

Bildungsabweichungen der Blüthe von *Tropaeolum majus*.

Gesammelt und beschrieben von

Franz Buchenau.

Hierzu Tafel XIV.

Am 5. September 1875 fand ich in dem Garten meines verehrten Freundes, des Herrn Dr. E. von Harbou zu Delmenhorst, vier abnorme Blüthen von *Tropaeolum majus*, eine mit zwei, die drei anderen je mit drei Spornen. Diese Blüthen, von denen ich damals nur rasch hingeworfene Diagramme bewahren konnte, interessirten mich wegen der tiefgreifenden Veränderungen, welche Kelch und Krone in ihnen erlitten hatten (Staubblätter und Fruchtblätter waren im Wesentlichen normal geblieben), so sehr, dass ich mir Samen der betreffenden Pflanzen (welche ein dichtes Geflecht von Stengeln und Blättern bildeten) mitnahm, um sie im folgenden Jahre auszusäen und die daraus hervorgehenden Pflanzen auf abnorme Blüthen zu untersuchen. — Dieses Experiment gelang über Erwarten; ich fand im Jahre 1876 31 und im Jahre 1877 122 abnorme Blüthen, sämmtlich auf dem Areale der Realschule beim Dovenhor, wo ich die Pflanze theils an der nach SSW belegenen Hausmauer der Dienstwohnung, theils an verschiedenen Gartengittern zog. Die Auffindung dieser Blüthen ist freilich nicht so leicht, wie sie nach der bedeutenden Umformung, welche viele von ihnen erlitten haben, erscheinen möchte. Ich selbst würde in der mir zur Verfügung stehenden Zeit gewiss nicht den zehnten Theil derselben haben auffinden können. Nur dadurch, dass meine Kinder in ihren freien Stunden mir unermüdlich halfen und die vielen tausend Blüthen durchmusterten, welche sich im Laufe des Sommers entfalteten, kam ein so reiches Material zusammen. Ich führe dies nur an, um darauf hinweisen zu können, dass wohl überall Pelorien von *Tropaeolum* zu finden sein werden, wenn man nur ausdauernd genug danach sucht, wie denn ja auch bereits einzelne Abnormitäten beschrieben worden sind. Möglich wäre ja freilich auch, dass die von mir cultivirten Pflanzen eine besondere Neigung zur Pelorienbildung gehabt hätten; ein Versuch mit fünf im

Jahre 1876 von zwei pelorischen Blüten geernteten Samen ergab aber nur ein negatives Resultat. Die fünf im Jahre 1877 aus denselben erwachsenen Pflanzen lieferten keine einzige Pelorie. Diesen Punkt werde ich übrigens noch weiter im Auge behalten.

Zwischen die beiden Beobachtungssommer hinein fiel die Publicirung der interessanten Arbeit von Edmund von Freyhold: Ueber Blütenbau und Verstäubungsfolge bei *Tropaeolum pentaphyllum* (Nova Acta XXXIX, No. 1), eine Arbeit, welche mir die Anregung gab, im Jahre 1877 nun auch die Verstäubungsfolge der Staubblätter in den abnormen Blüten zu verfolgen und überhaupt noch mehr Einzelheiten zu beachten, während ich im Jahre 1876 vorzugsweise auf den Einfluss der terminalen Stellung und des Fehlens des Deckblattes auf das Entstehen abnormer Blüten geachtet hatte. Ich cultivirte nun die, wo möglich mit dem Zweige abgeschnittenen, Blüten in Reagenzgläsern mit Wasser und notirte sorgfältig alle eintretenden Veränderungen.*) So ist über die 157 beobachteten abnormen Blüten ein reiches, wenn auch ungleich vollständiges Material zusammengekommen; von fast allen Blüten liegen mir Diagramme vor, welche wenigstens die Topographie der Blüthe genau wiedergeben.

Ehe ich nun zur Darlegung meiner Beobachtungen übergehe, habe ich noch auf zwei Punkte aufmerksam zu machen, auf die Jahreszeit des Auftretens der Pelorien und auf ein bisher noch nicht beachtetes Mittel zur Bestimmung der Wendung der Blütenspirale. In der ersten Beziehung ist bereits von andern Beobachtern die Bemerkung gemacht worden, dass die Blütenabnormitäten bei *Tropaeolum* besonders im Herbste auftraten. Ich fand allerdings auch, dass die ersten Blüten stets normal waren. Im Juni waren nur wenige Bildungsabweichungen vorhanden, aber schon im Juli traten sie häufig auf und erreichten im August ihren Höhepunkt. Im September wurden sie bemerklich seltener, doch darf ich nicht verschweigen, dass im Jahre 1877 der früh eintretenden kühlen Witterung zufolge während dieses Monates weniger genau gesucht wurde, als im Hochsommer.

Der zweite Punkt betrifft ein neues Mittel zur Constatirung der Richtung der Blattspirale innerhalb einer Blüthe. Man kennt bis jetzt als solche (vergl. Freyhold a. a. O. pag. 6):

- a) die Deckung der Kelchblätter,
- b) die Verstäubungsfolge der Antheren,

*) Der überaus kühle Sommer und Herbst machte freilich manche dieser Beobachtungen unvollständig oder ganz unmöglich, indem die Staubbeutel sich bei niedriger Temperatur nur sehr zögernd öffnen und in vielen Fällen die Blüten welken, ehe noch alle aufgesprungen sind. Im Spätherbst fand ich dann noch sehr häufig unvollkommen ausgebildete Blüten; namentlich ereignet es sich oft, dass die obere Hälfte der Blüthe viel kleiner bleibt, als die untere, ja dass sie fast ganz verkrüppelt, während die untere ziemlich gut entwickelt ist; man kann aber diese offenbar den Einflüssen der Jahreszeit zuzuschreibenden Störungen im Blütenbaue durchaus nicht mit der Pelorienbildung vergleichen.

c) die Stellung des Pistills gegen die Mediane (vergl. Fig. 3 und 4).

Von diesen Kennzeichen ist a nur an Knospen sicher zu verfolgen, da bei aufgeblühten Blumen die Kelchblätter sich nicht mehr oder doch nur sehr undeutlich decken; b und c aber werden bei abnormen Blüthen meist sehr leicht und tief alterirt und verlieren also auch ganz ihre Zuverlässigkeit. Unter diesen Umständen ist ein neues Kennzeichen für die Richtung der Spirale im Kelche sehr erwünscht. Ich fand es im August d. J. in der Bildung der Spitze der Kelchblätter. Der Kelch hat nämlich zwei völlig deckende, zwei ganz gedeckte und ein halb deckendes, halb gedecktes Blatt. Die beiden deckenden Kelchblätter (1 und 2) haben eine derbe grüne Spitze und an jeder Seite derselben einige mit der Lupe jederzeit sehr deutlich erkennbare Wimpern; das halbseitig deckende Kelchblatt 3 ist an seiner gedeckten Seite zart und wimperlos, an seiner deckenden mit derber grüner Spitze und steifen Wimpern versehen; die beiden an beiden Seiten gedeckten Kelchblätter (4 und 5) endlich sind durchaus zart gebaut mit gelben Spitzen. Bei Beachtung dieser Eigenthümlichkeit ist es selbst an weit aufgeblühten Blumen leicht, den Lauf der Blattspirale festzustellen. — Ich fand diese Verschiedenheit im Baue erst ziemlich spät auf; hätte ich sie früher gekannt, so würde manches Diagramm noch vollständiger geworden sein. Beobachter, welche sich fernerhin mit *Tropaeolum majus* beschäftigen wollen, werden aber hoffentlich aus dieser Mittheilung Nutzen ziehen.

Ich gehe nunmehr zur kurzen Darlegung meiner Beobachtungen über. Dabei ist es natürlich völlig unthunlich, die 157 Blüthen der Reihe nach einzeln zu beschreiben und etwa sämmtlich in Diagrammen abzubilden. Vielmehr fasse ich die beobachteten Abnormitäten nach den wichtigsten Verschiedenheiten zusammen.

a) Spornlose Blüthen.

Die völlig spornlosen Blüthen bilden eine besonders auffällige Art der Bildungsabweichung, eine Art, welche auch dem Laien sofort dadurch auffällt, dass der Gesamt-Charakter der Blüthe völlig geändert ercheint; die Blüthe trägt nun völlig den Charakter einer actinomorphen Pelorie.*) Der Kelch breitet sich frei und vollständig aus. Mit dem Schwinden des Spornes schwinden alle Saftmale an den Kronblättern; sämmtliche Kronblätter nehmen ohne Ausnahme den Charakter der normalen unteren Kronblätter an: sie besitzen einen schmalen, plötzlich gegen die

*) In der Literatur finden sich schon einzelne solche Pelorien, vergl. z. B.: Linnaea 1837, p. 128, wo Schlechtendal drei Missbildungen von *Tropaeolum* beschreibt; die zweite war eine sehr beachtenswerthe Pelorie. „Der Kelch besteht aus sechs regelmässigen Blättern, ganz ohne Spornen; Blumenblätter sechs, ganz gleich mit langem Nagel und rundlicher, am Grunde gefranster Platte (wie sonst nur die drei unteren zu sein pflegen); Staubgefässe 11, von ihnen eins um die Hälfte kleiner als die andern; Fruchtblätter 4 mit 4 Narben; in allen Ovula.“

Scheibe abgesetzten Stiel und gefranste Ränder. Nicht mehr (wie in der normalen Blüthe) durch den Kelch zusammengehalten, breiten sie sich sternartig aus. Selbst die Staubblätter breiten sich freier aus, obwohl sie immerhin in ihrer Krümmung noch deutlich die Richtung nach unten erkennen lassen.

Ich beobachtete 12 solcher Pelorien; eine von ihnen war auf einem Zweige endständig und auch sonst mehrfach abweichend; von den elf andern lag eine nur abgebrochen vor, eine blieb in ihrer Insertion zweifelhaft, die anderen aber sassen sämmtlich wie die normalen Blüthen in der Achsel eines Laubblattes. Von jenen elf Blüthen waren 4 rein oder doch nahezu rein dimer, 2 von gemischt dimeren und trimeren Typus, 2 trimer, 2 tetramer und eine ausgezeichnet pentamer.*)

Die Bestimmung der Spiralrichtung ist bei solchen Blüthen natürlich ausserordentlich erschwert, da fast alle Anhaltspunkte für sie fehlen; nur die eine tetramere Blüthe konnte ich als wahrscheinlich, die pentamere als sicher rechtswendig erkennen**) Desto wichtiger und interessanter sind die übrigen Verhältnisse der Blüthen.

Bei den dimeren Pelorien (Fig. 5) standen die Kelchblätter stets median nach vorn und hinten; ihre Aufeinanderfolge konnte ich nicht sicher bestimmen; doch schien in einem Falle das vordere zugleich das untere, deckende zu sein. Die Kronblätter standen streng seitlich, rechts und links; die vier Staubblätter standen vor den Kelch-, bezw. den Kronblättern, und es stäubten die Kelchstamina zuerst, dann die Kronstamina. Das Carpiſtium bestand in zwei Blüthen aus drei wohlentwickelten Carpellern, von denen in dem einen Falle das unpaare nach vorn, im anderen nach hinten fiel; die dritte Blüthe hatte zwei seitlich stehende entwickelte und ein nach vorn fallendes verkrüppeltes Fruchtblatt, die vierte endlich nur zwei entwickelte seitliche.

Die beiden Blüthen mit gemischten Typus haben die Formeln:

2 sep., 3 pet., 4 stam., 3 carp.

und 3 sep., 2 pet., 4 stam., 3 carp.

und bieten daher weniger Interesse als die rein ausgebildeten.

An der einen trimeren Blüthe liegt das unpaare Kelchblatt nach vorn, an der anderen nach hinten; die Kronblätter alterniren bei beiden in regelmässiger Weise mit den Kelchblättern. Die erstgenannte Blüthe hat drei vor den Kelchblättern stehende Staubblätter und ein viertes vor dem nach rückwärts fallenden Kronblatte; die Kelchstamina verſtäuben zuerst, dann erst dieses vierte; die zweite Blüthe hatte drei Staubblätter vor den Kelchblättern und zwei vor den schräg nach hinten stehenden Blumenblättern (das zu erwartende vordere Staubblatt fehlte also); die Beutel öffneten

*) Dies bezieht sich natürlich auf die äusseren Blüthenkreise, da das Carpiſtium ja auch in den normalen Blüthen andere Zahlenverhältnisse zeigt, als die äusseren Kreise.

**) Die Beachtung des Baues der Spitzen der Kelchblätter wird in künftigen Fällen noch öfters die Bestimmung der Spiralrichtung gestatten.

sich hier nur ungenügend. Der Fruchtknoten bestand bei der ersten Blüthe aus drei vor den Blumenblättern stehenden, bei der zweiten aus vier diagonal stehenden Fruchtblättern.

Sehr regelmässig sind die tetrameren Blüthen gebaut. Bei der axil gestellten (Fig. 8) stehen die Kelchblätter vorn, hinten, rechts und links, die Kronblätter also diagonal; von den Staubblättern fehlt ein vor einem Kronblatte stehendes spurlos; die Kelchstamina stäubten von den Kronstaubblättern; das unpaare fällt nach vorn. Die andere (in ihrer Stellung zweifelhafte, wahrscheinlich aber terminale) Blüthe (Fig. 7) hat 8 Staubblätter, von denen unerwarteter Weise die Kronstamina zuerst und dann erst die Kelchstamina stäubten; das Pistill besteht aus vier Fruchtblättern, welche vor den Kronblättern stehen.

Die pentamere Blüthe (Fig. 9) war, wie bereits oben erwähnt, rechtswendig; sep. 2 fiel, wie in der normalen Blüthe, nach der Achsel zu. Die fünf Blumenblätter alternirten regelmässig mit den Kelchblättern. Die Blüthe besass 9 Staubblätter; wahrscheinlich fehlte das untere mediane; doch hatten sich die vorhandenen nun ziemlich gleichmässig in den verfügbaren Raum getheilt. Denkt man sich ein unteres medianes ergänzt, so ist die regelmässigste Alternation vorhanden und die Kelchstamina öffnen sich sämmtlich vor den Kronstaminibus. Das Pistill ist dreigliedrig und besteht aus einem unpaaren nach hinten fallenden und zwei nach vorn fallenden Carpellen*).

Die bis jetzt von der Betrachtung ausgeschlossene endständige Pelorie besass sechs Kelchblätter (zwei mediane, vier diagonal gestellte), acht Staubblätter, 3 Fruchtblätter (beide Organe in normaler Stellung) dagegen nur zwei Kronblätter (die beiden untersten und natürlich gefransten); diese Blüthe giebt deshalb, so auffallend sie auch aussah, doch zu keiner näheren Erörterung Veranlassung.

Ueberblicken wir die ganze Zahl der spornlosen Blüthen, so ergiebt sich zunächst natürlich das wichtige Resultat, dass mit dem Unterbleiben der Spornbildung auch sofort die Bildung der Saftmale auf den Blumenblättern unterbleibt, sämmtliche Blumenblätter vielmehr gefranst werden und in jeder Beziehung den Bau der unteren Blumenblätter annehmen. Weiter aber wird es nach der Gesammtheit der Erscheinungen höchst wahrscheinlich, dass die Staubblätter in zwei Kreisen stehen, der äussere vor den Kelchblättern, der innere vor den Blumenblättern, dass also auch in der normalen Blüthe die acht Staubblätter nicht nach wirklicher $\frac{3}{8}$ Stellung stehen, sondern in zwei fünfgliedrigen Cyclen, wobei das obere und das untere mediane Staubblatt nicht ausgebildet werden und die übrigbleibenden acht Staubblätter in den vorhandenen Raum sich gleichmässig theilen. Dabei darf freilich nicht verschwiegen werden, dass, während in allen übrigen Fällen, wo die Pelorien regelmässig ausgebildet waren, die Kelchstaubblätter vor den Kronstaubblättern stäubten, doch in der einen

*) Fig. 23 stellt den Querschnitt durch den Blütenboden dieser Pflanze dar.

tetrameren Blüthe grade das Umgekehrte stattfand, ohne dass wir im Stande wären, dafür einen Grund anzugeben. Dieser Umstand mahnt uns von Neuem zur Vorsicht und weist deutlich auf die Nothwendigkeit hin, ein noch weit reicheres Material zu beobachten als bis jetzt gesammelt ist. —

An diese spornlosen Blüten reihen sich naturgemäss die gefüllten Blüten von *Tropaeolum majus* an, deren Samen im regelmässigen Samenhandel vorkommen. Ich lernte diese Pflanzen in dem Garten meines verehrten Freundes, des Herrn A. W. Rothermundt zu Oberneuland bei Bremen kennen. Die Blüten sind völlig spornlos; der Kelch besteht aus fünf ganz gleichen Blättern und würde actinomorph sein, wenn nicht die drei obern Blätter einander mehr genähert wären, als die beiden unteren. Auf die Kelchblätter folgt eine dicht gedrängte Menge kleiner schmaler gelber, zwischen einander geschobener Kronblätter, oder wohl richtiger Fetzen von Kronblättern, welche nach der Mitte zu allmählich kleiner und grün werden, so dass das Centrum von verschiedenen Büscheln kleiner grüner Blattorgane eingenommen wird. Staubblätter und Fruchtblätter sind durchaus nicht mehr erkennbar. In der oberen Hälfte der Blüthe haben die Kronblätter meist breite Stiele und Andeutungen von Saftmalen, in der unteren Hälfte sind schmalgestielte, am Rande gebartete Kronblätter ohne Saftmale vorwiegend, doch finden sich in beiden Hälften vielfach Fetzen von Kronblättern, welche nicht den Charakter einer der beiden Regionen zeigen. Beachtenswerth ist dabei, dass trotz des fehlenden Spornes nicht sämmtliche Kronblätter den Charakter der unteren Kronblätter tragen, dass es im Gegentheil noch einzelne Kronblätter mit Saftmalen in diesen Blüten giebt. — Die geringe Schönheit dieser Blüten und namentlich ihr unordentliches Aussehen steht ihrer weiteren Verbreitung in den Gärten im Wege.

b) Einspornige Blüten mit schwacher seitlicher Auftreibung des Kelches.

