

Die Kalkdrüsen der Saxifragen.

Von M. Waldner.

(Mit 1 Tafel.)

Wie mannigfaltig auch die Verschiedenheit der Blätter der Saxifragen oder Steinbreche in Gestalt und Consistenz sein mag, so zeigen sie doch grosse Uebereinstimmung in der Art und Weise, wie sie den im Uebermasse aus dem kalkhaltigen Boden aufgenommenen Kalk wieder ausscheiden, im Baue des dazu dienenden Apparates — der Drüse.

Betrachten wir Blätter, z. B. von *S. crustata*, *Aizoon*, so sehen wir, dass sie entweder nur am Rande oder über die ganze Oberfläche, besonders der Oberseite, mit einer mehr weniger dicken, weisslichen Kruste überzogen sind, welche Kruste sich bei Einwirkung verdünnter Schwefelsäure als kohlensaurer Kalk erweist. Haben wir nun so diesen Kalküberzug vom Blatte entfernt, so zeigt es sich, dass der Rand des Blattes nicht eben, sondern gezähnt ist; weiters nimmt man schon mit freiem Auge, noch besser mit einer Lupe, wahr, dass am Grunde jedes dieser Blättzähne ein Grübchen sich befindet und unter diesem Grübchen im Blattgewebe ein Körper, der durch geringere Lichtbrechung vom umgebenden Gewebe sich abhebt. Dieser Gewebekörper ist eben jener Apparat der Pflanze, durch welchen sie den überschüssigen Kalk, wenigstens zum grossen Theile, aus sich entfernt.

Im Blattparenchym verläuft der Blatt-Nerv, der je nach Gestalt und Gliederung des Blattes verschiedene Verzweigung zeigen kann. (Vergl. *Fig. 1^a und 3^a*.)

Unter jedem Grübchen verläuft nun entweder bloss ein Ast oder es vereinigen sich früher zwei, auch drei Aeste, richten sich dann gegen die Oberfläche des Blattes und münden gerade

unter diesen Randgrübchen, indem das Ende des Nerven - Astes keulig anschwillt *).

Am Grunde des Grübchens, dessen Epidermis-Zellen kleiner sind, als die des übrigen Blattrandes, münden 2—4 Spaltöffnungen mit grossen runden Schliesszellen, aber kurzer Spalte, in einen unter denselben gelegenen Interzellularraum, der dem kopfförmig verdickten Ende des Gefässstranges aufsitzt.

Obige Gebilde, als: keulig verdicktes Ende des Nerven, Interzellularraum mit nach aussen mündenden Spalten bilden den Secretions - Apparat, dessen Bau wir im Nachfolgenden etwas näher kennen lernen wollen. Ein genau median geführter Längsschnitt (*Fig. 3°*) zeigt uns zunächst die Lage der Drüse im Parenchym des Blattes, ferner eine durchschnittene Spaltöffnung (sp) mit dem darunter liegenden Interzellularraum und das durchschnittene Grübchen. Die Zellen der Drüse sind etwas langgestreckt, dünnwandig, schliessen mit bogig gekrümmten Wänden fest aneinander, ohne Interzellularräume zwischen sich zu lassen, ihr Inhalt ist körnerfrei, hyalin.

Die Drüse umgebend und theilweise in dieselbe eintretend bemerken wir sehr kurzgliedrige Elemente von Gefässzellen (tr *Fig. 1^b und 1^d*), die an der der Blattunterseite zugekehrten Seite der Drüse ungefähr bis etwas über ihre Mitte hinaufreichen, während sie nach der Blattoberseite hin die mittlere Höhe der Drüse nie erreichen.

Der ganze Gewebekörper ist umgeben von 1—3 Zellreihen aus in der Richtung der Längsachse der Drüse verlängerten, mit körnigem, bräunlich gefärbten Inhalte erfüllten Zellen, der die Reaction auf Gerbstoff zeigt. Diese Scheide umgibt den Drüsenkörper allseitig und verläuft unmittelbar bis unter die Epidermis, zuletzt allerdings nur eine einzige, kleinzellige Schichte darstellend. Das Parenchym des Blattes ist dicht mit Chlorophyll erfüllt. Das lichte Drüsengewebe hebt sich daher scharf von jenem ab. Die Parenchym - Zellen sind, zunächst der Drüse anliegend,

*) Vergl. Unger: Beiträge zur Physiologie der Pflanzen. S 519—24, und Mettenius: Filices horti botan. Lipsiensis, pg. 9.

