© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

5. Julius Klein: Der Bau der Cruciferenblüthe auf anatomischer Grundlage.

Mit Tafel I.

Eingegangen am 24. Januar 1894.

In meiner Arbeit „Untersuchungen über Bildungsabweichungen an Blättern“[1]) erwähnte ich (p. 487), dass die anatomische Methode, welche mir bei der Unterscheidung von getheilten und Doppelblättern so gute Dienste geleistet, wohl auch in anderen morphologischen Fragen von Erfolg begleitet sein dürfte. Im Anhang zu meiner Arbeit machte ich dann Mittheilung, dass ich mit der Untersuchung der Cruciferenblüthe auf anatomischer Grundlage beschäftigt bin und auch schon entsprechende Resultate erreicht habe. — Leider konnte ich meine schon im April 1892 begonnenen Untersuchungen bis jetzt noch nicht zum gewünschten Abschluss bringen und werde dies wahrscheinlich auch in der nächsten Zukunft nicht thun können, da ich jetzt mit Vorbereitungen zu einer Reise nach Neapel — an die zoologische Station — in Anspruch genommen bin. Und so will ich denn wenigstens in einer vorläufigen Mittheilung einige Ergebnisse meiner Untersuchungen hier darlegen, mir ausführlichere und weitere Angaben für später vorbehaltend.

Die Cruciferenblüthe ist schon sehr oft Gegenstand der Untersuchung gewesen, und doch kann man nicht sagen, dass die Ansichten über deren Bau endgültig festgestellt wären. Derselbe hat vielmehr so vielerlei sich widersprechende Deutungen erfahren, dass es jedenfalls nicht überflüssig sein kann, diesen Bau von einem neuen Gesichtspunkte zu behandeln, zumal wenn, wie aus meinen Mittheilungen hervorgeht, dadurch die herrschenden Anschauungen alterirt und andere, schon früher geäusserte Ansichten bekräftigt werden.

Die Methode meiner Untersuchung bestand darin, dass ich successive Querschnitte durch den Blüthenboden untersuchte und dabei besonders die Vertheilung und das allgemeine Verhalten der in die einzelnen Blüthentheile eintretenden Gefässbündel in Betracht zog.

Ich habe meine Untersuchungen vorerst nur an *Matthiola* und *Cheiranthus* eingehend ausgeführt und einige andere Cruciferen nur nebenbei untersucht. — Die hier zu behandelnden Verhältnisse treten bei *Matthiola* besonders deutlich hervor, und deshalb will ich vor Allem mit dieser Pflanze beginnen.

1) Siehe PRINGSHEIM's Jahrbücher f. wiss. Bot., XXIV. Bd.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ein Querschnitt durch den Blüthenstiel von *Matthiola* zeigt im Innern, um ein centrales Mark herum, einen elliptischen Fibrovasalkörper, den ich im Folgenden als inneren Fibrovasalkörper bezeichnen werde, während die davon abzweigenden und in die einzelnen Blüthentheile eintretenden Theile einfach als Gefässbündel erwähnt werden sollen.

Nahe zur Blüthe treten nun in diesem inneren Fibrovasalkörper acht mehr oder weniger deutlich gesonderte Gefässgruppen hervor (Taf. I, Fig. 1), die den später in die vier Kelch- und vier Blumenblätter abzweigenden Gefässbündeln entsprechen. Von diesen acht Gefässgruppen zweigen die an den Enden der langen Achse des elliptischen Fibrovasalkörpers befindlichen zuerst ab, um die Gefässbündel der ersten zwei Kelchblätter zu bilden. Die Zeichnungen sind alle so orientirt, wie es bei den Blüthendiagrammen gebräuchlich ist; die Richtung oben, unten entspricht also der medianen, die Richtung rechts, links der transversalen.