Die Blüten dieser Umbildungsstufe (Fig. 13, 27) sehen zunächst ganz normal aus, verrathen aber dem forschenden Auge die eingetretenen Veränderungen dadurch, dass ein seitliches Kronblatt, petalum 3, (seltener alle beide) an seinem nach oben gerichteten Rande ungefranst, dagegen nach dem Typus der oberen Kronblätter gebaut (also mit breiterem Stiele und mit Saftmalen versehen) ist.

Die nähere Untersuchung zeigt dann, dass unterhalb dieses Blumenblattes der Kelchgrund etwas aufgetrieben ist (eine Vergleichung mit der correspondirenden Stelle der anderen Blüthenhälfte lässt darüber keinen Zweifel): Der Gefässgürtel unter der Basis der Kelchblätter ist an dieser Stelle (zwischen Kelchblatt 3 und 5) ein wenig erweitert. Wir haben es also hierbei mit einer minimalen Andeutung der beginnenden Bildung eines Nebenspornes zu thun, und sofort ist das benachbarte Kronblatt

afficiert. Spornbildung und Anwesenheit der Saftmale erscheinen auch hier auf das Innigste verknüpft.

Ich beobachtete diesen Fall zwölf mal; die Blüten waren sämtlich laterale und regelmässig gegen die Achse und gegen den Raum gestellt; aber nur in einem Falle war ein, überdies ganz verkrüppeltes, Tragblatt vorhanden; in drei Fällen waren die Blüten abgebrochen, so dass nicht mehr ermittelt werden konnte, ob ein Tragblatt vorhanden war; in den anderen Fällen besaßen die Blüten sicher kein Tragblatt.

Von den zwölf Blüten waren acht rechtswendig (Fig. 13, 27), zwei linkswendig und zwei nach Kelch und Staubblatt rechtswendig, nach der Stellung des Pistilles aber linkswendig.*) Bei sechs von ihnen war das der buckelartigen Vorwölbung des Kelchblattes benachbarte Kronblatt nur in seiner nach der Oberseite der Blüte gerichteten Hälfte verändert, bei fünf war es völlig so gebaut wie die oberen Kronblätter, also in beiden Hälften verändert. Die zwölfte Blüte (Fig. 12) endlich ist dadurch besonders merkwürdig, dass an ihr sowohl Kronblatt 3 als Kronblatt 4 in seiner nach oben gerichteten Hälfte verändert (ungefranst, dagegen mit Saftmalen versehen) ist; diesem Umstande entsprechen denn auch Vorwölbungen des Kelches an beiden Seiten (zwischen sep. 1 und 4, sowie zwischen 3 und 5). Wir haben es also hier mit dem sehr interessanten Falle zu thun, dass diese beiden Vorwölbungen der Anlage von zwei Nebenspornen entsprechen; hätten sich die Vorwölbungen stärker entwickelt, so würde eine dreispornige Blüte entstanden sein. Noch darauf möchte ich aufmerksam machen, dass in allen elf Fällen mit einseitiger Vorwölbung des Kelchgrundes diese Vorwölbung zwischen 3 und 5, nicht zwischen 1 und 4 lag. Es ist, als ob das erste Kelchblatt dieser Auftreibung einen grösseren Widerstand entgegengesetzte, als sep. 3, was ja auch bei seinem kräftigen Baue (die höheren Kelchblätter haben weit zartere Textur als 1 und 2) begreiflich ist.

Von besonderen Fällen, welche noch in einem anderen Zusammenhange zu erwähnen sein werden, beobachtete ich die gerade entgegengesetzte Stellung einer Blüte gegen die Achse (petalum 1 derselben zugewendet) und die Bildung von zehn Staubblättern (Fig. 13).

Es reihen sich hier vier Blüten mit schwachen Veränderungen an einem Kronblatte an, ohne dass gleichzeitig weitere Veränderungen zu bemerken waren, nämlich:

a) drei linkswendige Blüten, an denen die nach oben gerichtete Hälfte von pet. 3 ungefranst, dagegen mit Saftmalen versehen war;

b) eine linkswendige Blüte, bei der dies merkwürdiger

*) Der Leser wolle zur Aufklärung dieser Verhältnisse die Figg. 3 und 4, welche eine rechtswendige und eine linkswendige normale Blüte darstellen, vergleichen und die betreffenden Erklärungen nachlesen.

Weise mit der rechten (vor sep. 1 liegenden) Hälfte von dem median nach vorn fallenden petalum 1 der Fall war.

c) Blüten mit zwei Spornen.

Die Blüten mit zwei Spornen bilden nach meinen Erfahrungen bei *Tropaeolum majus* eine gar nicht seltene Abweichung vom normalen Baue. Ich beobachtete sie 84mal; davon konnte bei fünf Fällen nicht ermittelt werden, ob die Blüthe in der Achsel eines Tragblattes gestanden hatte; in acht Fällen war ein Tragblatt vorhanden (welches aber dreimal fast mikroskopisch klein war und nur ein kaum über die Stengeloberfläche hervorragendes Spitzchen bildete), in den übrigen 71 Fällen fehlte das Tragblatt völlig, obwohl nur sehr wenige dieser Blüten als terminal betrachtet werden konnten. Wir werden also gewiss nicht irren, wenn wir in dem Fehlen des Tragblattes, oder, was dasselbe ist, in der Entstehung extra-axillärer Blüten einen Hauptgrund für die Bildung von zwei Spornen erblicken; das Fehlen des Tragblattes hat nämlich meist eine veränderte Stellung der Blüthe gegen die Achse und gegen die senkrechte Richtung zur Folge, und damit geräth die Organisation der Blüthe in Schwanken und Abänderung.

Was nun die Beobachtungen selbst angeht, so will ich zunächst bemerken, dass natürlich nicht alle gleich vollständig sind. Manche Blüten sah ich erst, nachdem sie abgebrochen waren und konnte daher ihre Orientirung gegen die Achse nicht mehr constatiren; andere waren bereits verwelkt oder verschrumpften auch wohl im Knospenzustande; noch andere endlich untersuchte ich nicht genau, da ich im Anfange der Untersuchung unter dem Eindrucke stand, dass diese Bildungsabweichungen schon längst genauer bekannt seien und mir nur die Frage nach der Abwesenheit des Stützblattes bezwse. die terminale Stellung der Blüthe Bedeutung zu haben schien. Ich berücksichtige daher im Folgenden nur die vollständiger notirten Blüten.

Bei den allermeisten Blüten stand der Nebensporn vor dem Einschnitte zwischen Kelchblatt 3 und Kelchblatt 5 (Fig 19, 21, 28, 29), also bei rechtswendigen Blüten links, bei linkswendigen rechts. Folgende kleine Tabelle giebt hierüber Aufschluss:

	rechtsw.	linksw.
Nebensporn vor dem Einschnitte von sep. 3 und sep. 5	22	29
Nebensporn vor sep. 3	2	—
Nebensporn vor sep. 5	4*)	1

Hierzu kommen dann noch die Fälle (2), in welchen bei rechtswendigen Blüten der Sporn links (also zwischen sep. 1 und 4 oder vor sep. 4), bei linkswendigen Blüten der Sporn rechts (1 Fall) steht, sodann der Fall, wo bei einer rechtswendigen Blüthe der Sporn vor sep. 1 steht und endlich die (11) Fälle, in welchen

*) Davon 2 mal ganz am unteren Ende von sep. 5.

beide Sporne oben vor sep. 2 oder beide vor den Einschnitten zwischen sep. 2 und sep. 4 sowie sep. 5 stehen (in letzterem Falle ist also der Hauptsporn aus seiner normalen Stellung verschoben!)

Was die Orientirung dieser Blüthen gegen die Achse betrifft, so stand sep. 2 (welches sich an seiner derben grünen Spitze und dem vor ihm stehenden Hauptsporne meist noch als solches constataren liess) in den meisten Fällen nicht, wie in der normalen Blüthe vor der Achse, sondern war meistens von ihr weggedreht. Verbindet man, um ein Maass dieser Drehung zu erhalten, die Achse sowohl als die Mitte von sep. 2 mit der Mitte der Blüthe, so bilden diese Linien (welche sich in der normalen Blüthe decken!) meist einen spitzen Winkel von ganz unbestimmter Grösse, und zwar hat die Drehung der Blüthen bei linkswendigen Blüthen fast immer nach rechts, bei rechtswendigen nach links stattgefunden (Fig. 21); nur drei mal beobachtete ich, dass rechtswendige Blüthen*) nach rechts und zweimal, dass linkswendige nach links von der normalen Stellung abwichen; in diesen fünf Fällen betrug aber die Drehung viermal weit über einen rechten Winkel. Beträgt die Drehung 180° , so steht die Blüthe (auf die Achse bezogen!) geradezu auf dem Kopfe (Fig. 28). Folgende kleine Tabelle giebt über diese Verhältnisse Aufschluss.

Stellung von sep. 2 gegen die Achse.

	rechtsw.	linksw.**)
Zugewendet (normale Stellung)	3	9
Abgewendet (180° von der normalen abweichend)	2	3
Einen spitzen Winkel mit ihr bildend (bei rechtswendigen Blüthen nach links***) und umgekehrt)	21	15
Einen stumpfen Winkel mit ihr bildend (bei rechtswendigen Blüthen nach rechts und umgekehrt; Fig. 29)	2	2

Eine Ursache, warum die rechtswendigen Blüthen so überwiegend häufig nach links gedreht sind, warum aber bei sehr starker Drehung die Richtung nach rechts eintritt (bei linkswendigen Blüthen vice versa) habe ich nicht ergründen können. Jedenfalls lässt sich aber für die grosse Mehrzahl der Fälle die Regel aufstellen, dass wenn der Nebensporn in der linken Hälfte der Blüthe liegt, dann sep. 2 mehr oder weniger stark nach rechts von der Achse weggedreht ist und umgekehrt. — Sehr auffällig ist besonders auch die völlig umgekehrte Stellung der

*) Es ist äusserst beachtenswerth, dass unter diesen 3 Blüthen gerade die beiden rechtswendigen Blüthen enthalten sind, deren Nebensporn links (also zwischen sep. 1 und sep. 4) liegt; die einzige linkswendige Blüthe, welche den Nebensporn rechts hat, konnte leider nicht auf ihre Insertion geprüft werden.

**) 1 Blüthe zweifelhaft.

***) Mit einer Ausnahme.

Blüthen (5 mal, stets bei Blüthen ohne Stützblatt), welche auch in den andern Gruppen der beschriebenen Bildungsabweichungen auftritt. Es dürfte vielleicht nicht überflüssig sein zu bemerken, dass in diesen Fällen durchaus keine Drehung des Blütenstiemes constatirt werden konnte, dass überdies die Abweichung des Hauptspornes einer Blüthe um 180° von der Achse wiederholt schon an ziemlich jungen Knospen constatirt wurde.

Für den ganzen Typus der Blüthe (den Habitus, wenn ich so sagen darf) von grösster Bedeutung ist die Lage, welche die Blüthe im Raume nach dem Aufblühen einnimmt. Während die Stellung der Blüthe gegen die Achse mehr ein rein morphologisches Interesse hat und oft nicht ohne Schwierigkeit bestimmt wird, tritt dagegen die Lage der Blüthe im Raume dem Beschauer sofort entgegen, und sie hat vorzugsweise ein physiologisches Interesse, indem sie für die Abwärtskrümmung der Staubblätter und des Griffels massgebend ist. Während nun in der normalen Blüthe trotz mannichfacher Krümmungen des Blütenstiemes sep. 2 und der Sporn stets genau oben liegen, ist dies in den Pelorien und namentlich auch den zweispornigen Blüthen durchaus nicht der Fall; indessen entfernt sich doch der Hauptsporn niemals weit von der obersten Lage und liegt stets nach dem Aufblühen in der obern Parthie der Blüthe (vergl. Fig. 18, 19, 21, 28, 29). Wir haben somit das in seinen Wirkungen sehr verwickelte Verhältniss, dass sep. 2 und Hauptsporn in der normalen Blüthe

a) nach der Achse zu fallen,

b) auch räumlich oben liegen,

in den abnormen Blüthen dagegen von beiden Lagen in unabhängiger Weise abweichen. Hierdurch muss nothwendig eine grosse Mannichfaltigkeit in den Bau der abnormen Blüthen kommen.

Als Regel für die Lage der abnormen Blüthen im Raume kann man aussprechen, dass ziemlich allgemein die Mitte der breitgestielten, mit Saftmalen versehenen Kronblätter nach oben, die Mitte der schmalgestielten, gefransten nach unten fällt. In der That schliessen, wenn z. B. drei Kronblätter mit Saftmalen vorhanden sind, dieselben beim Aufblühen etwas dichter zusammen und rücken von den gebarteten Kronblättern weg; sie stellen sich dann so, dass das mittlere von ihnen oben zu liegen kommt, und bilden so eine Art von Oberlippe. Ich bezeichne dies mit voller Absicht als eine Regel, denn natürlich glaube ich nicht etwa, dass die abgeänderten Kronblätter die Drehung der Blüthe bewirken, vielmehr scheint es mir keinem Zweifel unterworfen zu sein, dass die Drehung der Blüthe (ihrerseits wieder verursacht durch das Fehlen des Stützblattes oder einen veränderten Uebergangsschritt von ihm zum sep. 1) das Primäre ist und die veränderte Ausbildung der Kronblätter erst die Folge. Die Stellung der mit Saftmalen versehenen Kronblätter nach oben, der gefransten nach unten hat für die normale Blüthe eine tiefgreifende physiologische Bedeutung, welche in der Anpassung an Insecten-

befruchtung begründet ist, und sie wirkt daher in der abnormen Blüthe noch nach. Darüber am Schlusse noch ein paar Worte.

Wenden wir uns nun zur Umbildung der Kronblätter in den zweispornigen Blüthen. Es wurden in dieser Beziehung 80 Blüthen*) untersucht; in 5 derselben waren (wie in den normalen Blüthen) 2 pet. sup., in 7: $2\frac{1}{2}$, in 57: 3, in 8: $3\frac{1}{2}$, in 2: 4 und in einem Falle: $4\frac{1}{2}$ pet. sup. vorhanden. 5 pet. sup. (vollständige Pelorisation!) fand sich also bei Zweispornen niemals, sondern nur bei Dreispornen. Dabei ergab sich folgendes Allgemeine:

1) Die Umwandlung eines pet. inf. in ein pet. sup. hängt stets mit der Bildung des Nebenspornes zusammen und findet ebenso beständig in dessen unmittelbarer Nähe statt (Fig. 18, 19, 21, 24, 28, 29); niemals ist auf der einen Seite ein Nebensporn gebildet und das ihm benachbarte Kronblatt gefranst geblieben, während das gegenüberliegende Saftmale besitzt.

2) Da der Nebensporn ganz überwiegend häufig vor dem Kronblatte 3 steht, so ist auch allermeist dieses Kronblatt umgestaltet (besitzt also einen breiten Stiel und Saftmale, während es in der normalen Blüthe einen schmalen Stiel und Bartfransen hat, Fig. 18, 28, 29).

3) In den seltenen Fällen, in welchen der Nebensporn vor Kronblatt 4 steht, ist sofort dieses verändert und dafür das gegenüberstehende Kronblatt 3 seinem Einflusse ganz oder fast ganz entzogen.

4) Bei der sehr grossen Zahl von Fällen, in welchen mit der Bildung eines Nebenspornes zugleich eine Vermehrung der pet. sup. auf Kosten der pet. inf. verbunden war, überraschten die wenigen (5) Fälle um so mehr, in denen eine Blüthe den Nebensporn und doch noch 3 pet. inf. besass. In allen diesen Fällen waren die beiden Sporne in der obern Hälfte der Blüthe ziemlich genähert. In drei Fällen hatte der Hauptsporn noch seine Stellung in der Mitte vor sep. 2 behauptet, und der Nebensporn stand vor dem Einschnitte zwischen sep. 2 und sep. 4 oder sep. 5; zwei dieser Blüthen waren noch dadurch beachtenswerth, dass das vor dem Zwischenraume zwischen beiden Spornen stehende Staubblatt halb petaloidisch ausgebildet war. — Die beiden letzten Blüthen sind aber noch bei weitem merkwürdiger. Bei ihnen war nämlich der Hauptsporn von seiner Stelle vor der Mitte von sep. 2 weggerückt (verschoben) und stand ebenso wie der Nebensporn vor einem Rande von sep. 2. Dieses obere Kelchblatt war sehr stark verbreitert und in seinem Baue einem normalen sep. 4 oder 5 ähnlich geworden. Bei der einen Blüthe, deren Grundriss in Fig. 30 gegeben ist, waren beide Sporen so vollständig gleich gebildet, dass ich nicht zu entscheiden vermochte, welcher Sporn als der Haupt-, welcher als der Nebensporn zu betrachten ist.

Da die Hauptbedeutung der letzterwähnten fünf Blüthen weniger in dem Umstande liegt, dass ihre Blumenkrone trotz der

*) Eine Reihe von Blüthen mit vermehrten oder verminderten, oder theilweise verküppelten Kronblättern bleiben hier ausgeschlossen.

