Jacq., *Muscari botryoides* Miller, *Allium odorum* Lap., *A. nigrum* L., *Lilium longiflorum* Thunb., *L. canadense* L., *L. bulbiferum* L., *L. chalcedonicum* L., *L. testaceum* Lind., *Hemerocallis fulva* L., *H. flava* L., *Narcissus Pseudo-Narcissus* L., *Galanthus nivalis* L., *Iris sibirica* L., *I. Pseud-Acorus* L., *I. germanica* L., *Gladiolus communis* L., *Anecochilus* spec., *Ceanothus* spec., *Orchis maculata* L., *Aglaonema*

spec., *Anthurium* spec., *Philodendron* spec., *Arum maculatum* L., *A. italicum* Mill., *Begonia* 3 spec., *Ranunculus acer* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Anemone nemorosa* L., *A. silvestris* L., *Trollius europaeus* L., *Delphinium elatum* L., *D. Consolida* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Nuphar luteum* Smith, *Rosa* 3 Spec., *Viola italica* Voigt, *V. tricolor* L., *Euphorbia splendens* Bojer, *Azalea chinensis* Sweet, *Rhododendron ponticum* L., *Magnolia* 3 Spec., *Papaver somniferum* L., *Ruta graveolens* L., *Cactus* 3 Spec., *Ribes aureum* Pursh, *Aesculus Hippocastanum* L., *Acer saccharinum* L., *Primula sinensis* Lour.

#### Stomata nicht vorhanden:

*Adonis vernalis* L., *Paeonia corallina* Retzius, *Sanguinaria canadensis* L., *Chelidonium majus* L., *Corydalis cava* Schwgg. et K., *Erica carnea* L., *Tussilago Farfara* L., *Helianthemum Chamaecistus* Mill., *Centradenia inaequilateralis* G. Don, *Chrysanthemum* 3 Spec., *Cytisus Laburnum* L., *Lathyrus pisiformis* L., *Galega officinalis* L., *Trifolium pratense* L., *Crataegus Oxyacantha* L., *Sedum album* L., *S. bononiense* Loisl., *Saxifraga rotundifolia* L., *Oxalis stricta* L., *O. Acetosella* L., *Trillium sessile* L., *Tradescantia pilosa* Willd., *Lysimachia vulgaris* L., *Hesperis matronalis* L., *Dianthus Caryophyllus* L., *Nemophila maculata* Benth., *Cyclamen europaeum* L., *Althaea officinalis* L., *Malva Alcea* L., *Acer Pseudo-Platanus* L., *Saxifraga rotundifolia* L., *S. Aizoon* Jacq., *Fagopyrum esculentum* Moench.

#### Allgemeiner Theil.

Erörterungen über Bau und Leistung der Spaltöffnungen müssen, indem sie sich an SCHWENDENER's grundlegende Abhandlung anschliessen, von denjenigen Organen als den normalen ausgehen, die an gewöhnlichen grünen Blättern vorkommen.

Durch Vergleich mit diesen hat man Abweichungen von der typischen Form bei solchen grünen Pflanzen bemerkt, die unter extremen Bedingungen aufwachsen, etwa in einem trockenen Klima oder an feuchten Standorten, und man hat die Besonderheiten der Stomata, wie z. B. das Auftreten eines äusseren „windstillen Hohlraumes“, die trichterförmige Erweiterung des „Porus“ zwischen den Bauchwänden der Schliesszellen, in diesem Sinne zu deuten verstanden. Alle diese Veränderungen der Spaltöffnungen beweisen, dass wir hier sehr anpassungsfähige Organe vor uns haben. An grünen Pflanzentheilen der Angiospermen ist eigentlich kein Fall bekannt, wo man sie, abgesehen von alten Stadien, als functionslos zu bezeichnen hätte.

Anders verhält es sich jedoch bei Blumenblättern. Hier, wo sie nach den Angaben in der Litteratur nahezu allgemein verbreitet sind,

sollen sie in Bezug auf ihre Function rudimentär und abnorm ausgebildet sein, wie namentlich HILLER und LOUISE MÜLLER behaupten.

Eine genaue Untersuchung zeigt nun einmal, dass ihr Vorkommen auf Blütenblättern keineswegs ein so allgemeines ist, und dass man zweitens den Bau durchaus nicht immer als rudimentär oder abnorm bezeichnen darf.

Die Zahl der Arten, bei denen Spaltöffnungen gefunden wurden, umfasst etwa die Hälfte der überhaupt untersuchten Species.

Wenn man einen allgemeinen Satz über ihr Vorkommen aufstellen will, so kann man nur sagen, dass sie auf zarten und vergänglichen Perianthblättern nicht zu finden sind.

Was die Function betrifft, so muss zugegeben werden, dass Pflanzen mit unregelmässigen und immer geschlossenen Spaltöffnungen in so grosser Zahl vorhanden sind, dass es nicht wunderlich ist, wenn diese Form der Spaltöffnungen als die einzige auf Blumenblättern auftretende angesehen wurde.