Reinke: Beiträge zur Anatomie der an Laubblättern, bes. an den Zähnen derselben vorkommenden Secretions-Organen.

klein, vergrössern sich aber allmählig gegen die Blattoberflächen. Ein allmähliges Uebergehen der Parenchym-Zellen in die Drüsenzellen findet nicht statt, so dass letztere nichts weiters wären, als Parenchym-Zellen; dagegen spricht schon das Vorhandensein einer scharf ausgeprägten Scheide.

Ich möchte deshalb darauf Gewicht gelegt haben, weil es Gebilde gibt, die mit diesen Kalkdrüsen auf den ersten Anblick grosse Aehnlichkeit zu haben scheinen, aber anderer Entstehung sind. An den Blattspitzen verschiedener Pflanzen, wie Fuchsia, Callitriche, Veronica, Lysimachia, Ranunculus aquatilis und divaricatus etc. endet ebenfalls der eintretende Blattnerve, nach Untersuchungen Borodin's *), mit einer fächerförmigen Verbreiterung der Gefässelemente, an denen ein zartes, dünnwandiges Gewebe mit wasserhellem Inhalte aufsitzt, das von De Bary **) bezeichnend Epithem genannt wurde; in diesem Falle findet allerdings ein allmählicher Uebergang der Zellen des Epithem-Körpers in das Parenchym-Gewebe einerseits und in die Zellen des Bündelendes anderseits statt.

Betrachten wir den Blattnerve vor seinem Eintritte unter das Grübchen, so erkennen wir auch hier die schon früher erwähnte Gefässbündelscheide; verfolgen wir ferner genau den Holztheil des eintretenden Gefässbündels, so bemerken wir, wie die Elemente desselben, nur Spiroiden, von der Blattoberseite beiderseits die kopfförmige Anschwellung des Nervenendes in der Weise ringsum umgreifen, dass die letzten Elemente desselben an der der Blattunterseite zugekehrten Seite der Drüse höher hinauffragen, als an der Oberseite. (Vergl. *Fig. 1^b, 2, 3^c*) Noch deutlicher zeigt uns dies die genaue Betrachtung der Verwendung der Gefässstrang-Elemente zweier zur Bildung der Drüse zusammentretenden Nerven. Wieder sind es die Holztheile der beiden Stränge, die das keulig angeschwollene Ende umfassen und theilweise in dasselbe eindringen, während die Elemente des Bastes sich stark vermehrend jenen keuligen Körper — die Drüse — bilden, in ein dünnwandiges, zartes

*) Bot. Ztg. Nr. 52, S. 843 et sq.

**) Vergleichende Anatomie der Gefässpflanzen, pg. 54. Epithem von $\epsilon\pi\iota\delta\eta\mu\alpha$ = der Deckel.

Parenchym übergehen, das aber von dem mit Chlorophyll dicht erfüllten Parenchym des Blattgewebes wohl unterschieden ist

Das eben Gesagte wird noch mehr erhärtet durch die Betrachtung der Mächtigkeit der Gefässstrang-Elemente vor Bildung der Drüse. Der Holztheil, nur aus Spiral-Gefässen bestehend, bleibt stets in derselben Mächtigkeit erhalten, bis er, mit kurzzelligen Elementen endigend, die keulige Anschwellung umgibt. Der Basttheil hingegen nimmt in dem Masse an Mächtigkeit zu, je mehr er der Nervenendigung sich nähert; seine Zellen werden zartwandiger und kleiner und gehen allmählig in die charakteristischen Drüsenzellen über.

Wir können also kurzweg sagen: Die Secretions-Drüse der Saxifragen, die als kopfförmige Verdickung des Gefässstranges sich darstellt, ist eine Bildung dieses letzteren, u. zw. des Basttheiles desselben.

Die Spaltöffnungen*), durch welche die Drüse nach aussen mündet, sind, wie schon oben erwähnt, mit kurzer Spalte versehen, haben aber grosse (runde) Schliesszellen.