Bildung eines Nebenspornes unafficirt geblieben ist, als in dem Umstande, dass die beiden Sporne in der obern Hälfte der Blüthe einander genähert sind und in den Veränderungen, welche dies in der obern Hälfte des Kelches hervorgebracht hat, so sei es mir erlaubt, noch einen Augenblick bei diesen Blüthen zu verweilen. Es ist bereits oben erwähnt, dass in 11 Fällen beide Sporne oben vor sep. 2 oder vor den Einschnitten zwischen diesem und sep. 4 oder sep. 5 standen*). Aber schon in den Fällen, wenn der Nebensporn mitten vor sep. 4 oder sep. 5 steht, pflegen sich die Blüthen, wenn zugleich der Nebensporn einigermaßen kräftig entwickelt ist, im Raume so zu stellen, dass beide Sporne gleich hoch liegen; es bildet sich also eine neue Zygomorphie des Kelches aus, bei welcher die Mediane durch den Einschnitt zwischen sep. 4 (bezw. sep. 5) und sep. 2 geht und diese beiden Kelchblätter nebst den unter ihnen stehenden Spornen symmetrisch rechts und links von der Mediane liegen. In den weiteren Fällen rückt nun der Nebensporn dem Hauptsporn immer näher. Behauptet der Hauptsporn noch seine Stellung, während der Nebensporn vor den Rand von sep. 2 oder gar vor die Fläche des letzteren rückt, so sind häufig die Eingänge beider Sporne vereinigt und diese Vereinigung kann zuletzt soweit gehen, dass beide Sporne mehr oder weniger, (in zwei Fällen sogar fast ihrer ganzen Länge nach) verwachsen sind, und ihre Höhlen in offener Communication stehen. Diese Annäherung der Sporne ist nun stets von grossem Einflusse auf die Textur von sep. 2, welches dabei sehr viel breiter und zarter wird. Von entscheidender Bedeutung für die Auffassung des Spornes ist nun aber der Umstand, dass der Hauptsporn zuweilen eine andere Stellung einnimmt als in der normalen Blüthe; er steht dann entweder nicht mehr vor der Mitte von sep. 2, sondern schief vor ihm, oder er rückt zuletzt vor den Einschnitt zwischen ihm und einem benachbarten Kelchblatte. Steht dann, wie ich es fünfmal beobachtete, der Nebensporn vor dem einen, der Hauptsporn vor dem andern Rande von sep. 2, so ist eine ganz neue Zygomorphie des Kelches hergestellt, deren Theilungsebene wieder durch die Mitte von sep. 2 geht. — Man wird aber auf Grund dieser Verschiebbarkeit beider Sporne gewiss die Ansicht gerechtfertigt finden, dass dieselben nicht Aussackungen der Kelchblätter selbst sind, dass sie vielmehr aus der verbreiterten Blüthenachse gebildet werden.

Das Aufspringen der Staubbeutel konnte in den abnormen Blüthen mit zwei Spornen 39 mal vollständig oder doch nahezu vollständig verfolgt werden; nur in einem dieser Fälle war es normal, 8mal war es ziemlich normal (mit Vertauschung einzelner Glieder), 30mal dagegen ganz unregelmässig. Da es mir in diesen Fällen nicht gelang, ein allgemeiner gültiges Gesetz zu finden, so unterlasse ich selbstverständlich die Aufzählung der einzelnen Reihenfolgen, möchte aber doch hervorheben, dass auf-

*) Zu diesen 11 Fällen gehörten natürlich die oben erwähnten fünf Blüthen auch.

fallend häufig die beiden besonders charakteristischen Staubblätter 8 und 4 vertauscht sind. — 7 zweispornige Blüten hatten 9 Staubblätter.

Anders verhält sich das Pistill. In der normalen Blüte fällt bekanntlich ein Carpellblatt nach hinten, vor das zweite Kelchblatt, jedoch nicht genau median, sondern um etwa $\frac{1}{30}$ des Blütenumfanges gedreht und zwar bei einer rechtswendigen Blüte nach links, bei einer linkswendigen nach rechts. Von 75 untersuchten zweispornigen Blüten zeigten 25 normale Stellung der Carpelle*); in 22 Blüten zeigte der Fruchtknoten eine noch etwas stärkere Drehung als in der normalen Blüte (in demselben Sinne) 2mal war die Stellung ganz abnorm und 7mal stand ein Carpellblatt median vor sep. 2 und also vor dem Hauptsporne. In neun zweispornigen Blüten war das Pistill viergliedrig und zwar so, dass je ein Carpell (wenn man sep. 2 nach hinten oder oben hält) nach hinten, nach vorn, nach rechts und nach links fiel, dass also die Furchen ihnen schräg diagonal verliefen.

Ich schliesse dieser Betrachtung der zweispornigen Blüten die Beschreibung einiger besonders interessanten aber ganz abweichend gebauten Blüten an.

Fig. 17 giebt den Grundriss einer dimeren zweispornigen Blüte, welche vorzugsweise Beachtung verdient. Sie fand sich an einem kräftigen Stengel (oder Zweige), der unten zahlreiche normale Blüten in den Achseln von Laubblättern, nach oben aber folgende Verzweigung zeigte:

- a) Blüte ohne Stützblatt (Divergenz vom letzten Laubblatte: $\frac{1}{4}$)
- b) normale Blüte in der Achsel eines Laubblattes (Div. gegen a: $\frac{5}{8}$),
- c) dreispornige aber fehlgeschlagene Blüte ohne Tragblatt (Div. $\frac{1}{4}$),
- d) kräftiger Zweig ohne Tragblatt (Div.: $\frac{1}{4}$),
- e) dimere zweispornige Blüte ohne Tragblatt (Div.: ca. $\frac{3}{5}$)
- f) zweispornige Blüte ohne Tragblatt (Div.: $\frac{1}{1}$),
- g) verkrüppelte, anscheinend normale Blüte ohne Tragblatt (Div.: $\frac{1}{1}$),
- h) normale Blüte ohne Tragblatt (Div.: $\frac{1}{8}$),
- i) Zweig in der Achsel eines Tragblattes (Div.: $\frac{1}{3}$).

Fast zwischen diesem Zweige und der (noch nicht weiter entwickelten) Hauptachse in derselben Höhe ein kräftiger Nebenspross; ausserdem zwischen f und i auf der Achse zahlreiche wenig vorspringende Zellgruppen, offenbar die Anlagen überzähliger Triebe. Die Internodien zwischen a und i waren in regelmässiger Weise entwickelt. — Die dimere Blüte e besitzt (Fig. 17) zwei seitliche Kelchblätter, zwei median nach vorn und hinten fallende Kronblätter mit Saftmalen und ohne Fransen, zwei

*) Bei der in den allermeisten Fällen stattfindenden Drehung der Blüten gegen die Achse kann hier mit dem Ausdrucke: „normale Stellung“ natürlich nur die Orientierung innerhalb der Blüte gemeint sein; am Einfachsten bezieht man das Pistill auf sep. 2.

median gestellte Sporne, vier vor den Kelchblättern und den Kronblättern stehende Staubblätter und ein dreigliedriges schräg orientirtes Pistill. Es ist sehr interessant, dass bei den dimeren spornlosen Pelorien, welche an einer andern Stelle dieser Arbeit beschrieben sind (vergl. Fig. 5) die Kelchblätter stets median nach vorn und hinten lagen, dass also der ganze Grundriss dieser Blüthen um 90° gegen den Grundriss der gespornten dimeren Blüthe gedreht ist. Es bestätigt sich also hier wieder, dass mit einer veränderten Einsetzung der Blüthe sofort der Bau derselben verändert ist. Die gespornte dimere Blüthe ist sehr eng gebaut; die Kelchblätter sind steil aufrecht und lassen für die innern Organe wenig Raum zur Ausbreitung; die ungespornten Pelorien sind im Gegensatz dazu stark ausgebreitet. Der obere Sporn der in Fig. 17 dargestellten Blüthe ist 15 mm. lang und besitzt in 5 mm. Länge eine seitliche Aussackung, der untere Sporn dagegen ist 14 mm. lang*).

Ferner ist die zweispornige Blüthe (Fig. 18) mit umgekehrter Orientirung gegen die Achse besonders zu beachten. Sie ist so vollkommen symmetrisch gebaut, dass sie durch die Mediane genau halbirt wird, dabei ist aber die Stellung der Staubblätter so verändert, dass zwei derselben in die Mediane fallen (was mir sonst bei Blüthen mit acht Staubblättern niemals vorgekommen ist), beide Sporne stehen mitten vor den Kelchblättern, welche so übereinstimmend gebaut sind, dass ich nicht bestimmen konnte, welches von ihnen sep. 2 ist; der rechte Sporn ist 22, der linke $18\frac{1}{2}$ mm. lang. Räumlich lag die Blüthe so, dass die beiden Sporne das höchste Niveau einnahmen, dass also die gefransten Kronblätter unten lagen und die Staubblätter nach ihnen hin gebogen waren.

Endlich erwähne ich noch eine zweispornige, deckblattlose Blüthe, deren Sporne bis auf $\frac{2}{5}$ der Länge verwachsen und fast gleich lang sind; bei ihr fallen zwei Kelchblätter (vor denen die Sporne stehen) der Achse zu und liegen zu gleicher Zeit im Raume nach oben; sie sind so gleichmässig ausgebildet, dass ich nicht zu bestimmen vermochte, welches als sep. 2 zu betrachten ist (nach dem Baue der Spitze wäre dies doch wohl möglich gewesen, wenn ich dieses Kennzeichen schon damals gekannt hätte); ein Kelchblatt fiel von der Achse weg und räumlich nach unten**). 3 Kronblätter mit Saftmalen standen oben; von den beiden untern

*) Eine einspornige dimere Blüthe hatte kein Stützblatt und war gegen die Achse gerade umgekehrt gestellt. Ihre beiden Kelchblätter standen seitlich, die Kronblätter median; das über dem Sporn stehende besass Saftmale und keine Fransen, das entgegengesetzte (räumlich nach unten fallende) war auf der linken Seite wie ein pet. sup., rechts wie ein pet. inf. gebaut; ausserdem war aber noch ein schmales linkes Kronblatt (ohne Fransen, aber mit schwachen Saftmalen) da, dessen Ränder nach unten hin so verdickt waren, als wollten sie dort Pollenfächer bilden. Die Blüthe enthielt 4 Staubblätter (vor den Kelchblättern und Kronblättern) und ein normales dreigliedriges Pistill.

**) Diese Blüthe hat also sehr grosse Aehnlichkeit mit der von Freyhold abgebildeten und beschriebenen „heterotaktischen“ Pelorie.

hatte das eine an beiden Seiten, das andere nur an dem einen (untersten) Rande Fransen.

d) Dreispornige Blüten.

Diesen äussersten Fall der Vermehrung der Sporne (mehr als drei sah ich niemals) fand ich zehnmal (vergl. Fig. 14, 15, 16). In drei Fällen wurden mir die Blüten abgebrochen gebracht; in den sieben anderen Fällen fehlte das Tragblatt der Blüthe, obwohl dieselbe seitlich an der vegetativen Achse sass.

Die Wendung der Kelchspirale konnte leider nur dreimal ermittelt werden und erwies sich einmal als wahrscheinlich, zweimal als sicher linkswendig (die Stellung der Fruchtblätter, sowie die Reihenfolge der Dehiscenz der Staubblätter verliert bei diesen hochgradig umgestalteten Blüten ihre Bedeutung für die Ermittlung der Richtung der Blattspirale — es wird daher künftig besonders auf den Bau der Spitzen der Kelchblätter zu achten sein, um die Richtung zu ermitteln, ein Kennzeichen, auf welches ich aber erst gegen Ende der Untersuchungszeit aufmerksam wurde). — Eine Blüthe war völlig verkrüppelt und muss daher für das Nachfolgende ausser Acht bleiben, eine andere Blüthe hat nur 4 Kelchblätter, 3 Kronblätter (pet. sup.), 6 Staubblätter und 3 Fruchtblätter; auch sie lässt sich daher mit den folgenden nicht vergleichen.

Von den übrigen (8) Blüten hatten drei lauter Kronblätter mit Saftmalen (waren also in der Krone völlig pelorisch, aber gerade entgegengesetzt als die spornlosen Pelorien!), 2 hatten $4\frac{1}{2}$ Kronblätter mit Saftmalen (also nur noch an einem Kronblatte Fransen), 1 hatte 4 Kronblätter mit Saftmalen, (und ein an beiden Seiten gefranstes Kronblatt; Fig. 14) 1 hatte 3 Kronblätter mit Saftmalen und an den beiden übrig bleibenden waren die äusseren Ränder auch ungefranst (also nur die einander zugewendeten Ränder gefranst!), die letzte endlich (Fig. 16) hatte 3 Kronblätter mit Saftmalen und 2 Kronblätter mit Fransen. Dieser ausserordentlichen Mannichfaltigkeit in der Bildung der Krone steht die grosse Gleichmässigkeit der Staubblätter und Fruchtblätter gegenüber; nur die Blüthe mit 4 Kronblättern mit Saftmalen (Fig. 14) hatte 9 stam. und 4 carp. und eine der Blüten mit 5 breitgestielten Kronblättern (Fig. 15) hatte neun Staubblätter, die sechs anderen hatten in regelmässiger Weise 8 stam. und 3 carp.

Die Dehiscenz der Staubbeutel konnte in vier Fällen mehr oder weniger verfolgt werden, nämlich in den drei linkswendigen Blüten und in der eben erwähnten Blüthe mit 4 breitgestielten Kronblättern. Drei dieser Blüten sind in den Fig. 14, 15 und 16 dargestellt, in der vierten befolgte die Dehiscenz (wenn man sich die Staubblätter nach der Verstäubungsfolge in einer normalen Blüthe numerirt denkt) die Reihenfolge: 2, 1, 5, 4, 6, 7, 3, 8. Die Störung des Blütenbaues ist, wie man sieht, so gross, dass diese Reihenfolgen durchaus unregelmässig erscheinen und kein Gesetz mehr erkennen lassen.

Zwei sehr wichtige Punkte sind noch die Orientirung der Blüthe gegen die Achse und die Stellung der Sporne in der Blüthe. Nach dieser Seite ist Folgendes hervorzuheben:

In keinem der in dieser Beziehung sicher constatirten Fälle fiel die Richtung nach der Achse zusammen mit der senkrechten Ebene, welche die Blüthe nach ihrer Orientirung im Raume und nach der Abwärtskrümmung der Staubblätter nahezu symmetrisch theilt; in keinem Falle war der grösste Sporn, den man nach seiner Entwicklung sowohl als nach seiner Stellung unter einem Kelchblatt mit grüner Spitze und starken Wimpern als den Hauptsporn betrachten musste, der Achse zugewendet; er lag entweder seitwärts oder auch ihr gerade gegenüber. Wie ich weiter unten ausführen werde, glaube ich die Ursache der starken Umbildung dieser Blüthen gerade in der Abweichung der Blütenmedianen von der Lothlinie suchen zu müssen, mit der sie in den normalen Blüthen zusammenfällt. — Auch die Vertheilung der Sporne in der Blüthe ist ausserordentlich variabel. Der eine Seitensporn steht immer von dem Hauptsporne entfernt, der andere kann dicht neben dem Hauptsporn stehen, oder auch um nahezu $\frac{1}{3}$ der Blüthe von ihm abstehen. Ich erwähne nur folgende Stellungen:

a) Hauptsporn unter sep. 2; erster Nebensporn vor dem Einschnitte zwischen sep. 3 und 5; zweiter Nebensporn vor sep. 1, jedoch etwas nach sep. 3 zu (Fig. 16).

b) Zwei Sporne rechts und links von sep. 2, der dritte vor dem Einschnitte zwischen einem seitlichen und einem untern Kelchblatte (annähernd so in Fig. 14).

In einer linkswendigen Blüthe (Fig. 15) lagen die beiden grössten Sporne unter den Kelchblättern 1 und 2, und beide waren nach Grösse und Weite so völlig gleich gebaut, dass man danach durchaus nicht entscheiden konnte, welcher dem Sporne einer normalen Blüthe entsprach, der dritte, wenig kleinere Sporn endlich stand vor dem Einschnitt zwischen sep. 3 und sep. 5 und war fast eben so gross, als jeder der beiden andern.

Bei so starker Ausbildung der Nebensporne, wie sie eben erwähnt wurde, schliesst die Blüthe sich in Folge der fast aufrechten Kelchzipfel viel mehr zusammen als im normalen Zustande (während die spornlosen Blüthen umgekehrt sperrig ausgebreitet sind!). Kelch und Krone erscheinen dann auf den ersten Blick fast actinomorph, aber in ganz anderer Weise als bei den spornlosen Pelorien. Für die Kronblätter geht dies aus der vorstehenden Betrachtung sofort hervor; für die Kelchblätter aber möchte ich doch noch besonders hervorheben, dass sie bei zurücktretender Spornbildung schmaler und derber, bei vermehrter Spornbildung aber breiter und zarter werden.

e) Ohrbildung.

Eine sehr eigenthümliche Bildungsabweichung, welche ich wegen der auffallenden Aehnlichkeit des entstehenden Gebildes mit der Ohrmuschel eines menschlichen Ohres kurz als Ohrbildung

bezeichnen möchte, tritt ein, wenn ein Kelchblatt mit einem der vor ihm stehenden Blumenblätter verwächst (Fig. 10). Ich beobachtete diese Bildungsabweichung 18 mal und zwar 17 mal an einspornigen und ganz normal inserirten und normal (gegen die Achse und gegen den Raum) orientirten*) und 1 mal an einer zweispornigen Blüthe ohne Deckblatt. Unter jenen 17 Fällen waren fünf mit linksseitiger und zwölf mit rechtsseitiger Ohrbildung (diese Bezeichnung so verstanden, dass man in die geöffnete Blüthe hineinsieht und dann die Ohrbildung zur Linken, bezw. zur Rechten vor sich hat). Unter den Blüthen mit rechtsseitiger Ohrbildung ist eine mit 6 Kelchblättern, 9 Staubblättern und 4 Fruchtblättern; scheiden wir diese zunächst aus, so ist, was mir höchst bedeutungsvoll zu sein scheint, fast stets das fünfte (in der Kelchspirale den höchsten Platz einnehmende) Kelchblatt mit dem vor ihm stehenden dritten Kronblatte verwachsen. Ein Blick auf die Grundrisse von normalen Blüthen (Fig. 3, 4) wird dies ohne Weiteres klar machen. Dass es das höchste Kelchblatt ist, welches mit dem Blumenblatte verwächst, beweist auf das Neue, dass die Kelchblätter in einer ächten Spirale stehen, in welcher also sepalum 5 näher an die Kronblätter herantritt, als die übrigen Kelchblätter. — Das verwachsene Organ entsteht nun dadurch, dass die nach der untern Blüthenhälfte gerichtete Hälfte von sepalum 5 und die nach oben gerichtete Hälfte von petalum 3 nicht ausgebildet werden und die in Folge hiervon benachbarten Ränder beider Organe mit einander verwachsen. Hierdurch wird das sehr zarte, beim Aufblühen sich stark ausdehnende Kronblatt an das derbe, sich sehr wenig ausdehnende Kelchblatt gekettet und ist so genöthigt, nach dem Aufblühen eine ohrmuschelartige Krümmung anzunehmen; das ganze Organ ist in der nach oben gerichteten Hälfte derbes hellgelbes Kelchblatt, in der nach unten gerichteten zartes lebhaft gefärbtes Kronblatt; da das seitliche Kronblatt 3 in der normalen Blüthe an seinen Rändern Fransen besitzt, so hat das ohrförmige Organ solche gleichfalls an seinem kronblattartigen (untern) Rande, nicht aber an dem kelchblattartigen obern Rande (Fig. 10).