Es zweigen also die Gefässbündel der transversalen Kelchblätter zuerst ab (Fig. 2 *str*), somit wären diese als die äusseren anzusehen, was mit der jetzt gangbaren Ansicht im Widerspruch steht, jedoch schon auch früher angenommen wurde[1]). Nach unseren Erfahrungen treten aber in jene Blattgebilde zuerst Gefässbündel ein, die zuerst entstehen, und daher muss ich die transversalen Kelchblätter hier als die äusseren auffassen. In Fig. 2 zeigt der innere Fibrovasalkörper einen stumpf-sechseckigen Umriss und zweigen an den in die Mediane fallenden Ecken die für die anderen beiden Kelchblätter bestimmten Gefässbündel ab, was aber erst später und mit den in die Blumenblätter abzweigenden Gefässbündeln fast gleichzeitig geschieht (Fig. 3 *sm* und *p*). Auf demselben Querschnitt sieht man dann auch noch die beiden seitlichen, kürzeren Staubgefässe (Fig. 3 st^1) mit dem in sie eintretenden Gefässbündel. Der innere Fibrovasalkörper besteht jetzt aus zwei median gestellten bogigen Theilen, in denen meist eine schwache Sonderung in je drei Theile wahrzunehmen ist. Von diesen sondern sich nun im Folgenden vier Gefässbündel in streng diagonaler Anordnung (Fig. 4 st^2), um in die vier längeren Staubgefässe einzutreten. Die Abzweigung dieser Gefässbündel vom inneren Fibrovasalkörper erfolgt so deutlich in diagonaler Anordnung und ist die Entfernung derselben von einander eine derartige, dass die Annahme, als entstünden je zwei dieser Staubgefässe aus je einer Anlage, die sich später spaltet, auf anatomischer Grundlage ganz unhaltbar ist. Wenn dennoch zwei und zwei dieser Staubgefässe bei vielen Cruciferen einander mehr genähert und scheinbar in die Mediane gerückt sind, so

1) Da ich mich hier soweit als möglich kurz fassen will, werde ich auch von ausführlicheren Litteratur-Angaben absehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist das eine spätere Veränderung, die in den Raumverhältnissen vieler Cruciferenblüthen und im Druck der Honigdrüsen seine Erklärung findet. Die paarweise, scheinbar mediane Stellung der vier längeren Staubgefässe ist überhaupt nur bei jenen Cruciferen deutlich vorhanden, deren Blumenblätter einen Nagel haben und deren Blüthen man geschlossene nennen könnte. Viele Cruciferen haben aber unbenagelte Blumenblätter, die Blüthen sind dann ganz offen mit auseinander gebreiteten Blumenblättern, und in diesen Blüthen stehen die vier längeren Staubgefässe deutlich diagonal, sind auseinandergebreitet, und den Blumenblättern superponirt.

Dass die scheinbar mediane Stellung je zweier längeren Staubgefässe etwas Nachträgliches ist, kann man bei *Cheiranthus* deutlich sehen (Fig. 10—12). Untersucht man hier junge Blüthenknospen, so findet man an den äusseren, von der Blüthenstandsachse abgewendeten Blüthentheilen (in der Zeichnung unten) eine geförderte Entwickelung, so dass man am selben Querschnitt oben und unten verschiedene Stadien findet.

Bei *Cheiranthus* zeigen sich im Uebrigen ganz ähnliche Verhältnisse wie ich sie bisher für *Matthiola* beschrieben. Auch hier treten in die transversalen Kelchblätter zuerst Gefässbündel ein, denen die der medianen Sepala aber gleich folgen. Die für die Blumenblätter bestimmten Gefässbündel bilden vor ihrem Austritt je drei Zweige; je der mittlere tritt in ein Blumenblatt, die seitlichen zweigen aber in die Kelchblätter ab, und so hat jedes Kelchblatt am Grunde ein mittleres, stärkeres und zwei seitliche, schwächere Gefässbündel (Fig. 10 *s*). Dasselbe ist auch bei *Matthiola* der Fall, nur habe ich hier die Abzweigung der seitlichen Bündel bisher nicht näher verfolgt.