Durch die Untersuchung erwies es sich als nicht wahrscheinlich, dass die abnorm gestalteten Spaltöffnungen solcher Blätter im Knospenzustand bewegungsfähig gewesen seien. Enthalten selbst alle Zellen der Knospe Chlorophyll, so sind sie doch so unentwickelt und mit ihnen zugleich die Spaltöffnungen, dass die Schliesszellen sich nicht bewegen können.

Wenn auch nach Ausbildung der Blüthe die Stomata stets geschlossen bleiben, so wird durch andere Einrichtungen für die Durchlüftung gesorgt werden. In diesen Fällen verrieth auch schon der anatomische Bau, der auf Querschnitten z. B. bei der Tulpe geprüft wurde, die Bewegungsunfähigkeit der Schliesszellen.

Es ist aber nicht richtig, wie von manchen Autoren angegeben ist, dass die Stomata der Petala immer als rudimentär anzusehen sind.

Auf etwas dickeren Blumenblättern, deren Gewebe grössere Luftlücken aufweist, kommen beständig offene Spaltöffnungen vor; dem Anschein nach ist also hier das Bedürfniss nach einer regelmässigen Durchlüftung schon grösser. In den Schliesszellen, die voll von Chlorophyll sind, findet wohl eine wirkliche Assimilation statt. Da aber die umliegenden Zellen des Chlorophylls fast oder gänzlich entbehren, so scheint die etwaige Abnahme des Turgors nicht auszureichen, um eine Schliessung des Spalts zu bewirken. Der anatomische Bau erklärt zwar in manchen Fällen, wie z. B. bei *Convallaria* und *Fritillaria*, die Unmöglichkeit eines Spaltenverschlusses, bei andern jedoch ist er derart regelmässig, dass eine Veränderung des Spalts wohl vorkommen könnte.

Im Zusammenhang mit diesen beständig geöffneten Spaltöffnungen mögen diejenigen erwähnt werden, die auf der inneren Oberfläche der Perianthblätter von *Lilium longiflorum* und *Lilium testaceum* zu finden sind. Sie wurden während der Knospenentwicklung offen gesehen,

zu einer Zeit, wo kein Licht in das Innere der Knospen gelangen konnte.

Die Anwesenheit grosser Wassertropfen zwischen den sich überdeckenden Perianthblättern legte den Gedanken nahe, dass hier die Stomata vielleicht zur Secretion des Wassers dienen könnten, einer Function, die sich vielleicht durch die Abscheidung von Wasser unter Quecksilberdruck nachweisen liess. Das schon früher beschriebene Experiment wurde angestellt und zeigte, dass kein Wasser in wahrnehmbarer Form aus den Stomata herausgetrieben wurde.

Wenn also auch nicht bewiesen werden kann, dass flüssiges Wasser ausgeschieden wird, so scheint doch die Transpiration in den Knospen eine sehr grosse zu sein, die vielleicht den offenen Spaltöffnungen eine Förderung verdankt.

Ueber die offenen Spaltöffnungen von *Nuphar* kann hier dieselbe Erklärung gegeben werden, die schon HABERLANDT gegeben hat. An den grünen Blättern der Pflanze haben die Spaltöffnungen keinen „Porus“, in den durch Capillarität Wasser eintreten und den Zugang zur Athemhöhle verstopfen könnte. Die Stomata der Petala sind genau so gebaut. Da der Porus und die inneren Hörnchen fehlen, gelangt man durch den Spalt unmittelbar in die Athemhöhle, so dass Wasser auf der Oberfläche den Gasaustausch nicht leicht zu hindern vermag.

Dass bei einer Art, bei *Lilium bulbiferum*, die Schliesszellen der normal gebauten Spaltöffnungen die Fähigkeit der Bewegung und der Reaction auf äussere Reize haben, ist bei dieser Pflanze beschrieben worden. Sie schliessen sich in der Dunkelheit und öffnen sich wieder im Lichte. Der augenscheinlich normale Bau anderer Stomata auf Blumenblättern und die zahlreichen Fälle, wo Glycerin den Spalt zum Verschluss brachte, legen die Vermuthung nahe, dass sich regelrecht functionirende Spaltöffnungen noch häufiger finden werden. Die verhältnissmässig kurze Lebensdauer der Blätter bringt Schwierigkeiten mit sich, die eine wiederholte und sichere Beobachtung oft unmöglich machen; es wären deshalb über das Oeffnen und Schliessen der Stomata an Blütenblättern noch genauere Untersuchungen erwünscht.

Des sehr häufigen Vorkommens geöffneter Stomata an Antheren ist gedacht worden; der Bau ist hier, wie die Figuren 10a, 13, 14 zeigen, ein solcher, dass ein Spaltenverschluss beinahe unmöglich ist.

#### Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. *Convallaria majalis*.. Spaltöffnung. Vergr. 440.  
 „ 2. *Convallaria majalis*. Querschnitt durch dieselbe. Vergr. 440.  
 „ 3. *Fritillaria imperialis*. Spaltöffnung. Vergr. 235.