Von den erwähnten sechzehn Blüthen sind 12 völlig normal; 4 von ihnen sind linkswendig; sie haben also auch linksseitige Ohrbildung (da sep. 5 eben auch links liegt); 8 sind rechtswendig und haben demgemäss auch rechtsseitige Ohrbildung (Fig. 10). Die 13. Blüthe hat linksseitige Ohrbildung bei rechtswendiger Blattspirale; ein Blick auf das Diagramm (Fig. 10) einer rechtswendigen Blüthe lehrt nun ohne Weiteres, dass in diesem Falle das 4. Kelchblatt mit dem vor ihm stehenden 4. Kronblatte verwachsen ist; der äussere Bau des ohrförmigen Organes unterschied sich aber hierbei in Nichts von dem in den andern Fällen. Die Blüthe verrieth aber doch insofern eine etwas tiefere Störung, als gleichzeitig das vor dem andern Rande des sepalum 4 stehende

*) Nur eine dieser Blüthen war bereits abgepflückt, und es konnte daher die Anwesenheit eines Deckblattes bei ihr nicht mehr constatirt werden.

petalum 2 spurlos fehlte (möglicher Weise hatte also sep. 4 mit seinem linken obern Rande einen Druck nach innen ausgeübt und hierdurch das Fehlschlagen von pet. 2 bedingt).

Von den drei in den andern Organen nicht völlig normalen Blüten hatte die eine nach dem Kelche*) zu urtheilen rechtswendige Blüthe das Pistill so gestellt, wie in einer links-wendigen Blüthe, ein Fall, der mir sonst nur noch einmal (bei einem Einsporn mit seitlicher Vorwölbung des Kelches) vorgekommen ist, die zweite zeigte Abweichungen in Bau und Stellung der Staub- und Fruchtblätter, die dritte endlich zeigte völlig umgekehrte Orientirung gegen Achse und Tragblatt. Diese beiden Blüten werden also noch in einem anderen Zusammenhange zu erwähnen sein. — Es bleibt aber noch die Blüthe zu betrachten, welche zwei Sporne und ausserdem Ohrbildung besass. Sie stand, wie ja meistens die zweispornigen Blüten, nicht in der Achsel eines Tragblattes. Sie war linkswendig; der Nebensporn stand vor dem Einschnitte zwischen Kelchblatt 1 und 4, also auch vor dem Kronblatt 4, welches den Bau der obern Kronblätter angenommen hatte und etwas nach oben verschoben war. Die Ohrbildung aber fand zwischen Kelchblatt 3 und Kronblatt 1 statt (also dem in der Kronspirale am niedrigsten stehenden, dem Kelche zunächst stehenden Kronblatte), glich aber äusserlich durchaus der sonstigen Ohrbildung. Die Stellung der Blüthe gegen die Achse konnte nicht ermittelt werden, da sie leider, ehe dies geschehen war, abgepflückt wurde; räumlich war sie so orientirt, dass Kronblatt 2 nach oben fiel und demnach das Kelchblatt 2 nebst dem Hauptsporne etwas aus der Mediane nach links gerückt war. Ein Karpellblatt stand gerade vor dem Hauptsporne. Da überdies der Nebensporn umgestülpt war, so vereinigte diese eine Blüthe eine ganze Reihe interessanter Bildungsabweichungen.

f) Sechsgliedrige Blüthe mit zwei Spornen.

Eine sechsgliedrige Blüthe mit zwei Spornen (Fig. 24) verdient besondere Erwähnung.

Sie stand in der Achsel eines Laubblattes, aber in umgekehrter Stellung, so dass der Hauptsporn gerade über das Laubblatt fiel. Räumlich lag aber der Hauptsporn oben, und werde ich deshalb in der Beschreibung die Ausdrücke oben und unten in diesem Sinne verwenden, da dies weit anschaulicher ist. Das über dem Sporne stehende Kelchblatt (sep. 2) war ziemlich schmal, derbe gebaut, mit grüner Spitze und an beiden Seiten mit Wimpern versehen, neben ihm stehen zwei sehr breite und zarte Kelchblätter; die drei nach vorn (unten) gerichteten Kelchblätter sind alle drei schmal gebaut, die beiden seitlichen von ihnen lagen in der Knospe ausser. Von den sechs Kronblättern stehen die beiden obern oberhalb des Spornes und von den übrigen getrennt; die vier untern sind nach unten nahe zusammengedrückt; das am

*) Die Staubblätter hatten angefressene Beutel, und konnte daher ihre Succession nicht ermittelt werden.

meisten nach rechts stehende ist nach dem Typus der obern gebaut, jedoch nur halb so breit, als diese; es besitzt an seinem untern Rande den kleinen Ansatz eines Staubbeutels, jedoch ohne reifen Blütenstaub. Die Blüthe hat neun Staubblätter; vor dem Sporn stand kein Staubblatt, ebenso unten in der Mediane keins; die neun vorhandenen waren nicht ganz gleichmässig vertheilt, indem vier in der linken, fünf in der rechten Blüthenhälfte standen. Acht Staubbeutel waren bei Auffindung der Blüthe bereits verstäubt; das oberste rechte stäubte zuletzt. Das Pistill war das normale Pistill einer rechtswendigen Blüthe.

Merkwürdig war der Nebensporn, der ungefähr in der Mitte der rechten Blüthenhälfte stand. Er war nicht allein völlig umgestülpt, sondern auch solide und bandartig flach*).

g) Zweispornige Blüthe mit fünf Staubblättern.

Eine der zweispornigen Blüthen ohne Stützblatt verdient hier noch besonders erwähnt zu werden. Sie ist linkswendig, der Nebensporn steht vor der untern Hälfte von sep. 5 (nicht vor dem Einschnitte zwischen sep. 3 und 5); das neben dem Nebensporn stehende pet. 3 besitzt keine Fransen, ist vielmehr ganz nach dem Typus der pet. sup. gebaut, so dass die Blüthe also 3 pet. sup. und 2 pet. inf. besitzt. Das Merkwürdigste an der Blüthe ist aber, dass sie nur 5 Staubblätter besitzt, welche genau vor den Kelchblättern stehen; eins dieser Staubblätter steht vor dem Sporne (also in der Medianebene), an welcher Stelle in der normalen Blüthe das Staubblatt fehlt. Wir haben demnach hiernach den wichtigen Fall, dass die 5 Kelchstamina vorhanden waren, die Kronstamina aber spurlos fehlten, ein Fall der offenbar sehr dafür spricht, dass die acht Staubblätter von *Tropaeolum* als gebildet aus zwei fünfgliedrigen Wirteln aufzufassen sind, wobei dann zwei derselben schwinden.

h) Einspornige tetramere Blüthen.

Zwei einspornige tetramere Blüthen verlangen genauere Beachtung. Die erste (Fig. 26) war normal inserirt und stand wie die normalen Blüthen in der Achsel eines Laubblattes. Die vier Kelchblätter standen diagonal, doch waren die beiden obern bemerklich breiter als die untern, das untere linke Kelchblatt hatte eine derbe grüne Spitze und an beiden Seiten derselben Wimpern; es ist also das äusserste, und halte ich hiernach, wie nach der Stellung des Pistills die Blüthe für rechtswendig. Die neben ihm stehenden Kelchblätter besitzen an einer Seite der Spitze Wimpern und sind daher als sep. 2 und 3 zu betrachten, doch habe ich nicht entscheiden können, welches sep. 2 und welches sep. 3 ist; das obere rechte Kelchblatt (mit zarter Spitze) ist zweifellos sep. 4. Die Krone

*) Aehnlich muss die in Kelch und Krone hexamer gebaute Blüthe gewesen sein, welche v. Voith in der Flora 1831, pag. 717 beschreibt. Sie hatte drei breitere Kelchblätter oben, drei schmalere unten, zwei obere Kronblätter mit Saftmalen, vier untere mit Fransen und neun Staubblätter (das überzählige unten median). Der Sporn war umgestülpt.

ist vierblättrig, und stehen ihre Blätter rechts und links, sowie median vorn und hinten; nur das oberste Blatt hat Saftmale und einen breiten Stiel, die drei anderen haben gefranste Ränder und schmale Stiele; sie schliessen zu einer Art Unterlippe zusammen. Die Staubblätter stehen ziemlich genau vor den Mitten der Kelchblätter und der Kronblätter, doch fehlt das nach unten (vorne) über das mediane Kronblatt fallende. Die Aufeinanderfolge des Aufspringens entspricht nicht derjenigen einer normalen Blüthe. Das Pistill ist normal. — Man beachte bei dieser Blüthe besonders, dass der Sporn in der untersten Parthie der Blüthe liegt, dem zufolge aber mitten vor dem obern Blumenblatte, nicht vor einem Kelchblatte steht. Wollte man ihn auch in diesem Falle als aus den beiden obern Kelchblättern gebildet ansehen, so würde es nicht wohl zu verstehen sein, warum dieser nur aus zwei Blatthälften gebildete Sporn doch ebenso gross ist, als der normale aus einem ganzen Kelchblatte und zwei Blatthälften gebildete. Auch diese Blüthe lässt also die Erklärung des Spornes als die natürlichere erscheinen, nach welcher er eine Aussackung der verbreiterten Blütenachse ist.

Hieran reiht sich eine andere einspornige tetramere Blüthe (Fig. 11). Sie befand sich seitlich, jedoch ohne ein Tragblatt an einem Zweige*). Offenbar im Zusammenhange mit dem Fehlen des Tragblattes ist die Insertion eine andere, als in dem vorigen Falle und zwar gerade entgegengesetzt. Die vier Kelchblätter stehen hier seitlich rechts und links, sowie median nach vorn und hinten, die Kronblätter dagegen diagonal. Die beiden obern Kronblätter sind breitgestielt und mit Saftmalen versehen, die beiden untern schmalgestielt und gefranst. Der Sporn steht in normaler Weise vor dem obersten Kelchblatte. Es sind acht Staubblätter in normaler Stellung vorhanden; die beiden rechten aber sind in ihrem Stiele völlig verwachsen; die Beutel der letztern öffneten sich sehr ungleichzeitig. Beim Auffinden der Blüthe waren bereits fünf Beutel verstäubt; die drei letzten öffneten sich nach der Reihenfolge einer rechtswendigen Blüthe; das normale Pistill aber war gestellt wie in einer linkswendigen Blüthe.

i) Bildungsabweichungen am Sporn.

Das reiche Material, welches mir zur Untersuchung vorlag, bot auch mancherlei Bildungsabweichungen des Spornes dar. Dieselben werde ich indessen meistens nur ganz kurz anführen, da sie zu keinen weitergehenden morphologischen Schlüssen Veranlassung bieten. Zunächst fand ich mehrfache Krümmungen, welche dem Sporne die Form eines Hornes, eines Rollschwanzes oder eines Eichhornschwanzes gaben; hier sind wohl meistens kleine Verletzungen die Ursache, dass die Spannung in der einen

*) Ihr ging eine normale, in der Achsel eines Laubblattes stehende Blüthe voraus, und eine solche folgte ihr auch, dann kam eine zweisepornige scheinbar endständige Blüthe ohne Tragblatt, an deren Grund ein ganz kleines kegelförmiges Achsenende stand.

Seite des Spornes die Oberhand gewinnt. Beachtenswerther sind schon die Aussackungen (6 Fälle), welche meist seitlich an dem Sporne, zuweilen aber auch auf seiner untern Seite stehen, und in zwei Fällen zu einer vollständigen Gabelung des Spornes führten, wenn auch der eine Gabelast kürzer war als der andere.

Eine auffallende Bildungsabweichung bot eine Blüthe dar, deren Sporn nur einen ganz stumpfen gerundeten Höcker von $2\frac{1}{2}$ mm. Länge bildete, während zugleich die vier obern Staubblätter verkrüppelt, alles Andere aber normal war. Die Ursache dieser auffälligen Bildungsabweichung war nicht zu ermitteln. Die Gürtelbildung der Gefässbündel war am Grunde dieses Spornes ganz normal, der Verlauf der in den Sporn eintretenden Gefässbündel einfach bogenförmig; das obere mediane stand mit dem unteren medianen über die Spitze des Spornes hin in Verbindung, wie dies auch in normalen Blüthen der Fall ist, aber auch jedes seitliche obere verlief bogenförmig in das benachbarte seitliche untere.

Die merkwürdigste und zugleich häufigste Bildungsabweichung ist aber die Umstülpung des Spornes, welche ich 34 mal beobachtete, 3 mal an einspornigen, 2 mal an dreispornigen und 29 mal an zweispornigen Blüthen. Diese Umbildung besteht darin, dass der Sporn entweder schon an seinem Grunde oder an irgend einer Stelle seiner Länge (meist aber doch nahe am Grunde) wie ein Handschuhfinger umgestülpt ist. Ist der umgestülpte Theil (wie meistens der Fall) länger als der gerade, so ragt er in Form eines hellgelbgefärbten Hornes in die Blüthe hinein und ist zuweilen so lang als die Staubblätter; seine innere Oberfläche, welche auf dem Horne natürlich die äussere zu sein scheint, ist sehr stark papillös und secernirt so reichlich, dass an der Spitze des Hornes sehr häufig ein Tropfen heller Flüssigkeit hängt. Die Ursache dieser Bildung ist wohl in einer geringeren Bildungs-Intensität des Spornes zu suchen, denn es war sowohl an den 2 dreispornigen (Fig. 16), als an 28 zweispornigen Blüthen (Fig. 19, 21, 28, 29) stets der Nebensporn, welcher umgestülpt war, bei ganz normaler Bildung des Hauptspornes; nur bei einer zweispornigen Blüthe konnte man allenfalls zweifeln, welcher von den beiden Spornen der Hauptsporn war, der gerade vorgestreckte oder der umgestülpte, da sie beide gleich weit waren und die Stellung der Blüthe keinen sichern Anhalt zur Entscheidung darbot.

Besonders merkwürdig sind aber die einspornigen Blüthen mit Umstülpung des Spornes; sie zeigen sämmtlich eine überaus sonderbare Verschiebung des Spornes vor ein Kronblatt und dementsprechend zugleich eine Verminderung der Saftmale, bzw. eine Vermehrung der Fransen an den Kronblättern; die eine Blüthe hat 4, die beiden andern $3\frac{1}{2}$ pet. inf. Hiernach und nach der verminderten Energie der Spornbildung muss man diese Blüthen offenbar als Annäherung an die spornlosen Pelorien betrachten. Die Stellung dieser Blüthen gegen die Achse ist sehr abweichend. Die eine derselben (Fig. 20) ist so gegen die Achse gestellt, dass der Sporn

genau median über das Tragblatt fällt; die Lage der Blüthe im Raume nach ihrer Entfaltung ist aber so, dass der Sporn dennoch die oberste Lage einnimmt. Die beiden andern Blüthen (beide rechtswendig) sind so gedreht, dass der Sporn seitwärts von der durch die Achse und das Tragblatt gelegten Ebene liegt, während die Abwärtskrümmung der Staubblätter parallel dieser Ebene geschieht (Fig. 25).

Ich werde später noch einmal auf die Natur der Sporne zu sprechen kommen, möchte aber doch schon hier darauf aufmerksam machen, dass auch die beobachteten, bald seitlichen, bald unterwärts stehenden Aussackungen bezw. Gabelungen des Spornes gegen seine Zugehörigkeit zu den Kelchblättern sprechen.

k) Abnormitäten in den Staubblättern.

In den vorstehenden Abschnitten habe ich zwar bereits gelegentlich die gefundenen Abweichungen bei den Staubblättern — ich acceptire für ihre Gesammtheit gerne den von Freyhold wieder aufgenommenen Schimper'schen Namen *Conistium* — erwähnt; doch ist die Frage nach ihrer richtigen Stellung eine so schwierige und controverse, dass ich hier die Beobachtungen nochmals zusammenstelle und die hauptsächlichsten zur Frage kommenden Gesichtspunkte hervorhebe.

Das *Conistium* von *Tropaeolum* besteht bekanntlich aus acht Staubblättern, welche in der Blüthe so stehen, dass man naturgemäss zwei obere, zwei rechte, zwei linke und zwei untere unterscheiden kann. In Beziehung auf ihre Stellung sind seit längerer Zeit zwei verschiedene Auffassungen in der Wissenschaft vertreten worden, die eine, am nächsten liegende, dass die acht Staubblätter in einer $\frac{3}{8}$ Spirale angeordnet sind, die andere, dass sie aus zwei Kreisen (jeder aus einer $\frac{2}{5}$ Spirale zusammengezogen) bestehen, von denen der eine episepal ist, der andere epipetal, und von deren zehn Gliedern zwei fehlschlagen. Die directe Beobachtung vermag diese Frage nicht zu lösen, da das Hervortreten der Staubblätter in der Blüthenanlage nicht dem Blattstellungsgesetze folgt (also nicht nach der Stelle sich richtet, welche das betreffende Staubblatt in der Blattspirale einnimmt), sondern der Verstäubungsfolge der Antheren entspricht*). Offenbar hat also hier die Verstäubungsfolge (ein wesentlich physiologischer Vorgang) einen tiefgreifenden Einfluss auf den Entwicklungsgang der Staubblätter gewonnen und die frühere Entwicklung der hernach früher verstäubenden Staubblätter bewirkt. Da also die Entwicklungsgeschichte uns in diesem Falle im Stiche lässt, so sind wir auf Analogien und Beobachtung von Bildungsabweichungen angewiesen.