Was die Zeit der Entwicklung der Drüse betrifft, so kann ich nur so viel bemerken, dass selbe mit der Bildung des Gefässstranges und der Anlage des Grübchens zusammenfällt. An ganz jungen, aus der Knospe entnommenen Blättchen sieht man am jüngsten Blatzzähnehen, am Grunde des Blattes, lauter gleichartiges parenchymatisches Gewebe; an etwas älteren treten schon inmitten des Parenchym-(Grund-)Gewebes langgestrecktere Zellen auf, die erste Anlage des Procambiums. Gleichzeitig beginnt sich am Grunde des Zähnechens das Grübchen anzulegen und die Spaltöffnungen (Wasserporen) sich zu entwickeln. Die Epidermis-Zellen des kaum bemerkbaren, äusserst flachen Grübchens sind nach allen Richtungen hin in Theilung begriffen, bald aber sieht man einzelne Zellen von der weiteren Theilung verschont bleiben,

*) Nach dem Vorgange De Bary's (l. c. p. 54) wäre es besser, sie **Wasserspalten** oder **Poren** zu nennen, weil ihr Intercellularraum wenigstens zeitweise von Wasser erfüllt ist, im Gegensatze zu den stets Luft führenden Intercellularräumen der **Luftspalten** oder kurzweg **Spaltöffnungen**; ferner fehlt den Schliesszellen der sog. **Wasserspalten** die Fähigkeit der selbstständigen wechselnden Erweiterung, endlich ist ihre Grösse gegenüber den **Luftspalten** eine viel bedeutendere.

während rings umher noch rasche Theilung statthat (*Fig. 4'*), es sind dies die Special-Mutterzellen der Schliesszellen. Bald vergrössern sie sich, runden sich ab (*Fig. 4''*), es tritt die Theilungswand auf und die Spaltung beginnt (*Fig. 4'*).

Mit der Ausbildung des Grübchens und der Entwicklung der Poren hält die Entwicklung der Drüse gleichen Schritt. Sobald im Gefässbündel die ersten Verdickungen angelegt werden, bildet sich auch die Drüse; mit der fertigen Pore im Grübchen ist auch die Drüse vollendet.

Die Ausscheidung des Kalkes durch die Drüse geschieht selbstverständlich in Lösung.

Ueber die Menge des ausgeschiedenen Kalkes, der im geraden Verhältnisse zum Kalkgehalte des Bodens steht, auf der die Pflanze wächst, gibt Unger *) genaue Daten.

Nicht alle Arten der Steinbreche zeigen ein solches oben beschriebenes Grübchen, in welches zunächst die Kalklösung von der Drüse secernirt wird, solche wären: *S. crustata*, *Aizoon*, *elatior*, *Burseriana*, *Rocheliana*, *oppositifolia* u. a., dagegen haben eine grosse Anzahl von Arten kein Grübchen, die Drüse hat vielmehr die Epidermis conisch emporgehoben; wieder bilden Wasserspalten oder Poren die natürlichen Oeffnungen für den Durchtritt des Secretes. Der Bau der Drüse gleicht aber vollständig jenem der früher besprochenen (*Fig. 1'*). Solche Arten sind z. B. *S. caespitosa*, *hymoides*, *cuneifolia*, *stellaris*, *Sarmen-tosa*, *muscoides*, *geranioides* u. a. Die Zahl der Wasserporen ist in der Regel eine geringere, 1—2.

Aber nicht bloss im Laubblatte der Saxifragen und Verwandten kommen fragliche Gebilde vor; auch jeder Kelchblattzipfel hat die ganz so wie im Laubblatte gebaute Drüse, dieselbe Anschwellung des Blattnerves am Ende, die Austrittsstellen des Secretes oder die Poren; jedoch kommt hier wahrscheinlich in den seltensten Fällen eine Kalkausscheidung vor, wenigstens habe

*) (l. c.) Von 30 Blättern der *Aizoon* mehr als $\frac{1}{2}$ Gran. Kalkkrusten in verdünntem Chlorwasserstoff gelöst und gefällt, ergaben auf 100 Theile frischer Blätter:

4.146	kohlensauren Kalk	} und Spuren von Eisen.
0.817	„ Magnesia	

ich an den 30 untersuchten Streinbrech-Arten eine Kalk-Secretion der Kelchdrüse nicht beobachtet. Selbst die Blumenblätter zeigen gewissermassen einen Anlauf zu einer ähnlichen Bildung: Die in dieselben eintretenden Gefässstränge zeigen vielfach das Bestreben zu einer Vereinigung an der Spitze, wie z. B. in Blumenblättern von *S. muscoides*, *hypnoides*, *rotundifolia* etc., indess kommt es zu keiner Drüsenbildung mehr, wohl aber zeigen die wenigen, nur aus kurzzelligen Tracheiden bestehenden Gefässstrang-Elemente noch eine fächerförmige Ausbreitung im Parenchym des Blumenblattes. In der blumenblattlosen Blüthe von *Chrysosplenium* zeigen die corollinisch ausgebildeten Kelchblätter keine Drüsen-Entwicklung, während sie an den Laubblättern ganz normal entwickelt sind.