- Fig. 4. *Fritillaria imperialis*. Querschnitt durch dieselbe. Vergr. 235.  
,, 5. *Scilla hispanica*. Querschnitt der Spaltöffnung.  
,, 6a. *Nuphar luteum*. Oberflächenansicht der Spaltöffnung. Vergr. 235.  
,, 6b. *Nuphar luteum*. Querschnitt durch dieselbe. Vergr. 235.  
,, 7a. *Lilium bulbiferum*. Oberflächenansicht der Spaltöffnung. Vergr. 235.  
,, 7b. *Lilium bulbiferum*. Dieselbe nach Behandlung mit Glycerin. Vergr. 235.  
,, 8. *Lilium bulbiferum*. Querschnitt durch eine normale Spaltöffnung. Vergr. 235.  
,, 9a. *Lilium bulbiferum*. Oberflächenansicht einer abnormen Spaltöffnung.  
Vergr. 235.  
,, 9b. *Lilium bulbiferum*. Querschnitt durch dieselbe.  
,, 10a. *Lilium bulbiferum*. Spaltöffnung an Antheren. Vergr. 235.  
,, 10b. *Lilium bulbiferum*. Querschnitt durch dieselbe. Vergr. 235.  
,, 11. *Hyacinthus orientalis*. Querschnitt der Spaltöffnung. Vergr. 440.  
,, 12. *Hyacinthus orientalis*. Oberflächenansicht derselben. Vergr. 440.  
,, 13. *Dictamnus albus*. Querschnitt der Spaltöffnung. Vergr. 235.  
,, 14. *Hemerocallis flava*. Querschnitt der Spaltöffnung an Antheren. Vergr. 235.  
,, 15. *Hemerocallis flava*. Querschnitt durch eine Spaltöffnung an der Spitze  
der Blütenblätter. Vergr. 235.

Alle Figuren sind mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet.



	Seite
H. Dingler, Rückschlag der Kelchblätter bei <i>Campanula pyramidalis</i> . . . . .	335
L. J. Čelakovský, Merkwürdige Culturform von <i>Philadelphus</i> . Fig. 1—2 . . .	433
M. Raciborski, Lijer, eine Maiskrankheit . . . . .	478

## Uebersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—110) ausgegeben am 25. Februar 1897.
Heft 2 (S. 111—152) ausgegeben am 23. März 1897.
Heft 3 (S. 153—210) ausgegeben am 28. April 1897.
Heft 4 (S. 211—276) ausgegeben am 26. Mai 1897.
Heft 5 (S. 277—320) ausgegeben am 23. Juni 1897.
Heft 6 (S. 321—360) ausgegeben am 27. Juli 1897.
Heft 7 (S. 361—428) ausgegeben am 7. September 1897.
Heft 8 (S. 429—478) ausgegeben am 24. November 1897.
Heft 9 (S. 479—492) ausgegeben am 23. December 1897.
Heft 10 (S. 493—552) ausgegeben am 25. Januar 1898.
Geschäftsbericht 1897 [S. (1)—(86)] ausgegeben am 24. November.
Verzeichniss der Pflanzennamen, Mitgliederliste und Register (Schlussheft) [S. (87)—(132)] ausgegeben am 10. März 1898.

## Berichtigungen.

In Bd. XIV ist nachzutragen:

- Seite 420, Zeile 6 von oben lies „winzige“ statt „einzig“.  
 „ 422 lies in der Erklärung der Abbildungen „e Bractea tertiaria“ statt „Bractea secundaria“.

Im vorliegenden Bande ist zu berichtigen:

- Seite 68 steht Fig. 2 auf dem Kopf.  
 „ 151, Zeile 22 von oben lies „intracellular“ statt „intercellular“.  
 „ 198, Zeile 5 von oben lies „von dem Oele gebunden“ statt „von ihm gebunden“.  
 „ 198, Zeile 5 und 4 von unten lies: „Wenn man einem alten Blatte“ statt „Wenn in einem alten Blatte“.  
 „ 198, Zeile 4 von unten ist das Schlusswort der Zeile „die“ zu streichen.  
 „ 239 lies in der Ueberschrift der Arbeit von PURIEWITSCH „organisirten Körper“ statt „organischen Körper“.  
 „ 280, Zeile 13 von oben lies „Jakttagelser“ statt „Jaktagelser“.  
 „ 288, Zeile 12 von oben lies „g und h“ statt „d und h“.  
 „ 288, Zeile 12 von unten lies „dass diese sich“ statt „dass diese sich sich“.  
 „ 289, Zeile 15 von unten lies „180°“ statt „80°“.  
 „ 290 lies in Zeile 2 der Figurenerklärung für Fig. 1—6 „festgesetzte“ statt „fortgesetzte“.  
 „ 408, Zeile 9 von unten lies „*Epilithon membranaceum*“ statt „*Epilithon membranacea*“.  
 „ 427, Zeile 1 von unten lies „*Anectochilus*“ statt „*Anecochilus*“.  
 „ 538, Zeile 12 von oben lies „0,3-procentige“ statt „3-procentige“.  
 „ 541, Zeile 3 von unten lies „Salze im Dunkeln in den Blättern“ statt „Salze in den Blättern“.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Chester Grace D.

Artikel/Article: [Bau und Function der Spaltöffnungen auf Blumenblättern und Antheren. 420-431](#)