Bei *Cheiranthus* zeigt nun — nach Abzweigung der Gefässbündel für die Blumenblätter und die zwei kürzeren Staubgefässe — der innere Fibrovasalkörper eine viereckige Form, und an den vier Ecken entstehen dann Ausbuchtungen für die Gefässbündel der vier längeren Staubgefässe (Fig. 10 st^2). Diese Bündel stehen also anfangs gleichfalls streng diagonal (Fig. 11 st^2 oben und Fig. 12) und werden später beim Austritt in die Staubgefässe etwas in die Mediane gedrängt (Fig. 11 st^2 unten).

Zur Unterstützung der Annahme, dass je zwei der längeren Staubgefässe aus der Spaltung je einer Anlage hervorgehen, wird bei *Cheiranthus* erwähnt, dass oft statt vier längerer Staubgefässe fünf bis sechs und mehr in einer Blüthe zu finden seien. Solche Fälle habe auch ich öfter beobachtet; so fand ich oft Blüthen, wo in der äusseren, geförderten Hälfte statt zwei längerer Staubgefässe drei, einmal sogar vier sich vorfanden, oder es waren beiderseits drei. Nun habe ich auch diese Fälle anatomisch untersucht und gefunden, dass auch hier das Gefässbündel jedes einzelnen Staubgefässes gesondert vom inneren Fibrovasal-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

körper abzweigt (Fig. 13 st^2 oben und Fig. 14), ja das Bündel des überzähligen Staubgefässes zweigt etwas später ab, letzteres steht also etwas höher und kann also nicht recht aus der Spaltung der anderen hervorgegangen sein.

Weiter wird *Vella* erwähnt, bei der die längeren Staubgefässe paarweise vereint sind und wo eine unvollständige Spaltung angenommen wird. Ich hatte bis jetzt noch nicht Gelegenheit *Vella* zu untersuchen, glaube aber dennoch, dass auch hier zwei gesonderte, erst nachträglich sich vereinigende Staubgefässe anzunehmen sind und dass im gemeinsamen Theile des Fadens wohl zwei Gefässbündel zu finden sein werden. Ich schliesse dies aus einer Beobachtung, die ich noch 1868 als Student in Zürich machte, wo ich im botanischen Garten in einer Blüthe von *Arabis albida (caucasica)* statt 4, 5 längere Staubgefässe fand, von denen jedoch die Fäden zweier zu $^2/_3$ vereinigt waren. Im gemeinsamen Theile des Fadens fanden sich nun 2 Gefässbündel, während der einzelne Faden nur ein Gefässbündel hat.