Die Drüse ist indessen nicht als ausschliesslich der Kalkabsonderung dienendes Organ der Saxifragen zu betrachten. Junge Blättchen von *S. Aizoon*, *crustata*, *elatior* wenigstens, zeigen vor vollständiger Ausbildung der Drüse und der Drüsen-Spalte einen, wenn auch sehr schwachen Ueberzug von Kalk an der Ober- wie Unterseite. In diesem Falle vollführen die Parenchym-Zellen des Blattes die Ausscheidung, wiewohl im entwickelten Blatte diese Function hauptsächlich von der Drüse vollführt wird.

Wir finden ferner, dass das so gebaute Drüsen-Organ nicht etwa ausschliesslich der Gattung *Saxifraga* eigenthümlich ist; es findet sich in gleicher Weise auch an den Laubblattzähnen und in den Kelchzipfeln der Ribesiaceen, obwohl sie hier nicht dem Zwecke der Kalkabsonderung dienen können. Es gibt selbst unter den Saxifragen einige Arten, wie *S. stellaris*, *geranioides*, *Zahlbrucknera paradoxa* u. a., wo trotz der ganz normal ausgebildeten Drüse eine Kalkabscheidung nicht nachzuweisen ist. Auch hört die Kalk-Secretion der in Cultur genommenen Arten nach und nach ganz auf, wie Engler*) an *S. Aizoon* nachgewiesen hat.

Die Hauptpunkte vorstehender Untersuchung sind im Wesentlichen folgende: Die der Gattung *Saxifraga*, in den meisten Fällen wenigstens, der Kalkabscheidung dienenden Drüsen werden

*) Monographie der Gattung *Saxifraga*.

durch keulige Anschwellung des Nervenastes gebildet und zwar ist es der Basttheil des Gefässbündels, der in die Bildung der Drüse übergeht. Dieses Organ ist ferner nicht ausschliessliches Eigenthum der Saxifragen, sondern kommt auch in anderen, besonders verwandten, Pflanzen-Gattungen vor, dient jedoch andern Zwecken, als dem der Kalkabscheidung.



Erklärung der Tafel.

Fig. 1^a. Blatt von *Saxifraga caespitosa* in circa fünffacher Vergrößerung, um die Verzweigung der Nerven und die Lage der Drüse in den Blättzähnen zu veranschaulichen.

Fig. 1^b. Medianer Längsschnitt durch ein Blättzipfel (*Fig. 1^a*): Die keulenförmige Drüse mündet mit einer grossen Spaltöffnung (sp), unter welcher der grosse Interzellularraum liegt, gegen die Oberfläche (os). Den Gefässbündel, sowie die Drüse allseitig umgebend und bis unter die Epidermis hinziehend, die aus 1—3 Zellschichten bestehende, gerbstoffführende Scheide (sc).

Der Holztheil des Gefässbündels, die kurzcelligen Spiroiden (tr) umgreifen die Drüse handförmig, reichen an der Unterseite bis über die Mitte. Vergr. 65.

Fig. 1^c. Drüsenzellen (dz) mit gewundenen Wänden, ohne Interzellularräume. Vergr. 330.

Fig. 1^d. Querschnitt durch die Drüse: dz das dünnwandige Gewebe der Drüsenzellen, tr durchschnittenen Gefässelemente, sc die die Drüse umgebende Sclerenchym-Scheide, p die angrenzenden Parenchymzellen. Vergr. 330.

Fig. 2. Längsschnitt durch den Blättzahn von *S. crustata*: Die Drüse mündet in ein am Grunde des Zahnes gelegenes Grübchen, dessen Epidermis-Zellen papillös ausgezogen sind. Alles Uebrige wie *Fig. 1^b*. Vergr. 65.

Fig. 3^a. Blatt von *S. aizoon* in circa fünffacher Vergrößerung. Am Grunde jedes nach oben in eine hyaline Spitze ausgezogenen Blättzähnelchens liegt ein Grübchen, unter welchem die Drüse liegt, die entweder aus der keuligen Anschwellung eines (x) oder zweier Nerven (y) entstanden ist.

Fig. 3^b. Ein Blättzahn mit dem Grübchen und den zur Bildung der Drüse sich vereinigenden zwei Nerven, stärker vergrössert.