Der so früh verschiedene P. Rohrbach hat nun in einem schon

*) Vergl. darüber die Beobachtungen von Payer (*Organogénie de la fleur*) Chatin (*Ann des sc. natur.* 4 série, V.) Hofmeister (*Handbuch der physiologischen Botanik*, I., p. 470) und Rohrbach (*Botan. Zeitung*, 1869).

erwähnten sehr beachtenswerthen Aufsätze*) die Gründe für die Annahme einer $\frac{3}{8}$ Stellung oder für die Annahme von 2 fünfgliedrigen Cyclen einer eingehenden Besprechung unterzogen und entscheidet sich für die letztere**). Ich muss mich dieser Ansicht anschliessen und verweise zunächst auf die vorstehend betrachteten spornlosen Pelorien, (Fig. 5—9), auf die doppelspornige dimere Pelorie (Fig. 17) sowie auf die bereits erwähnte doppelspornige Pelorie mit nur 5 Staubblättern vor den Kelchblättern. Wer diese Bildungsabweichungen unbefangen prüft, wird gewiss zu der Ueberzeugung kommen, dass bei *Tropaeolum* zwei fünfgliedrige Cyclen von Staubblättern vorhanden sind. Hierbei fragt es sich weiter, welche beiden Staubblätter dann in der normalen Blüthe fehlen. Nach der älteren Röper-Wydler'schen Ansicht sollten es die beiden median stehenden Staubblätter (das obere vor sep. 2 stehende und das untere vor pet. 1) sein, welche fehlschlagen, und in der That wäre es ja begreiflich genug, dass das obere, vor dem Sporne stehende Staubblatt (stam. 5 in Fig. 2) sich nicht ausbildete; für das untere freilich liegt ein solcher Grund nicht vor. Nach der anderen Ansicht ist der erste Cyclus (die Kelchstamina) vollzählig vorhanden, von dem zweiten (den Kronstaubblättern) dagegen fehlen die beiden letzten Glieder (also stam. 9 und 10 in Fig. 2), das vor dem Sporne stehende Kelchstamen 5 ist aber überdies in Folge der Spornbildung seitlich (nach pet. 2 hin) verschoben, und überhaupt haben sich die acht vorhandenen Staubblätter gleichmässig in den Raum getheilt. Um bereits Gesagtes nicht noch einmal zu wiederholen, beschränke ich mich hier darauf, zu erwähnen, dass ich mich für die letzte Alternative entscheiden zu müssen glaube und verweise im Uebrigen auf Rohrbach's Arbeit. (Diese Construction führt übrigens zu derselben Numerirung der Staubblätter, wie die Construction nach $\frac{3}{8}$, wie eine Vergleichung meiner Fig. 4 mit der aus Freyhold's Arbeit entnommenen Fig. 2 lehrt)

Ehe ich mich nun zur Aufzählung der beobachteten Abweichungen an den Staubblättern wende, möchte ich noch auf die Vorsicht aufmerksam machen, welche in der Benutzung vieler derselben geboten erscheint. Da die Staubblätter sich in die Peripherie eines das Pistill umgebenden Kreises vollständig und gleichmässig theilen, so ist beim Auftreten eines neunten oder zehnten Staubblattes eine Verschiebung der übrigen unvermeidlich, und man ist daher in einem solchen Falle nicht immer sicher, welches denn nun das hinzu gekommene Staubblatt ist (an seiner Form ist dasselbe ja auch nicht zu erkennen). — Ein weiterer Umstand aber, welcher mich davon absehen lässt, auf die Mehrzahl dieser Abnormitäten weit gehende Schlüsse zu gründen, liegt in dem Umstande, dass die betreffenden Blüthen z. Th. auch in

*) Botanische Zeitung 1869, pag. 833; man findet dort auch die weitere Literatur über diesen Punkt zusammengestellt.

**) Freyhold dagegen zieht, l. c. pag. 21—23, die Annahme einer ächten $\frac{3}{8}$ Stellung vor.

anderer Beziehung stark umgebildet waren, namentlich bedeutende Verschiebungen in ihrem Grundrisse und ihrer Orientirung erfahren hatten. Ich würde daher auf sonst normale Blüthen mit überzähligen oder umgebildeten Staubblättern den grössten Werth legen, solche lagen mir aber nur wenige vor. — Die beobachteten Bildungsabweichungen sind nun folgende:

a) 8 Staubblätter in einer Blüthe mit zwei, oben genäherten, fast ganz gleich ausgebildeten Spornen; zwei Staubblätter median, zwei genau quer, vier diagonal gestellt (also anders als in der normalen Blüthe). Succession des Aufspringens abnorm.

b) 9 Staubblätter in zwei dreispornigen, stark umgebildeten Blüthen (Fig. 14, 15).

c) 9 Staubblätter in der oben beschriebenen hexameren zweispornigen Blüthe (Fig. 24); in der Mediane vor dem Sporne steht kein Staubblatt; die neun Staubblätter sind nicht ganz regelmässig vertheilt, so dass fünf auf der rechten Seite (vor dem Nebensporne), vier auf der linken Seite stehen und das unpaare zwar nach unten fällt, aber nicht ganz in die Mediane.

d) 2 in ihrem Baue nur sehr wenig von den normalen abweichende Blüthen mit 9 Staubblättern, das unpaare Staubblatt steht median nach vorn.

e) 1 ähnlich, aber mit rechtsseitiger Ohrbildung, indem pet. 5 in eine Lücke des Kelches getreten und halb sepaloid geworden ist; die Verstäubung konnte vollständig beobachtet werden und erfolgte im Wesentlichen wie bei einer linkswendigen Blüthe; das unpaare Staubblatt stäubte bereits als zweites; lassen wir es aus, so war die Reihenfolge (vergl. Fig. 4a) folgende: 1, 2, 5, 4, 3, 7, 6, 8.

f) Zwei zehnmännige Blüthen (Fig. 13, 19), die eine Blüthe ein Zweisporn mit Umstülpung des Nebenspornes, die andere einspornig mit seitlicher Vorwölbung des Kelches (in beiden 3 pet. sup. und 2 pet. inf.). In beiden Blüthen war der Raum vor dem Sporne nicht von einem Staubblatte eingenommen. Die Figg. geben über die Dehiscenzfolge dieser Blüthen Aufschluss; in Fig. 19 öffneten sich 4, 5 und 6 innerhalb zwei Stunden, während welcher die Blüthe nicht beobachtet werden konnte, daher ist ihre Succession zweifelhaft; ebenso die von 9 und 10.

g) Zwei zweispornige Blüthen, in welchen das obere rechte petalum in eine dort befindliche Lücke des Kelches eingetreten und halb sepaloid geworden ist; dafür ist das benachbarte (rechte obere!) Staubblatt zur Hälfte petaloid geworden*); dass dieses Organ zuletzt von allen Staubblättern aufsprang, darauf möchte ich keinen allzugrossen Werth legen; es entsprach aber überdies nach seiner Stellung in der einen sicher rechtswendigen Blüthe dem stam. 8; für die andere Blüthe bleibt die Richtung der Spirale zweifelhaft; sie hatte überdies vier Carpelle und neun

*) Freyhold, l. c. pag. 21, fand nur das vor sep. 3 stehende Staubblatt, welches als drittes verstäubt, halb petaloid; hier liegt also ein wesentlich neuer, von Freyhold nicht beobachteter Fall vor.

Staubblätter (ein unpaares gerade vor dem Sporne); das halb petaloide Staubblatt entsprach entweder dem stam. 8 oder stam. 4.

h) Drei rechtswendige zweispornige Blüten mit 9 Staubblättern. Blüten sehr unsymmetrisch gebaut; in dem einzigen Falle, in welchem ein Schnitt durch den Hauptsporn das Conistium symmetrisch theilt, liegt das unpaare Staubblatt dem Hauptsporne gegenüber.

i) Sechs linkswendige zweispornige Blüten, sämmtlich nicht sehr schief gebaut und namentlich das Conistium noch durch einen Schnitt symmetrisch theilbar; das unpaare Staubblatt steht stets dem Hauptsporne gegenüber (Fig. 28). Die Verstäubung konnte viermal beobachtet werden, und es war dieses unpaare Staubblatt einmal das 4 (oder 5.), einmal das 8. und zweimal das 9.

k) Ziemlich zahlreiche Verwachsungen benachbarter Staubblätter, sowie Theilungen der Staubbeutel übergehe ich.

1) Blüten mit viergliedrigem Pistill.

Am Schlusse des Abschnittes über die zweispornigen Blüten habe ich bereits erwähnt, dass in neun derselben das Pistill aus vier Carpellblättern bestand, und dass in allen diesen Fällen je ein Carpellblatt nach hinten, vorn, rechts und links fiel, wenn man sep. 2 (der Stellung der normalen Blüthe entsprechend) nach hinten hielt. Es bleibt nun hier hinzuzufügen, dass ich dieser Bildungsabweichung noch fünfmal begegnet bin und zwar unter den allerverschiedensten Verhältnissen.

a) Tetramere Pelorie ohne Sporn, Carpelle vor den Kronblättern (bereits oben beschrieben, s. Fig. 7).

b) Trimere Pelorie mit fünf Staubblättern: drei vor den Kelchblättern, zwei vor den nach hinten fallenden Kronblättern, Carpelle diagonal gestellt (desgl., s. Fig. 6).

c) Dreispornige Blüthe (Fig. 14) mit 4 pet. sup. und 1 pet. inf.; Orientirung gegen die Achse unbekannt. Die vier, übrigens nicht ganz gleich entwickelten, Carpelle stehen diagonal, wenn man das Kelchblatt welches räumlich oben liegt und wahrscheinlich als sep. 2 zu betrachten ist, nach oben (hinten) hält.

d) Blüthe mit rechtsseitiger Ohrbildung, 6 sep. und 9 Staubblättern. Die vier Carpelle weichen von der medianen und streng seitlichen Stellung um 30° nach rechts hin ab.

e) Schwach entwickelte Blüthe mit verkrüppelten obern Kronblättern und 9 Staubblättern (eins median vor dem Sporne), übrigens normal, die vier Carpelle nahezu median und seitlich gestellt, mit etwa 20° Abweichung nach rechts.

Eine allgemeine Regel für die Stellung viergliedriger Pistille lässt sich hiernach nicht geben, doch bleibt es immerhin beachtenswerth, dass in der grossen Mehrzahl der Fälle die einzelnen Carpelle median und seitlich stehen.

Fünfgliedrige Pistille habe ich nicht gefunden

m) Umgekehrte Stellung der Blüthe.

Ich habe bereits oben bei der Betrachtung der zweispornigen Blüthen darauf hingewiesen, dass ich mehrfach Blüthen von *Tropaeolum* mit völlig umgekehrter Stellung gegen die Achse fand, in der Weise also, dass das charakteristisch gebaute sep. 2 mit dem Sporne nicht nach der Achse zu, sondern nach vorn über das Tragblatt (falls dasselbe vorhanden war) fiel. Es war also hierbei die gewöhnlich hintumläufige Kelchspirale in eine vornumläufige verwandelt. Ich beobachtete diese abweichende Stellung zwölfmal und zwar:

1mal bei der oben erwähnten hexameren Blüthe mit Tragblatt (Fig. 24);

1mal bei einer rechtswendigen Blüthe mit Ohrbildung und mit Tragblatt;

1mal bei einer dimeren einspornigen Blüthe ohne Tragblatt;

4mal bei zweispornigen Blüthen, deren Nebensporn vor dem Einschnitte zwischen sep. 3 und sep. 5 stand, alle vier ohne Tragblatt (Fig. 28);

1mal bei einer einspornigen Blüthe mit Buckelbildung ohne Tragblatt (Fig. 27);

1mal bei einer zweispornigen Blüthe, bei der beide Sporne vor den Rändern von sep. 2 standen und fast völlig gleichgebildet waren, ohne Tragblatt (Fig. 18);

3mal bei normalen Blüthen mit Tragblatt (in einer derselben waren aber 2 pet. inf. schlecht ausgebildet*).

Es versteht sich wohl von selbst, dass man sich bei einer so auffälligen Erscheinung, wie die umgekehrte Insertion einer Blüthe ist, zunächst zu fragen hat, ob nicht etwa durch die Drehung des Blütenstieles der Anschein dieser Stellung entsteht, während sie in Wahrheit normal ist; dies wäre ja besonders bei einem so langen und häufig gebogenen Stiele, wie *Tropaeolum majus* ihn besitzt, eine nicht unwahrscheinliche Fehlerquelle; dem gegenüber muss ich aber bemerken, dass es mir bei aller Sorgfalt nicht gelungen ist, eine solche Drehung zu constatiren. Ich glaube also, wir müssen die Thatsache, dass bei *Tropaeolum* die Blüthenspirale nicht ganz selten vornumläufig ist, wobei überdies der sonstige Bau der Blüthe in einzelnen Fällen nicht weiter gestört ist, als einfache Thatsache hinnehmen, obwohl sie uns ebenso auffällig erscheint, als wenn wir in der Familie der Labiaten Pflanzen begegneten, deren helmartige Oberlippe nach vorn und unten gerichtet wäre. — Physiologisch wird übrigens diese Abweichung bei *Tropaeolum* dadurch ausgeglichen, dass durch Bie-

*) Alle drei Blüthen wurden nur gelegentlich entdeckt, da sie an Zweigen sassen, welche um zweisporniger Blüthen willen (die letzterwähnte übrigens wegen ihrer verkrüppelten pet. inf.) abgepflückt wurden. Ich glaube daraus schliessen zu dürfen, dass diese Erscheinung an normalen Blüthen nicht so selten ist, als man glauben sollte. Sie ist aber nur bei genauer Untersuchung zu constatiren, da die Lage im Raume während der Blüthezeit (welche Lage zunächst in das Auge fällt und immer leicht zu constatiren ist) von ihr ganz unabhängig ist.

gungen des Blütenstieles die sporntragende Parthie der Blüthe doch beim Aufblühen oben, die Parthie mit gefransten Kronblättern nach unten zu liegen kommt.

E. v. Freyhold hat in seiner etwa vor Jahresfrist erschienenen bereits mehrfach erwähnten Arbeit: über Blütenbau und Verstäubungsfolge bei *Tropaeolum pentaphyllum*, einige abnorme Blüten von *Tropaeolum majus* beschrieben, welche er als vornumläufig betrachtet und hat diese Bildungsabweichung als Heterotaxie bezeichnet. Er bildet zugleich auf Taf. I., Fig. 14 eine solche Blüthe ab, bei der allerdings sep. 2 nach vorn gezeichnet ist, während die beiden vorhandenen Sporne nach hinten fallen und zu sep. 1 und sep. 3 gehören. Wir hätten hier einen neuen, ganz ausserordentlichen Fall, der mir unter meinem so sehr reichen Materiale niemals vorgekommen ist, dass nämlich sep. 2 unten vorn, der Sporn (oder die Sporne) aber um 180° von ihm entfernt ganz oben lägen, dass also sep. 2 in gar keinem Zusammenhange mit dem Sporne mehr stände. Ich bin weit davon entfernt, die Möglichkeit eines solchen Vorkommens bestreiten zu wollen, muss aber doch darauf aufmerksam machen, dass der dort gegebene Grundriss, falls nicht die Aufeinanderfolge der Kelchblätter absolut sicher gestellt ist, auch gestattet, dass obere über dem Hauptsporn stehende Kelchblatt (1 nach Freyhold) als sep. 2 zu betrachten. Die Blüthe würde dann mit einzelnen von mir beobachteten rechtswendigen Zweispornen übereinstimmen, bei denen die beiden Sporne oben vereinigt waren. Freyhold sagt im Texte freilich (pag. 27), dass die Deckung und Beschaffenheit der Sepala keinen Zweifel übrig gelassen hätte, dass die Blüten in der That die vornumläufige Kelchorientirung hatten; indessen möchte ich doch darauf aufmerksam machen, dass die Kelchdeckung nur in Knospen leicht zu beobachten, nach dem Aufblühen aber überaus schwierig zu beurtheilen ist; im Bau der charakteristischen Spitze mit ihren Wimpern aber stimmen sep. 1 und sep. 2 ganz überein. Freyhold, dem nicht eine so grosse Reihe von Bildungsabweichungen vorlag wie mir, konnte nicht wohl auf eine andere Erklärung kommen; ich muss aber, ohne sie etwa als unmöglich verwerfen zu wollen, jedenfalls zu Vorsicht und Vergleichung weiteren Materiales mahnen. — Das wirkliche Vorkommen der „Heterotaxie“ bei *Tropaeolum* halte ich durch die hier beschriebenen umgekehrt gestellten Blüten für erwiesen*).

n) Ueber die Natur des Spornes.