Bezüglich meiner Auffassung über Spaltung und Dédoublement verweise ich auf meine oben erwähnte Arbeit (l. c. p. 480—489) und will hier nur noch etwas darauf Bezügliches bei *Cheiranthus* erwähnen. Diese Pflanze kommt, wie bekannt, in Gärten oft auch mit gefüllten Blüthen vor, und untersucht man dieselben genauer, so findet man an Stelle der vier Blumenblätter vier Gruppen solcher. Jede Gruppe besteht aus vielen Blättern, die aber unten durch einen kurzen Stiel zusammengehalten werden, so dass bei vorsichtiger Zergliederung der Blüthe 4 Bündel von Blumenblättern zu erhalten sind. Untersucht man solche Blüthen anatomisch, so ergiebt sich, dass vom inneren Fibrovasalkörper für jede Gruppe von Blumenblättern ein kräftiges Gefässbündel sich abzweigt, das erst kurz vor dem Austritt sich in mehrere Bündel theilt, so gleichfalls anzeigend, dass die Füllung der Blüthe in diesem Falle durch Spaltung der ursprünglichen Blumenblätter zu Stande kommt. Der Blüthenboden solcher Blüthen zeigt eine eigenthümliche Veränderung, da er an der Stelle der Blumenblätter ausgeweitet ist und somit vierstrahlig erscheint (Fig. 19), während er bei einer gewöhnlichen Blüthe stumpf achteckig ist. Betrachtet man dieselben nach Abfallen der Blüthentheile und Wegschneiden des Griffels mit einer Lupe, so kann man daran die in die einzelnen Blüthentheile austretenden Gefässbündel an ihren Narben sehr leicht erkennen und ihre Anordnung sehen, wie das in den Fig. 18 und 19 etwas schematisirt wiedergegeben ist. — In den gefüllten Blüthen von *Cheiranthus* sind die übrigen Blüthentheile meist unverändert vorhanden, während die gefüllten Blüthen von *Matthiola*, ausser dem Kelch, meist nur viele Blumenblätter enthalten, hier also eine vollständige Auflösung der Blüthe, eine Ausbildung derselben zu einem belaubten Spross vorliegt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zu *Matthiola* zurückkehrend und die weiteren Verhältnisse nach der Abzweigung der vier Gefässbündel für die längeren Staubgefässe verfolgend, finden wir den inneren Fibrovasalkörper aus gewöhnlich vier kreuzweise gestellten Gefässbündeln bestehend (Fig. 4). Von diesen treten die zwei seitlichen — transversalen — später immer mehr heraus und geben die Gefässbündel der beiden Carpelle, während die anderen — medianen — zwei Gefässbündel eine bogige Form annehmen und im Innern je eine grössere, mittlere und je zwei kleine seitliche Gefässgruppen unterscheiden lassen (Fig. 5). Die seitlichen Gefässgruppen zweigen später gegen die eben erwähnten Carpellargefässbündel ab (Fig. 6), so dass die Carpelle im Grunde gleichfalls, wie die Kelchblätter je ein stärkeres, mittleres und je zwei schwächere, seitliche Gefässbündel aufweisen (Fig. 7).

Während dies geschieht, bildet sich langsam auch die Fruchtknotenhöhle und tritt die Scheidewand hervor, in welcher hier zwei ziemlich mächtige, bogige Fibrovasalkörper zu finden sind (Fig. 7). Dieselben sind auch weiter oben, in der verschmälerten Scheidewand, zu sehen (Fig. 8) und treten erst später mehr gegen den Rand, während die Scheidewand in der Mitte auseinanderweicht, so dass die beiden Hälften der Fruchtknotenhöhle mit einander communiciren (Fig. 9). Die Samenknospen stehen in dem Winkel, den die Carpelle mit der Scheidewand bilden. Das ganze Verhalten dieser zuletzt erwähnten Gefässbündel: ihre Mächtigkeit, ihre Stellung an der Berührungsstelle der Carpellarränder zwingt mich, dieselben als die Gefässbündel eines zweiten — medianen — Paares von Carpellen aufzufassen, die aber, wahrscheinlich in Folge der Raumverhältnisse in der Cruciferen-Blüthe, nicht zur Ausbildung kommen, und da sie sich in der Fläche nicht entwickeln können, wachsen sie in die Fruchtknotenhöhle hinein, so die Scheidewand bildend. Diese Auffassung wird auch durch die Thatsache unterstützt, dass allgemein dort, wo Carpelle, mit ihren Rändern zusammenwachsend, den Fruchtknoten bilden, keine so kräftig entwickelten Gefässbündel zu finden sind.