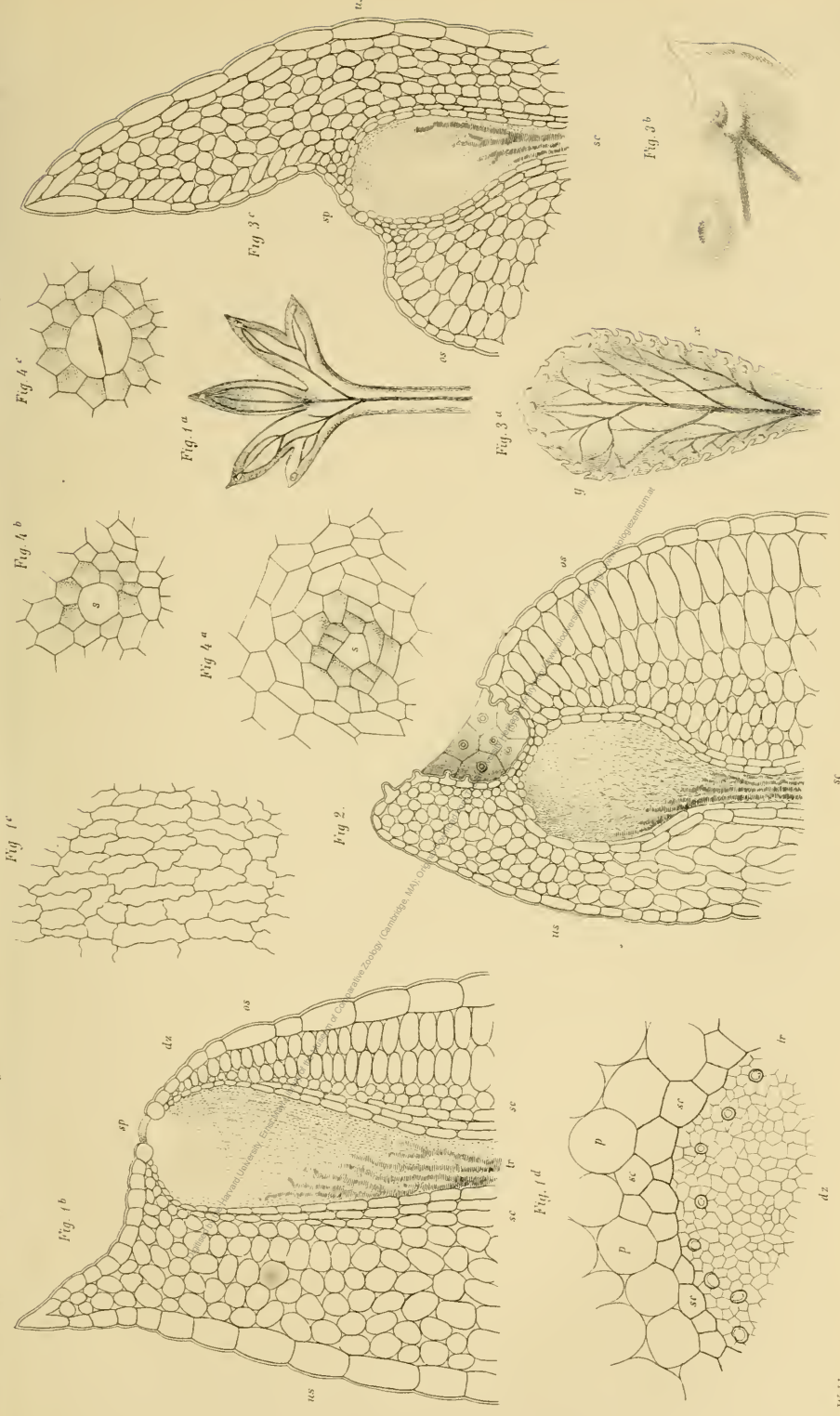


Fig. 3. Längsschnitt durch ein Blattzähnen mit der Drüse. Buchstaben dieselbe Bedeutung wie Fig. 1^a.

Fig. 4 Entwicklung der Drüsenpalte an drei aufeinander folgenden Blattlappen des jungen Blattes von *S. cuneifolia*:

- a) Die Epidermis-Zellen des sich bildenden Grübchens sind nach allen Richtungen hin in Theilung begriffen; eine Zelle (s) bleibt von der Theilung verschont, es ist die Special-Mutterzelle der Schliesszellen.
- b) Die Special - Mutterzelle vergrössert sich, rundet sich ab und in
- c) ist bereits die Theilung in die Schliesszellen erfolgt. es beginnt die Bildung der Spalte.

Digitized by the Harvard University. Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/> <http://www.biodiversitylibrary.org/>

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Waldner Martin

Artikel/Article: [Die Kalkdrüsen der Saxifragen. 25-33](#)