Der Sporn von *Tropaeolum* ist ein so eigenthümliches und für den ganzen Aufbau der Blüthe bedeutungsvolles Organ, dass er die Aufmerksamkeit jedes Beschauers auf sich ziehen muss. Man war genöthigt, sich über seine morphologische Natur eine Ansicht zu bilden, und diese ging früher wohl allgemein dahin, dass er ein Anhängsel des Kelches sei. Lagen doch für ihn die Analogien

*) Freyhold hat, wie er mir brieflich mittheilt, eine grössere Arbeit über Heterotaxie unter der Feder.

mit andern Bildungen, z. B. dem Sporn bei *Delphinium*, bei *Linaria*, dem Sporne der *Orchidaceen*, sehr nahe, welche sämtlich Anhängsel der Blattkreise der Blüthe sind. Schwieriger war es indessen, diese Parallele genauer durchzuführen. Um dies einzusehen, braucht man sich nur die Lage des Spornes zu vergegenwärtigen. Sein Eingang nimmt in der obern Hälfte der Blüthe einen sehr grossen Raum ein. Während das Pistill und die Staubblätter unverändert im Mittelpunkte der Blüthe stehen, werden das obere Kelchblatt, so wie die beiden obern eigenthümlich ausgebildeten Kronblätter durch den Sporn weit von dem Mittelpunkte der Blüthe entfernt, und dies ist z. B. bei *Tropaeolum aduncum*, wo der Durchmesser des Spornes noch relativ grösser ist, in noch weit höhern Maasse der Fall. Die seitlichen Kelchblätter (4 und 5) begrenzen mit ihren nach oben gerichteten Hälften die Seiten des Spornes und werden in Folge davon völlig schief. Daher scheint es denn ganz berechtigt, wenn Freyhold, der neueste Vertreter der Kelchnatur des Spornes (l. c. pag. 3), sagt: „Es lehrt aber schon der blosse Augenschein, dass sich an der Spornbildung ausser dem obersten Sepalum auch die beiden diesem benachbarten mittleren betheiligen, — letztere aber nur mit ihrer obern Hälfte. Ich fand es so bei allen mir bisher zugänglichen Arten, nämlich bei *T. pentaphyllum*, *albiflorum*, *tricolor*, *Jaratti*, *azureum*, *brachyceros*, *Moritzianum*, *Lobbianum*, *aduncum minus* und *majus*. Dazu passen auch verschiedene teratologische Beobachtungen. Dickson beschreibt vier abnorme Blüthen von *T. majus*, welche bald rechts, bald links einen accessorischen Sporn zwischen einem der mittleren und einem der vorderen Sepalen hatten. Derselbe war kleiner als der normale, was meiner Meinung noch darauf zurückzuführen ist, dass an der Bildung des überzähligen Spornes sich nur zwei halbe Kelchblätter betheiligten. Der genannte Autor schliesst dagegen aus der Stellung dieser Anhängsel, dass der Sporn von *Tropaeolum* ein Auswuchs der Blütenachse sei. Weniger klar ist eine Beobachtung von Ch. Morren, welcher an einer Blüthe von *T. Moritzianum* drei Sporne fand, einen langen genau vor dem hintersten Kelchblatte, zwei kleinere vor den „seitlichen“. Gleichviel, ob mit letzterer Bezeichnung die zwei mittleren Sepalen gemeint sind oder die zwei vorderen, in jedem Falle sind ihre Sporne aus dem Grunde klein, weil an ihrer Bildung nur beziehungsweise ein halbes oder ein ganzes Kelchblatt Antheil genommen hat, nicht aber wie an der des normalen Spornes gleichzeitig ein ganzes und zwei halbe. Dass sich hiernach fünfspornige Pelorien, welche bisher in dieser Gattung noch nicht beobachtet sind, nur schwer ausbilden können, weil hierbei jedes Sepalum seinen eigenen kleinen Sporn haben müsste, der normale aber gar nicht zur Entwicklung käme, ist einleuchtend — ganz abgesehen von dem Umstande, dass eine solche Pelorie in allen ihren Kelchblättern einen Zustand zum Ausdruck bringen würde, der sich bei keinem Sepalum der normalen Blüthe vorfindet.“

Soweit Freyhold. Ich ersehe aus dieser Stelle, dass bereits

Dickson (der betr. Jahrgang der Schriften der botan. Gesellschaft zu Edinburg steht mir nicht zur Verfügung) durch das Studium von zweispornigen Blüten zu der Ansicht gekommen ist, dass der Sporn eine Aussackung der verbreiterten Blütenachse ist. Auch Röper, der, wie schon Freyhold citirt, in seiner Schrift: *De flor. et. affin. Balsaminearum*, sich in demselben Sinne äussert, wie Freyhold, scheint später von dieser Ansicht zurückgekommen zu sein, da er in seinen Botanischen Thesen, 1872, pag. 25, No. 21 sagt:

„Wenn nicht alle Blumenblätter ein und derselben Blume die gleiche Insertion zeigen wie ihre Staubgefässe (*Tropaeolum*) so mag es hiermit ein gleiches Bewenden haben, wie mit dem sonderbaren Honigrohr der Pelargonien und der scheinbaren Perigynie von *Teesdalia* und *Eschscholtzia*.“

Ich selbst bin, auch ohne die Ansichten dieser Schriftsteller zu kennen, sowohl durch die Erinnerung an den sehr merkwürdigen Sporn von *Pelargonium*, als durch die Anschauung der zahlreichen Bildungsabweichungen zu der immer fester begründeten Ueberzeugung gekommen, dass der Sporn nicht dem Kelche angehört und in keiner directen Beziehung zu den Kelchblättern steht.

Folgendes sind meine Gründe für diese Auffassung. Der Hauptsporn steht zwar gewöhnlich mitten vor sep. 2, der Nebensporn vor dem Einschnitte zwischen sep. 3 und sep. 5, aber beide verändern doch nicht selten ihren Platz; der Nebensporn steht nicht selten vor sep. 5 und zwar sowohl vor seinem untern Rande als (mehr oder weniger genau) vor der Mitte oder vor dem obern Rande; ja er rückt zuletzt vor sep. 2 und vereinigt sich dann, bald nur in seinem Eingange, bald mehr oder weniger in seiner Länge, ja zuweilen fast der ganzen Länge nach, mit dem Hauptsporne (Fig. 18). Der letztere giebt allerdings seine Stellung seltener auf, was ja begreiflich genug ist, da er viel tiefer mit der Gesamtorganisation der Blüthe verbunden ist, als der nur abnorm auftretende Nebensporn; aber auch er kann ganz wesentlich verschoben werden. Wie wir oben sahen, steht er nicht selten schief vor sep. 2 oder rückt zuweilen bis vor einen der seitlichen Ränder desselben (Fig. 18, 21). Versucht man diesen Erscheinungen gegenüber den Gedanken fest zu halten, dass die Sporne aus den Kelchblättern selbst gebildet seien, so sieht man bald, dass man dadurch zu den allerwunderlichsten Combinationen, Vertheilungen der Kelchblätter in den verschiedenartigsten Brüchen auf beide Sporne u. s. w. genöthigt werden würde.

Weiter aber lässt sich bei directer Untersuchung gar kein Theil der Kelchblätter nachweisen, aus welchem die Sporne gebildet sein könnten. Das obere Kelchblatt und ebenso die seitlichen sind, bis zum Eingange des Spornes hin gerechnet, ganz vollständige Organe, den unteren ungespornen Kelchblättern völlig entsprechend. In dieser Beziehung ist die Betrachtung der spornlosen Pelorien überaus lehrreich; bei ihnen sind alle Kelchblätter im Wesentlichen gleich gebaut und zwar so, wie die unteren Kelchblätter der normalen Blüthe; sie entspringen in

gleicher Höhe auf einer schmalen, ringförmig fünfeckigen, das obere Ende des Blütenstieles umgebenden Zone und mit ihnen entsehen sämtliche Kronblätter am äussern Rande dieser Zone (Fig. 23); diese Zone, der Discus der Blüthe, verbreitert sich in der normalen Blüthe auf der obern Seite ganz bedeutend und rückt damit das obere Kelchblatt und die beiden obern Kronblätter weit weg vom Mittelpunkte der Blüthe. (Man erinnere sich nur an eine ähnliche Verbreiterung der Blütenachse in der Blüthe von *Reseda*, welche aber diejenigen Achsenglieder betrifft, welche die Staubblätter tragen, und deren Entwicklungsgeschichte ich zuerst (Botanische Zeitung 1853) kennen gelehrt habe. Diese Verbreiterung nimmt nun freilich ganz die Farbe und Textur der Kelchblätter an; doch aber würde ihre Bedeutung als Theil der Achse leichter erkannt werden, wenn sie nur eine nahezu ebene Verbreiterung oder eine flache napfförmige Vertiefung bildete und nicht sich in ein langes spitzes Anhängsel, den Sporn, verlängerte. — Um eine noch verwandtere Bildung heran zu ziehen, mache ich auf das „Honigrohr“, den „Discus“, oder wie man dieses Organ sonst bezeichnen will, bei der den Kapuzinerkressen nahe stehenden Gattung *Pelargonium* aufmerksam, auf dasjenige Organ, durch welches die Zygomorphie der Blüthe von *Pelargonium* bedingt wird und durch welches hauptsächlich diese Gattung sich von *Geranium* (mit actinomorphen Blüten) unterscheidet. In einer Blüthe von *Pelargonium* nehmen, wie bei *Tropaeolum*, Pistill und Conistium das Centrum der Blüthe ein; oberhalb der obern Staubblätter (zwischen ihnen und dem nach hinten fallenden Kelchblatte) befindet sich eine tief röhrenförmige, seltener flacher grubenförmige Einsenkung, welche auf ihrer Innenseite ebenso wie der Sporn bei *Tropaeolum*, Saft absondert. Durch diese Einsenkung werden, wie bei *Tropaeolum*, die beiden obern Kronblätter, sowie das sehr verbreiterte, sonst aber den andern Kelchblättern ganz gleiche sep. 2 von dem Blüthencentrum entfernt; auch sind die obern Kronblätter anders gezeichnet als die unteren*) und sind so gestellt, dass sie mit dem Rücken der Staubblätter zusammen eine Röhre bilden, welche den Rüssel der besuchenden Insecten nothwendig in das Honigrohr hineinführen muss. Die Gesamtanalogie mit den Verhältnissen bei *Tropaeolum* ist in der That schlagend, obwohl bei dieser Gattung die Dimensionen des Spornes und der Grad der Umänderung ausserordentlich gesteigert erscheinen. Wie kommt es nun, dass Niemand bei *Pelargonium* von einem dem Kelche angehörigen Sporne spricht? Einfach daher, weil dieses Organ hier nicht frei und von dem Blütenstiele losgelöst in den Raum hineinragt, sondern mit dem Blütenstiele organisch vereinigt ist. Man betrachte nur eine

*) Es ist bekannt, wie hartnäckig die Organisation von *Pelargonium* an dieser verschiedenen Zeichnung der pet. sep. festhielt, und welche Schwierigkeiten es der Cultur gekostet hat, diesen Widerstand zu überwinden und die *Pelargonien* mit fünf ähnlich gezeichneten Kronblättern, welche jetzt so beliebt sind, zu erzielen.

Blüthe des als Zimmerzierpflanze so allgemein verbreiteten *Pelargonium inquinans*; hier reicht der Sporn bis zur Hälfte des Blütenstieles und darüber hinaus, oft bis zu seinem Grunde hinab (äusserlich an der rothen Farbe und einer kleinen Anschwellung am Grunde erkennbar). Wollte man hier den Sporn zum Kelche rechnen, so liefe das oberste Kelchblatt auf einem grossen Theile des Blütenstieles hinab; es wäre also bedeutend tiefer inserirt, als die andern, was ebenso widersinnig anzunehmen wäre, als dass sämtliche Kelchblätter da, d. i. in der Mitte oder am Grunde des Blütenstieles, inserirt seien, wo das Nectarium seinen Anfang nimmt. — Bei *Pelargonium* wird hiernach die Auffassung des Nectariums als einer in die Blütenachse eingesenkten Vertiefung kaum beanstandet werden, und ähnlich würde es bei *Tropaeolum* sein, wenn der Sporn seiner ganzen Länge nach im organischen Verbande mit dem Blütenstiele geblieben wäre.

Dass aber der Sporn von *Tropaeolum* in der That in keiner näheren Beziehung zu den Kelchblättern steht, sondern als eine Einsenkung in die einseitig erweiterte Blütenachse zu betrachten ist, dafür mache ich noch besonders den Verlauf der Gefässbündel geltend. Der Sporn erhält nämlich gar keine Gefässbündel aus den Kelchblättern direct, sondern aus einer gürtelförmigen Gefässbündelbildung, welche in dem Discus verläuft. Fig. 22 stellt den Gefässbündelverlauf in einem normalen Sporne von *Trop. majus* dar. Der Sporn ist unten in der Mitte der ganzen Länge nach aufgeschnitten und ausgebreitet; mit ihm sind die drei obern Kelchblätter losgelöst und das ganze Präparat ist darauf zur Aufhellung mit Kalihydrat behandelt. — Der Sporn hat 6 Gefässbündel, ein oberes (a b), ein unteres (in der Figur durch den Längsschnitt gerade halbirtes) und vier seitliche, von denen die höher liegenden (c) kräftiger sind als die tiefer liegenden (d). Das obere und das untere mediane Gefässbündel stehen über die Spitze des Spornes hin in bogenförmiger Verbindung, wie sowohl Längsschnitte, als Querschnitte durch die Spitze des Spornes leicht nachweisen; das untere entspringt direct aus dem Blütenstiele, während das obere, welches als die Fortsetzung desselben betrachtet werden muss, sich bei a dem Gefässgürtel anschliesst, welcher an der Basis der Blüthe liegt und demnach auch die Basis des Spornes umgiebt. Das obere und das untere Gefässbündel des Spornes zusammen entsprechen also dem Gefässbündel a in der fünfgliedrigen Pelorie (Fig. 23), und man wird eine Vorstellung von ihrer Entwicklung aus demselben machen können, wenn man sich vorstellt, dass ab (Fig. 23) aus einem elastischen Faden bestände, und wenn man dann diesen Faden in der Mitte mit einer Pincette fasste und ihn zu einem langen spitzen Zipfel von der Form des Spornes auszöge. — Die obern seitlichen Gefässbündel des Spornes entspringen aus dem Geflechte, welches sich an der Basis der Kronblätter 2 und 5 befindet; sie entsprechen den Gefässbündeln cc im Discus der Pelorie (Fig. 23); die schwächeren seitlichen Gefässbündel

entspringen dicht neben den Gürtelsträngen der Kelchblätter 4 und 5; doch sah ich keinen wirklichen Zusammenhang mit den letzteren. Aus der Betrachtung des Gefässbündelverlaufes im Sporne (Fig. 22) ergibt sich nun ohne Weiteres, dass diese Gefässbündel nicht direct von denen der Kelchblätter abgeleitet werden können; vielmehr entspringen die Gefässbündel der Kelchblätter (und der beiden obern Kronblätter!) in grosser Zahl in dem gürtelförmigen Gefässbündelstrange und verlaufen nach oben, die des Spornes dagegen in sehr geringer Zahl in demselben Gefässbündelstrange und verlaufen nach unten. Die beiden seitlichen Kelchblätter zeigen aber gar keinen directen Zusammenhang ihrer Gefässbündel mit denen des Spornes. — Wollte man aber trotz aller dieser auffallenden Erscheinungen den Sporn als von dem obern Kelchblatte (sep. 2) gebildet auffassen, so müsste man wenigstens auch den beiden obern Kronblättern (pet. 2 und pet. 5) einen Antheil an seiner Bildung zuschreiben. Man käme aber dadurch nur in immer schwierigere und verwickeltere Annahmen hinein.*) — Ueber den Verlauf der seitlichen Gefässbündel will ich noch bemerken, dass dieselben etwa in der Mitte des Spornes sich einander sehr nähern und sich zuletzt vereinigen; unmittelbar unter der Spitze des Spornes endigen sie (wie zarte Querschnitte lehren), ohne in eine Verbindung mit einem der beiden medianen Gefässbündel einzutreten. Wie völlig verschieden hiervon ist der Verlauf der Gefässbündel in der Blumenkrone und dem sicher der Krone angehörenden Sporn von *Linaria vulgaris*! Hier ist von einem Gefässgürtelstrange keine Rede; die Gefässbündel treten vielmehr unmittelbar aus dem Blütenstiele in die Kronröhre ein; die zum Sporne gehörigen biegen sich sofort in den Sporn hinein und verlaufen dann, unter einem spitzen Winkel zurückkehrend, in die eigentliche Kronröhre. — In den unzähligen Spornen von *Tropaeolum* ist der Gefässbündelverlauf ziemlich verschieden; gewöhnlich tritt ihr medianes Gefässbündel in das Geflecht am Grunde eines Kronblattes ein, die seitlichen Gefässbündel sind oft schwach ausgebildet oder fehlen auch wohl ganz. Ein näheres Eingehen auf diese Verschiedenheiten dürfte aber wohl kaum geboten erscheinen.

Für die Bildung des Discus der Blütenachse besonders lehrreich ist nun noch Fig. 23, welche, wie bereits erwähnt, den Querschnitt durch den Blütenboden der vollkommenen fünfgliedrigen Pelorie in fünffacher Vergrösserung darstellt, und auf welche ich, obwohl sie eben bereits im Texte erwähnt wurde, noch etwas näher eingehen möchte.

Hier ist, da der Sporn fehlt, jeder Unterschied zwischen oben und unten fortgefallen. Der schwarze Kreis in der Mitte ist der eigentliche Gefässbündelkreis des Blütenstieles; er bleibt noch oberhalb dieses Schnittes geschlossen, bis er die Gefäss-

*) Bei *Tropaeolum aduncum* müsste man annehmen, dass auch die beiden seitlichen Kelchblätter ganz (mit ihrer ganzen Breite) an der Bildung des Spornes Antheil nähmen.

bündel an die Staubblätter und Fruchtblätter abgiebt. Um diesen Kreis herum ist die schmale Scheibe des Blütenbodens ausgebreitet; sie bildet ein äusserst zierliches und regelmässiges Sternfünfeck, dessen Ecken den Insertionspunkten der fünf Kronblätter, dessen Seiten der Basis der fünf Kelchblätter entsprechen. Von der Mitte aus laufen zehn Gefässbündel nach den Mitten der Kelchblätter und der Kronblätter, aber sie treten nicht direct in diese Organe ein, sondern vereinigen sich zunächst zu der so äusserst regelmässigen Gefässgürtelbildung. Kelchblätter und Kronblätter entspringen erst oberhalb dieses Gefässgürtels; innerhalb desselben ist nur eine scheibenförmige Ausbreitung der Achse vorhanden. Diese scheibenförmige Ausbreitung der Achse kann in jeder normalen Blüthe vor den unteren Kelchblättern (sep. 1 und sep. 3) noch leicht erkannt werden; sie entspricht hier vollkommen der Bildung, wie unsere Figur sie zeigt; in der obern Hälfte der Blüthe bildet sich aber aus ihr der Sporn. Zu diesem Behufe entfernt sich die Basis von sep. 2 sammt den beiden ihm benachbarten Kronblättern ganz bedeutend von dem mittleren Gefäss-Cylinder und die auf diese Weise ausserordentlich vergrösserte Fläche a spitzt sich (s. o.) zu dem lang trichterförmigen Sporne zu.

Nach diesen Darlegungen glaube ich zu dem Ausspruche berechtigt zu sein, dass der Sporn eine Aussackung des einseitig vergrösserten Blütenbodens ist.

o) Phylogenetische Bemerkungen.

Die betrachteten Erscheinungen drängen unwillkürlich die Frage nach der Entstehung der merkwürdigen Blütenform von *Tropaeolum* auf; vielleicht, dass das reiche vorliegende Material uns einen Blick auf die Genesis derselben eröffnet. Zu diesem Zwecke werden wir uns zunächst die wichtigsten Beziehungen zu vergegenwärtigen haben, welche auf die normale Blüthe von *Tropaeolum* einwirken; es sind vorzugsweise die folgenden:

- a) Beziehung der Blüthe zur Achse und zum Tragblatte;
- b) Orientirung der Blüthe im Raume (also gegen die Schwerkraft);
- c) Anpassung der Blüthe für Insectenbefruchtung.