Bei *Cheiranthus* sind die entsprechenden Verhältnisse ganz ähnliche. Hier ist nach Absonderung der für die 4 längeren Staubgefässe bestimmten Gefässbündel der innere Fibrovasalkörper von ringförmiger Gestalt, mit Ausbuchtungen in der transversalen Richtung (Fig. 12 u. 13). An diesen Stellen sondern sich dann die für die beiden Carpelle bestimmten Gefässbündel, während zwei median gestellte, bogige Gefässbündel übrig bleiben (Fig. 16). Später treten die Höhlungen des Fruchtknotens in die Erscheinung und zeigt jedes Carpell gleichfalls ein mittleres, stärkeres und je zwei seitliche, schwächere Gefässbündel (Fig. 16 *c*). Die beiden median gestellten Gefässbündel treten aber gleich anfangs mehr gegen den Rand (Fig. 16) und sind auch später

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dort zu finden, während die Scheidewand sich hier in der Mitte nicht trennt (Fig. 17).

Die Annahme eines zweiten Carpell-Paares bei den Cruciferen wurde schon von früheren Autoren geäussert, jedoch von EICHLER verworfen[1]). Nach meinen Untersuchungen muss man, glaube ich, zur früheren Vorstellung zurückkehren, zumal dadurch das constante Auftreten von 4 Carpellen bei *Nasturtium* und *Draba*, das zur Aufstellung der Gattungen *Tetrapoma* und *Holargidium* geführt hat, seine naturgemässe Erklärung findet. Denn auch hier, wie bei den 4 längeren Staubgefässen eine Spaltung anzunehmen, wie es EICHLER that, erscheint mir doch nicht recht zulässig. Uebrigens lassen auch die Zeichnungen PAYER's die ursprüngliche Anlage von 4 Carpellen bei den Cruciferen vermuthen.

Das Gesagte zusammengefasst, würde also das Diagramm der Cruciferen-Blüthe sich folgendermassen gestalten: Zwei äussere transversale, zwei innere mediane Kelchblätter; dann vier diagonal gestellte Blumenblätter; nachher die zwei kürzeren, transversal gestellten, den äusseren Kreis des Androeceums darstellenden Staubgefässe, auf diese folgen in diagonaler Stellung die vier längeren Staubgefässe; schliesslich zwei transversale Carpelle, die zur vollständigen Ausbildung gelangen, und zwei mediane Carpelle, die, in ihrer Ausbildung gehemmt, zur Scheidewand werden. — Es wären also, mit Ausnahme des äusseren Staubgefässkreises, lauter viergliedrige Kreise und der Umstand, dass in der Region der kürzeren Staubgefässe die Honigdrüsen auftreten, macht es gleichsam erklärlich, dass hier in Folge von Raum- und Stoffmangel nicht mehr als zwei Staubgefässe sich bilden können.

Vorläufig so viel über diesen Gegenstand; ich werde denselben jedenfalls weiter verfolgen und dann darüber weitere Mittheilungen machen.

Budapest, 20. Januar 1894.

Erklärung der Abbildungen.

(Alle Zeichnungen sind schematisirt und daher z. B. die Haargebilde und andere Details weggelassen.)

str = Gefässbündel der äusseren Kelchblätter (sepala transversalia).
sm = „ „ inneren Kelchblätter (sepala mediana).
p = „ „ Blumenblätter (petala).

1) EICHLER, Blüthendiagramme II, p. 202.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

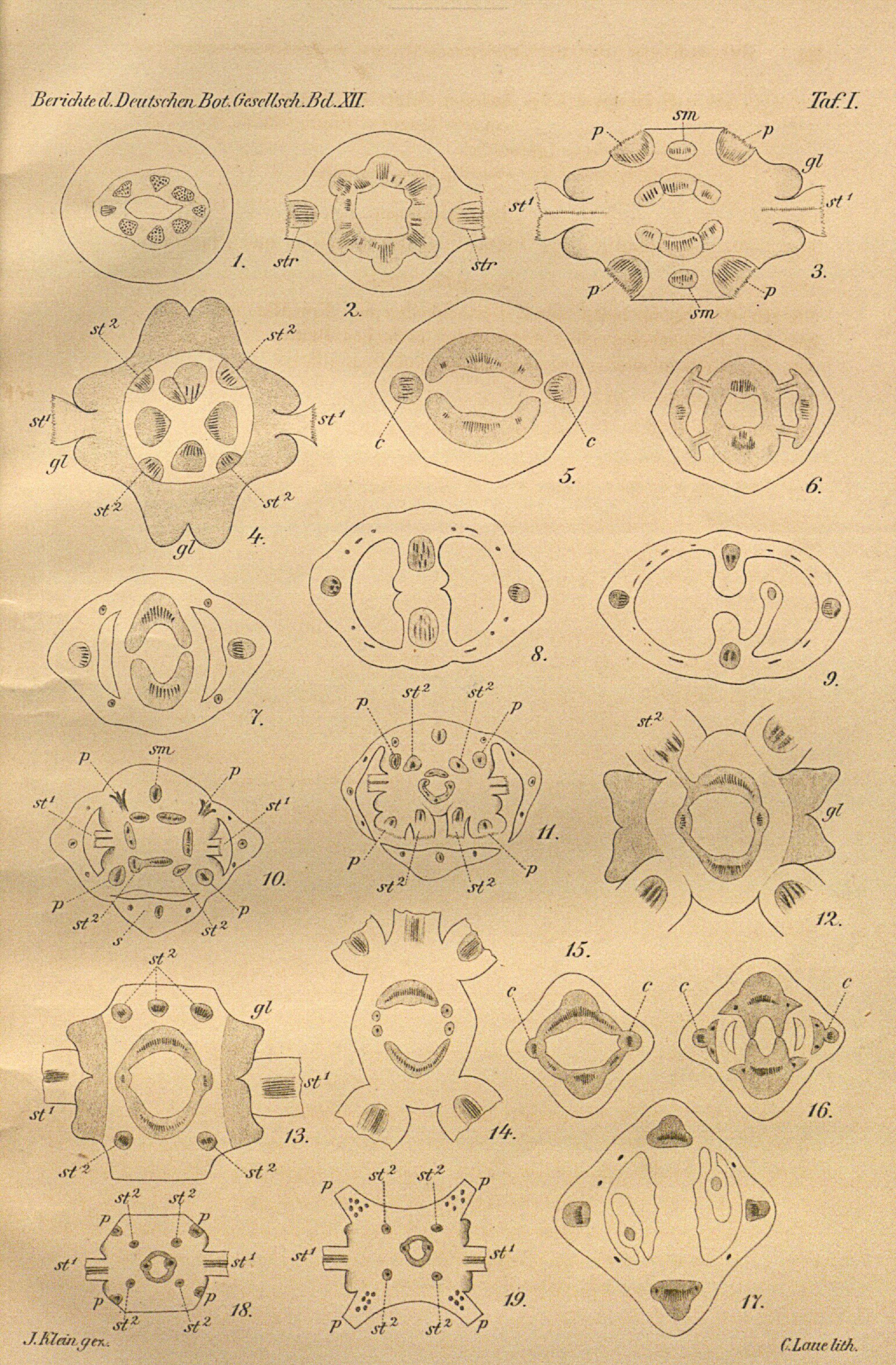
st^1 = Gefässbündel der äusseren kürzeren Staubgefässe.
st^2 = „ „ inneren längeren Staubgefässe.
gl = Honigdrüsen (glandulae).
c = Gefässbündel der Fruchtblätter (carpella).

Matthiola annua.

Fig. 1—9. Querschnitte durch Blüthenstiel, Blüthenboden und Fruchtknoten.

Cheiranthus Cheiri.

Fig. 10—17. Querschnitte durch Blüthenboden und Fruchtknoten.
Fig. 18. Blüthenboden einer abgeblühten einfachen Blüthe.
Fig. 19. Blüthenboden einer abgeblühten gefüllten Blüthe.



J. Klein gez.

C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Klein Julius

Artikel/Article: Der Bau der Cruciferenblüthe auf anatomischer Grundlage 18-24