In der letzten Beziehung sei nur kurz auf Folgendes hingewiesen. Die obern Kronblätter dienen in Folge ihrer Stellung oberhalb des Spornes und der stark ausgebildeten Längsstriche*) (Saftmale) als ausgezeichnete Wegweiser nach dem Eingange des Spornes, bezw. nach der in dem Sporne enthaltenen Flüssigkeit. Aber diese Flüssigkeit kann nur von einfliegenden Insecten, z. B. Hummeln, erlangt werden. Insecten, welche auf den nahezu horizontal vorgestreckten Platten der untern Kronblätter landen und nun kriechend in die Blüthe einzudringen versuchen, werden unbedingt von den steifen Fransen, welche oft geradezu in ein-

*) Solche Saftmale finden sich sogar auch auf der inneren Seite der den Eingang des Spornes umgebenden Kelchblätter.

ander greifen, zurückgewiesen. Hinter den Fransen liegen nun in der ersten Zeit die Staubbeutel verborgen. Es ist ja längst bekannt, dass die Staubblätter und der Griffel beim Aufblühen der Blüthen nach unten und zugleich etwas seitwärts gebogen sind. In regelmässiger Reihenfolge erheben sie sich, strecken sich gerade, öffnen ihre Beutel im Niveau der Fransen oder noch etwas höher und bieten so den eindringenden Insecten ihren Blüthenstaub theilweise zum Raube, theilweise zum Fortschleppen mit der untern Seite des Körpers, den Beinen u. s. w. dar. Haben alle Staubblätter gestäubt, so öffnet sich die Blüthe viel weiter; die untern Kronblätter biegen sich mehr nach aussen; sie haben nun Nichts mehr zu beschützen; im Gegentheile, es ist wünschenswerth, dass die jetzt vorgestreckte und nun erst befruchtungsreife Narbe für die Befruchtung frei liege.

Die Form der normalen Blüthe wird nun durch das Zusammenfallen der Halbirungsebene des Tragblattes und der Achse, der senkrechten Ebene und der symmetrischen Theilungsebene der Blüthe bedingt. Tritt hier irgend eine Incongruenz auf, fallen z. B.: die beiden ersten Ebenen nicht zusammen, so ist auch sofort die Symmetrie der Blüthe gestört, und die Anpassungsverhältnisse machen sich auf die merkwürdige Weise geltend, wie wir dies vorstehend in den seltsamen Formen der abnormen Blüthen kennen gelernt haben. Es ist dabei gewiss sehr beachtenswerth, dass die Stellung im Raume diejenige Eigenthümlichkeit ist, welche unter allen Fällen am hartnäckigsten festgehalten wird. Niemals sah ich eine Blüthe, deren gefranste Kronblätter oben im Raume gelegen hätten, deren Staubblätter also auch vor dem Verstäuben nach oben gekrümmt gewesen wären; stets nahmen die mit Saftmalen versehenen Kronblätter die oberen Parthien der Blüthe ein. Ebenso liegt der Hauptsporn stets in der obern Parthie, wenn auch nicht immer gerade in der Mittellinie; höchstens wird er in zweispornigen Blüthen so weit seitlich verschoben, dass er in gleiche Höhe mit dem Nebensporne zu liegen kommt. Diese Lage hält der Hauptsporn weit hartnäckiger fest, als seine Beziehung zu Kelchblatt 2 und den beiden benachbarten Petalen (vergl. Fig. 20, 21, 25). — Wir sehen also hier auf das Bestimmteste, dass die offenbar erst spät erworbene, der Insectenbefruchtung dienende, also rein physiologische, Lage im Raume hartnäckiger festgehalten wird, als die in der Abstammung begründete, morphologische Anordnung der Blüthentheile, bezw. ihre Stellung zur Achse. Auch darin zeigt sich das tiefe Eingreifen der physiologischen Beziehungen, dass, wenn drei Kronblätter mit Saftmalen versehen sind, dann diese Kronblätter nach oben zusammenrücken und eine Art von Oberlippe gegenüber den nach unten gerichteten gefransten Kronblättern bilden. Die umgewendeten, sonst aber normalen Blüthen, beweisen überdies, dass die Fransenbildung nicht nothwendig an die morphologisch untere Blüthenhälfte, die Bildung der Saftmale nicht an die obere Hälfte gebunden ist. — Dieser Incongruenz der topischen und der physiologischen Verhältnisse gegenüber zeigt sich aber auf das Bestimmteste

dass Spornbildung und Anwesenheit von Saftmalen auf den benachbarten Kronblättern (nebst Fehlen der Fransen) auf das Innigste verknüpft sind, Unterdrückung der Spornbildung dagegen mit Fransenbildung und Verschmälerung der Kronblattstiele.

Da die Zygomorphie einer Blüthe offenbar eine weiter vorgeschrittene specielle Ausbildung derselben darstellt, und dies in noch höherm Grade von der Ausbildung eines speciell angepassten Spornes gilt, da also die actinomorphen Blüthen eine einfachere Form derselben darstellen, so haben wir bei der Frage nach der Entstehung der Blüthe von *Tropaeolum* uns nach einer actinomorphen Blüthe umzusehen, aus welcher sie sich entwickelt haben kann. Einen solchen Typus haben wir nun offenbar in der spornlosen Pelorie (Fig. 9) vor uns. Diese Blüthenform wird zuerst wohl kaum Fransen an den Kronblättern gehabt haben, denn Fransenbildung hatte erst dann Bedeutung, als die gesetzmässigen Bewegungen der Staubblätter eintraten. Als älteste Stammform haben wir uns wohl eine actinomorphe Blüthe mit 10 Staubblättern zu denken; sie wird mehr oder weniger horizontale Stellung im Raume gehabt haben. Mit der mehr und mehr eintretenden senkrechten Stellung musste die Zygomorphie beginnen. Ob nun gleichzeitig alle die tiefgreifenden Umgestaltungen begannen, oder ob sie nach und nach auftraten, darüber lässt sich für jetzt wohl nichts Bestimmtes aussagen. Es ist schon ein Fortschritt, dass wir sicher erklären können: das Auftreten der Saftmale und die Bildung des Spornes bilden die eine, die Bildung der Fransen und die Bewegungserscheinungen der Staubblätter die andere Gruppe von untrennbar vereinigten Anpassungen. Vielleicht ist aber schon jetzt die Annahme nicht zu gewagt, dass entweder alle diese Umänderungen gleichzeitig geschahen, oder wenn dies nicht der Fall war, dass die Ausbildung des Spornes und der Saftmale das Primäre war, denn erst nachdem hierdurch die Anlockung der Insecten gesichert war, konnte die wunderbar verwickelte und so sicher wirkende Combination der abwehrenden Fransen und der gesetzmässig aufsteigenden Staubblätter von Bedeutung für das Leben und die Existenz der Pflanze werden.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIV.

Vorbemerkung. Fig. 1 und 2 sind Copien nach Freyhold und Rohrbach, welche den Zweck haben, die Ansichten dieser Schriftsteller meinen Lesern noch einmal anschaulich vorzuführen. Fig. 3 – 21 und 24 – 30 sind von mir selbst aufgenommene Diagramme Fig. 3, 4 u. 22 normale Blüthen, Fig. 5 – 21 u. 23 – 30 abnorme Blüthen darstellend. Man beachte, dass in den von mir construirten Figuren der Sporn an der Stelle seiner Mündung eingetragen ist (die Schraffirung mag an den Schatten im Innern des Spornes erinnern);

zugleich tritt in meinen Figuren die Entfernung der obern Blüthenhälfte vom Centrum deutlich hervor. — Die Deckung der Kelchblätter habe ich, da sie an der entwickelten Blüthe nicht mehr deutlich wahrzunehmen ist, nicht eingetragen, obwohl ich in Beziehung auf die Succession völlig mit Freyhold und Rohrbach übereinstimme. Nur bei einzelnen abnormen Blüthen (welche entweder schon in der Knospe vorlagen, oder bei denen die Deckung besonders deutlich hervortrat) ist die wirkliche Deckung gezeichnet worden. — Die Fruchtblätter habe ich etwas einfacher dargestellt, als Freyhold und Rohrbach, um die Figuren noch übersichtlicher zu machen.

Fig. 1. Copie des von Edm. von Freyhold (Nova Acta, Bd. XXXIX, Taf. I, Fig. 15) gegebenen Grundrisses einer normalen, linkswendigen Blüthe von *Tropaeolum majus* mit der kleinen Abänderung, dass hier nicht die Verstäubungsfolge der Antheren eingetragen ist, sondern die (aus der Freyhold'schen Fig. 13 entnommene) Bezeichnung der Staubblätter nach ihrer Stellung in der Blattspirale. Diese Figur giebt also Freyhold's Ansichten über die Stellung der Staubblätter und (man beachte die Aussackung des Spornes aus Kelchblatt 2 und sein Uebergreifen auf die Hälfte der Kelchblätter 5 und 4!) die morphologische Natur des Spornes wieder.

Fig. 2. Copie von P. Rohrbach's Figur 22 (Botan. Zeitung 1869, Taf. XII). Das Conistium besteht aus zwei fünfzähligen Wirteln, dem äussern vor den Kelchblättern, dem innern vor den Kronblättern; von dem innern entwickeln sich 9 bis 10 nach Rohrbach's Ansicht, der ich zustimme, nicht; überdies tritt Staubblatt 5 in Folge der Spornbildung seitlich in die durch das Schwinden von 10 frei gewordene Lücke ein. Der Anschluss der Fruchtblätter erfolgt mit $\frac{1-3/10}{3}$ unter Annahme eines unterdrückten (in der Figur angedeuteten) äussern Fruchtblattkreises. Die Darstellung zeigt, dass Rohrbach den Sporn als dem zweiten Kelchblatte angehörig betrachtete.

Fig. 3. Grundriss einer rechtswendigen normalen Blüthe.

Fig. 3a. Die Verstäubungsfolge einer solchen Blüthe.

Fig. 4. Grundriss einer linkswendigen normalen Blüthe. Die Vergleichung dieses Diagrammes mit dem von Freyhold gegebenen zeigt, dass beide Auffassungen des Conistiums sich in derselben Reihenfolge der Staubblätter vereinigen. — Die Fransen der untern Kronblätter habe ich etwas anders dargestellt als Freyhold, da sie auf den Rand der Kronblätter beschränkt sind, was nach Freyhold's Zeichnung nicht so deutlich hervortritt.

Fig. 4a. Dehiscenzfolge der Staubbeutel dieser Blüthe.

Fig. 5. Dimere, spornlose Pelorie. Zwei median gestellte Kelchblätter, deren Succession nicht zu ermitteln war, zwei seitlich gefranste Kronblätter, vier Staubblätter vor den Kelch- und Kronblättern, drei Fruchtblätter.

Die bei den Staubblättern stehenden Ziffern geben hier, wie bei allen folgenden Figg., die Succession des Aufspringens

der Staubbeutel an; sie entsprechen also einem rein thatsächlichen Verhältnisse (vergl. Fig. 3a und 4a für normale Blüten) und halten sich von jeder Speculation fern.

Fig 6. Spornlose Pelorie, in Kelch und Krone dreigliedrig; fünf Staubblätter (offenbar fehlt ein sechstes, vor dem untern Kronblatte zu erwartendes), vier Fruchtblätter, eins schmäler als die andern. Leider konnte die Succession der Staubbeutel nicht ermittelt werden, da sie zum Theil angefressen, zum Theil nicht wohl entwickelt waren.

Fig. 7. Aeusserst regelmässige, in allen Kreisen tetramere Pelorie. Wahrscheinlich ist sie terminal; das letzte Laubblatt ist in der Fig. angedeutet; es kann aber nicht als Deckblatt der Blüthe betrachtet werden, da jede Fortsetzung der Achse neben dem Blütenstiele fehlt. Das Diagramm ist nach der Orientirung der Blüthe im Raume gezeichnet, welche noch deutlich ein oben und unten erkennen liess, obwohl die Blüthe nahezu horizontal ausgebreitet war. — Die Reihenfolge der Kelchblätter ist nach der Stellung der Wimpern bestimmt; 1 hatte solche an beiden, 2 und 3 am linken Rande, 4 an keinem Rande. In Betreff der Succession der Staubblätter ist zu bemerken, dass 1, 2, 3 sich ganz unerwartet innerhalb einer Stunde öffneten, 5 und 6 sprangen gleichzeitig auf, 7 und 8 während einer Nacht; diese Zahlen bleiben daher unter einander (aber nicht gegen die andern!) einigermassen unsicher.

Fig. 8. Andere tetramere Pelorie, jedoch sicher seitenständig und mit dreigliedrigem Pistill. Man beachte, dass hier ein Kelchblatt nach oben (hinten) fällt. Die Succession der Kelchblätter konnte leider nicht ermittelt werden. Es sind nur sieben Staubblätter vorhanden; eins (vor einem Kronblatte stehend, in der Fig. punktirt dargestellt) fehlt spurlos, jedoch ist die Stelle, an welcher es stehen sollte, leer geblieben (die übrigen nicht zusammengerückt); die vier Kelchstaubblätter stäubten sämmtlich vor den drei Kronstaubblättern, die Aufeinanderfolge im Einzelnen konnte aber nicht constatirt werden.

Fig. 9. Pentamere Pelorie ohne Sporn. Achselständig und normal gegen Achse und Tragblatt gestellt (die darüber und darunter stehenden Blüten sind normal). Nach dem Baue der Kelchblätter und der Stellung des Pistills ist die Blüthe rechtswendig. Sämmtliche Kronblätter besitzen schmale Stiele und Randfransen. Die Blüthe zählt neun Staubblätter, offenbar fehlt das vor dem unteren Kronblatt stehende; die beiden obern (dem Aufspringen nach 5 und 9) sind am Grunde verwachsen; die Beutel öffnen sich aber zu ganz verschiedenen Zeiten. Den Querschnitt durch den Blütenboden dieser Pelorie stellt Fig. 23 dar.

Fig. 10. Rechtsseitige Ohrbildung. Blüthe rechtswendig und normal gestellt; auch die Succession der Staubblätter ist, wie man sieht, völlig normal. Das oberste Kelchblatt (5) ist mit dem benachbart vor ihm stehenden Kronblatte 3 verwachsen. Die Ohrbildung entsteht dadurch, dass das zarte, sich sehr stark

ausdehnende, Kronblatt an das derbe, wenig an Umfang zunehmende Kelchblatt gekettet ist und nun nach dem Aufblühen eine ohrmuschelartige Krümmung annimmt. Bei linkswendigen Blüten findet die Ohrbildung auf der linken Seite statt.

Fig. 11. Einspornige tetramere Blüthe, seitlich an einem Zweige aber ohne Tragblatt. Die vier Kelchblätter fallen median und seitlich, die vier Kronblätter diagonal, die Ausbildung der letzteren, sowie der Bau des Spornes sind normal. Von den Staubblättern hatten fünf bei der Auffindung der Blüthe bereits gestäubt; nach der Reihenfolge der drei letzten wäre die Blüthe rechtswendig, nach der Stellung des Pistilles aber linkswendig. — Die beiden rechten Staubblätter sind mit ihren Stielen völlig verwachsen; der nach oben gerichtete Beutel war kleiner und bereits aufgesprungen, der nach unten gerichtete (6) breiter als ein normaler Beutel.

Fig. 12. Einspornige Blüthe jedoch mit zweiseitiger Vorwölbung des Kelches (bei a, a); der Kelch ist hier zwischen den Einschnitten von Kelchblatt 3 und 5, sowie von 1 und 4 vorgewölbt, was durch eine geringe Verbreiterung des Discus an diesen Stellen bewirkt wird; sofort sind auch die benachbarten Kronblätter in ihrer obern Hälfte nach dem Typus der oberen gebaut (also allmählich in den Stiel verschmälert, ungefranst, aber mit Saftmalen versehen). Diese Verbreiterung des Discus ist demnach offenbar als der erste Beginn einer seitlichen Spornbildung aufzufassen. — Die Blüthe ist, wie man sieht, eine rechtswendige und die Succession der Staubbeutel weicht nur unbedeutend von der normalen ab.

Fig. 13. Einspornige, rechtswendige Blüthe mit schwacher einseitiger Verbreiterung der Blütenbasis (bei a); das dieser Stelle benachbarte Kronblatt (3) ist völlig nach dem Typus der oberen gebaut, die anderen sind normal. Derartige Blüten (und natürlich auch linkswendige des entsprechenden Baues) fand ich häufig (11mal). Das Ungewöhnliche bei dieser Blüthe liegt in der Entwicklung von zehn Staubblättern, dieselben stehen ziemlich regelmässig in der Blüthe vertheilt, jedoch so, dass oben vor dem Sporne ein grösserer freier Raum (zwischen stam. 4 und stam. 10) ist.

Fig. 14. Dreispornige Blüthe. Leider lag sie nur abgebrochen vor, das Diagramm konnte daher nur nach der Orientirung im Raume eingetragen werden; der Pfeil deutet die Richtung nach oben an. Die Kelchblätter sind bis auf eine geringe Linkschiebung des oberen normal; Deckung war nirgends zu beobachten, daher wurde auch die Richtung der Kelchspirale nicht ermittelt, von den Kronblättern sind vier nach dem Typus der oberen und nur eins (das unterste) nach dem Typus der unteren gebaut; 9 Staubblätter, die nicht bezeichneten waren bei Auffindung der Blüthe bereits verstäubt, von den andern hat 7 einen nur schwach entwickelten Staubbeutel, der sich nur wenig öffnete. Die vier Fruchtblätter sind nicht gleich stark entwickelt.

Fig. 15. Dreispornige Blüthe; auch sie lag nur abgebrochen vor, jedoch konnte noch sicher ermittelt werden, dass sie nicht in der Achsel eines Deckblattes stand. Die Deckung der Kelchblätter ist sehr deutlich und gestattet die Constatirung, dass die Blüthe linkswendig ist. Der Pfeil zeigt die Richtung nach oben im Raume an. Der Sporn vor sep. 1 ist nur um 1 mm. kürzer als der Hauptsporn vor sep. 2 und völlig ebenso weit als dieser; der dritte Sporn aber, vor dem Einschnitte von sep. 3 und sep. 5, ist 5 mm. kürzer, als der letztere und bedeutend schlanker. Sämmtliche Kronblätter haben breite Stiele und Saftmale, entbehren also der Randfransen; wir haben hier mithin der Blumenkrone nach eine Pelorie entgegengesetzter Art vor uns, als die Fig. 5, 6, 7, 8 und 9 darstellen. Die nicht bezeichneten Staubblätter waren bei der Auffindung der Blüthe bereits aufgesprungen.

Fig. 16. Dreispornige Blüthe; seitenständig, jedoch ohne Tragblatt. Die Richtungen nach der Achse und räumlich nach oben fallen zusammen. Nach der theilweise zu beobachtenden Deckung der Kelchblätter halte ich die Blüthe für linkswendig. Das zweite Kelchblatt und mit ihm der Hauptsporn liegen nach rechts von der Achse weggedreht. — Die Staubblätter 2, 3, 4 öffneten sich gleichzeitig, daher ihre Aufeinanderfolge zweifelhaft. — Der vor dem Kronblatte 3 stehende Sporn ist kürzer und etwas schlanker als der vor sep. 2 stehende; das Kronblatt 3 ist durch ihn beeinflusst und nach dem Typus der oberen gebaut. Kronblatt 1 ist dagegen, vor dem der 3. Sporn steht, ist nicht verändert; dies hängt aber damit zusammen, dass dieser Sporn nach aussen nur ganz stumpf vorspringt und fast in seiner ganzen Länge umgestülpt ist. Es zeigt sich also auch hier, dass ein umgestülpter Sporn viel weniger Einfluss auf die Umbildung der Kronblätter hat, als ein normal gebauter. Auch in folgender Form könnte dies ausgesprochen werden: Bei einem umgestülpten Sporne liegt die drüsige Oberfläche für den Insectenbesuch frei und offen da; in Folge davon sind keine Saftmale (Wegweiser für die Insecten zur Höhlung des Spornes!) auf dem benachbarten Kronblatte nothwendig und ihre Bildung unterbleibt; das Kronblatt kehrt zur primären Form des schmalgestielten und gefransen Kronblattes zurück. Diese Ansicht, welche mir nach meinen zahlreichen Beobachtungen gut begründet zu sein scheint, setzt natürlich voraus, dass die Umstülpung des Spornes nicht die Folge einer spät auftretenden Störung, sondern in sehr früh auftretenden Verhältnissen begründet ist, Verhältnissen, welche zugleich auf das benachbarte Kronblatt schon während seiner ersten Ausbildung einzuwirken vermögen.

Fig. 17. Zweispornige, zweigliedrige Pelorie; sie war seitenständig, besass aber kein Deckblatt. Der Kelch besteht aus zwei, genau seitlich gestellten Kelchblättern, deren Ränder vor einander stossen. Mit ihnen alterniren zwei median stehende Kronblätter ohne Fransen, aber mit breiten Stielen und Saftmalen; vor diesen Kronblättern liegen die Oeffnungen der beiden Sporne. Vier median und seitlich gestellte Staubblätter (drei sprangen während

einer Nacht auf, das mit 4 bezeichnete später), drei Fruchtblätter, gestellt wie in einer rechtswendigen Blüthe: — Die ganze Blüthe hat etwas Enges, Zusammengedrücktes, da die Kelchblätter steil aufgerichtet sind; dies bildet einen auffallenden Gegensatz gegen die Form der flach ausgebreiteten spornlosen Pelorien.

Fig. 18. Zweispornige Blüthe von sehr merkwürdiger Form, Sie steht an einem Zweige seitlich, aber gerade umgekehrt. Man beachte, dass das Diagramm nach der Lage der Blüthe im Raume orientirt ist (der Pfeil giebt die Richtung nach oben an), die Zweigachse also unter ihm liegt. Will man das Diagramm also in derjenigen Lage haben, in welcher die Achse oben liegt (wie man gewöhnlich die Blüthendiagramme zeichnet) so muss man es umkehren. — Die beiden Sporne sind im obersten Viertel mit einander verwachsen und haben einen gemeinsamen Eingang; sie liegen schräg vor zwei räumlich nach oben fallenden Kelchblättern, welches der Hauptsporn ist, wage ich bei ihrer völlig gleichen Bildung nicht zu entscheiden. Es sind drei Kronblätter mit Saftmalen vorhanden. Die mit einem * bezeichneten Staubblätter besaßen verkümmerte Beutel; die Folge der andern ist durch die betreffenden Ziffern angegeben; die abnorme Stellung der Staubblätter ist sehr beachtenswerth; sie hängt offenbar mit der Bildung der beiden Sporne zusammen

Fig. 19. Zweispornige Blüthe von einer Form, wie ich sie nicht selten beobachtete. Sie stand seitlich an einem längern Zweige und besaß kein Deckblatt; über und unter ihr waren noch mehrere normale Blüthen in den Achseln von Deckblättern vorhanden. Die Blüthe ist rechtswendig und besitzt einen (umgestülpten) Nebensporn vor dem Kronblatte 3, welches unter dem Einflusse dieses Nebensporns verändert gebaut ist. — Die Richtung nach der Achse und die nach oben im Raume fallen nicht zusammen; letztere ist wieder durch einen Pfeil angegeben. Das Abweichende in dieser Blüthe (weshalb ich sie aus einer grössern Zahl in Kelch und Krone ähnlich gebauter Blüthen auswählte) besteht in der Entwicklung von 10 Staubblättern, deren Succession ziemlich vollständig beobachtet werden konnte und in der Figur 19 eingetragen ist. (4, 5, 6 öffneten sich innerhalb des Zeitraumes von zwei Stunden, während dessen die Blüthe nicht beobachtet werden konnte; ebenso blieb die Aufeinanderfolge von 9 und 10 zweifelhaft.)

Fig. 20. Einspornige Blüthe; seitlich in der Achsel eines Laubblattes stehend, aber sehr abweichend gebaut. Der Sporn liegt räumlich betrachtet oben (siehe die Richtung des Pfeiles), aber er steht nicht vor dem morphologisch obern nach der Achse zu fallenden Kelchblatte, sondern vor dem morphologisch untersten Kronblatte. Dieses Kronblatt ist das einzige, welches Saftmale besitzt; die vier anderen haben an beiden Rändern Fransen. Der Sporn ist völlig umgestülpt und daher erklärt sich wohl theilweise die geringe Energie seiner Einwirkung auf die Kronblätter; überdies steht er ja in der Mitte vor einem Kronblatte, und so ist auch nur dieses mit Saftmalen versehen. Die drei

der Achse zugewendeten Kelchblätter sind bemerklich schmäler als die beiden untern. Die Succession der Staubblätter konnte nicht beobachtet werden, da sie alle bei der Auffindung bereits verstäubt hatten. Beachtenswerth ist ihre veränderte Stellung und die veränderte Stellung der Fruchtblätter.

Fig. 21. Zweispornige, rechtswendige Pelorie, seitlich an einer Achse, aber ohne Deckblatt. Das Achsenende ist am Grunde des Blütenstieles als ein kleiner kegelförmiger Zapfen, der rechtwinklig zur Seite geknickt ist, vorhanden. — Die Richtung nach der Achse und nach oben im Raume fallen hier zusammen; nicht aber die morphologische Einsetzung der Blüthe; vielmehr ist das (in der normalen Blüthe obere) Kelchblatt 2 bedeutend (mehr als 60°) nach links gedreht. In Folge dieser Drehung hat der Hauptsporn seine Stellung vor Kelchblatt 2 verlassen und steht vor dem Einschnitte zwischen Kelchblatt 2 und Kelchblatt 5; der (umgestülpte) Nebensporn steht vor dem Einschnitte zwischen Kelchbl. 5 und 3; er ist (auch wenn man ihn sich ausgestreckt denkt) bedeutend kürzer als der Hauptsporn. 3 Kronbl. mit Saftmalen, zwei mit Fransen. Von den Staubbl. ist nur die Succession von 6, 7 und 8 zweifelhaft, da diese während einer Nacht aufsprangen.

Fig. 22. Der Sporn einer normalen Blüthe unten in der Mitte der Länge nach aufgespalten und ausgebreitet, um die Gefässbündel zu zeigen; oben das sep.₂, sowie die beiden Kronbl. 2 und 5; rechts und links die beiden seitlichen Kelchbl. (4 und 5). Man sieht den gürtelförmigen Gefässbündelstrang, welcher jederseits bei f und f in dem Blütenstiel entspringt und die Basis des Spornes durchzieht. Er giebt nach oben zahlreiche Gefässbündel in die Kelchbl. und Kronbl. ab, steigt nach der Basis der Kronbl. zweimal in steilen Bogen auf und bildet dort ein Geflecht; nach unten entspringen die wenig zahlreichen Gefässbündel des Spornes. Das obere mediane Gefässbündel (ab) steht über die gerundete Spitze des Spornes hin mit dem unteren medianen in Verbindung; das letztere ist durch den Längsschnitt gespalten und verläuft daher an beiden Rändern des Schnittes. Die obern seitlichen Gefässbündel (c, c) des Spornes entspringen aus dem Geflecht unterhalb der Kronbl.; die unteren (d, d) dicht neben dem Gefässbündelstrange. — Das Präparat kann nicht völlig in eine Ebene ausgebreitet werden, da dies die Hälften des Blütenstieles (an welchen ja der Sporn unten befestigt ist) verhindern; sie sind unterhalb f angedeutet. — 1½fache Vergrößerung

Fig. 23. Schnitt durch den Blütenboden der pentameren Pelorie, Fig. 9; 4fache Vergrößerung. Der mittlere schwarze Kreis stellt den Gefässbündelkreis vor, aus welchem nahe über diesem Niveau die Gefässbündel der Staubblätter und der Fruchtblätter entspringen. Die Verbreiterung der Blütenachse bildet einen sehr zierlichen fünfstrahligen Stern; in demselben verlaufen strahlenförmig zehn Gefässbündel, welche in den gürtelförmigen Gefässstrang eintreten, aus welchem nach aussen die Gefässbündel der Kelchblätter und Kronblätter abgehen. Die in den

normalen Blüten an der Bildung des Spornes beteiligten Gefäßbündel sind mit denselben Buchstaben bezeichnet, wie in Fig. 22.

Fig. 24. Sechsgliedrige, doppelspornige Blüte in der Achsel eines Laubblattes, gegen die Achse verkehrt gestellt; der Pfeil giebt die Richtung nach oben an und entspricht also die Lage des Diagrammes der Lage der Blüte im Raume. Die mit 1, 2, 3 bezeichneten Kelchblätter sind derbe, mit festen grünen Spitzen und an beiden Seiten mit Wimpern versehen, die drei andern sind breiter, zarter und lagen in der Knospe gedeckt; ob die Zahlen 1, 2, 3 die richtige Reihenfolge der äussern Kelchblätter angeben, wage ich nicht zu behaupten. Von den sechs Kronblättern sind zwei mit Saftmalen versehene oben nahe zusammengerückt, ebenso stehen die vier andern in der unteren Blüthenhälfte nahe zusammen; drei von diesen haben schmale Stiele und Wimpern; das neben dem Nebensporn stehende ist zwar nach dem Typus der obern gebaut, aber nur halb so breit als diese; es trägt an seinem Rande unter der Mitte einen kleinen Staubbeutel, jedoch ohne reifen Blütenstaub. 9 Staubblätter, von denen bei der Auffindung der Blüte bereits 8 gestäubt hatten. — Der Nebensporn steht seitlich in der Blüte schräg vor einem Kelchblatte; er ist vollständig umgestülpt und dabei bandartig flach.

Fig. 25. Einspornige, abnorm gegen die Achse gestellte Blüte in der Achsel eines Laubblattes. Die Folge der Kelchblätter dürfte die durch die Zahlen angedeutete sein, denn 1 und 2 waren an beiden Rändern deckend, 3 dagegen halb deckend und halb gedeckt. Ich möchte aber doch darauf aufmerksam machen, dass die Stellung sich der normalen weit inniger anschliessen würde, wenn das mit 3 bezeichnete sep. 1 als sep. 2 betrachtet werden dürfte. Der Sporn steht nicht vor dem der Achse zugewandten Kelchblatte (3 der Figur), sondern ist nach der Seite hin verschoben und steht vor einem Kronblatte; hierdurch ist das nach rechts und oben fallende Kronblatt seinem Einflusse entzogen und sofort treten denn auch an seinem unteren Rande Fransen auf. Der Sporn ist überdies umgestülpt.

Fig. 26. Einspornige tetramere Blüte in der Achsel eines Laubblattes; anders gestellt als die in Fig. 11 dargestellte, gleichfalls einspornige und tetramere Blüte. Die Kelchblätter stehen hier diagonal, die Kronblätter alterniren mit ihnen; das obere Kronblatt ist breitgestielt und mit Saftmalen versehen; vor ihm steht der Sporn. Die drei untern Kronblätter sind schmalgestielt, mit Fransen versehen und einander genähert. Von den Kelchblättern ist das untere (1) linke mit derber Spitze versehen und an beiden Seiten gewimpert, die beiden neben ihm stehenden einseitig gewimpert, das gegenüberstehende ist ungewimpert. Das Pistill steht wie in einer rechtswendigen Blüte. Denken wir uns rechts neben Staubblatt 4 ein fehlendes Staubblatt eingeschaltet und bezeichnen dasselbe mit 8, so entspricht auch die Succession der Staubbeutel (bis auf die Vertauschung von 1 und 2) den Verhältnissen einer rechtswendigen Blüte.

Fig. 27. Rechtswendige einspornige Blüthe mit geringer seitlicher Auftreibung des Kelches (bei a) und Veränderung des obern Randes des benachbarten Kronblattes. Die Blüthe steht lateral, entbehrt aber des Stützblattes und steht verkehrt gegen die Achse. Der Pfeil deutet wieder die Richtung nach oben an. Die Staubblätter waren bei der Auffindung der Blüthe bereits aufgesprungen; der Sporn hatte ein seitliches hornförmiges, die Spitze überragendes Anhängsel dicht unter der letzteren.

Fig. 28. Zweispornige linkswendige Pellorie mit völlig umgestülptem Nebensporne; seitlich ohne Deckblatt an einem Zweige sitzend und verkehrt gegen die Achse gestellt; der Pfeil deutet die Richtung nach oben im Raume an. (Derselbe Zweig trug noch mehrere normale Blüthen in den Achseln von Laubblättern und eine halbreife Frucht ohne Deckblatt.) Die Blüthe hat 9 Staubblätter, von denen das zuletzt stäubende median unten steht; 3, 4, 5 öffneten sich in einer Nacht, 6 und 7 in der folgenden, so dass ihre Succession einigermassen zweifelhaft bleibt. 3 Kronblätter ohne Fransen.

Fig. 29. Zweispornige linkswendige Pelorie mit etwa in der Mitte umgestülptem Nebensporne; seitlich ohne Deckblatt an einem Zweige sitzend; der Hauptsporn im Raume oben liegend (vergl. die Richtung des Pfeiles), aber sehr weit von der Achse entfernt. Die Reihenfolge des Verstäubens ist ziemlich normal, nur sind 3, 4 und 5 vertauscht. Krone wie in der vorigen Blüthe gebaut.

Fig. 30. Zweispornige Blüthe ohne Tragblatt seitlich an einem Zweige, welcher darüber und darunter noch einige normale Blüthen in den Achseln von Laubblättern trug. Die beiden Sporne sind sehr gleichmässig ausgebildet (gleichweit; 19 und 16 mm lang) und stehen vor den Rändern des obersten Kelchblattes (2). Staubbeutel bei der Auffindung der Blüthe bereits sämmtlich verstäubt. 2 Kronblätter mit breiten Stielen und dunkeln Saftmalen, 3 mit schmalen Stielen und Fransen; das rechtsseitlich stehende hat aber bei * auch ein paar schwache Saftmale, ist auch der Stiel ein wenig breiter, als an der entgegengesetzten Seite.

Uebersicht des Inhaltes.

Einleitung, pag. 599.

a) Spornlose Blüthen, pag. 601.

b) Einspornige Blüthen mit seitlicher Auftreibung des Kelches, pag. 604.

c) Blüthen mit 2 Spornen, pag. 606.

d) Dreispornige Blüthen, pag. 613.

e) Ohrbildung, pag. 614.

f) Sechsgliedrige Blüthe mit 2 Spornen, pag. 616.

g) Zweispornige Blüthe mit 5 Staubbl., pag. 617.

h) Einspornige tetramere Blüthen, pag. 617.

i) Bildungsabweichungen am Sporn, pag. 618.

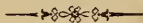
k) Abnormitäten in den Staubblättern, pag. 620.

l) Blüthen mit viergliedrigem Pistill, pag. 623.

m) Umgekehrte Stellung der Blüthe, pag. 624.

n) Ueber die Natur des Spornes, pag. 625.

s) Phylogenetische Bemerkungen, pag. 631.



①

Fig. 1.

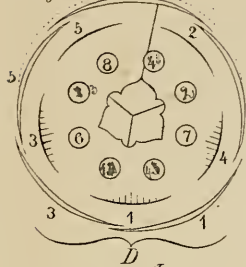


Fig. 2.

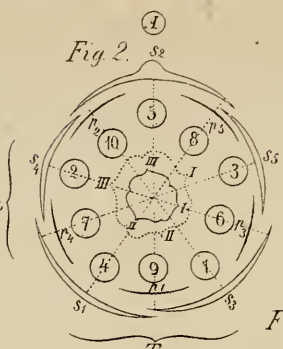


Fig. 5.

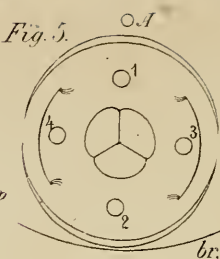


Fig. 14.

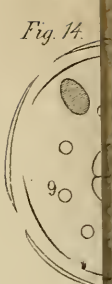


Fig. 3.

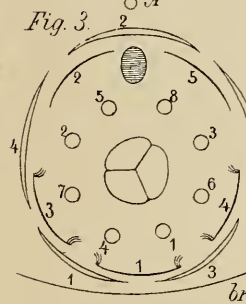


Fig. 4.

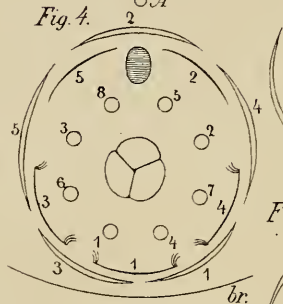


Fig. 6.

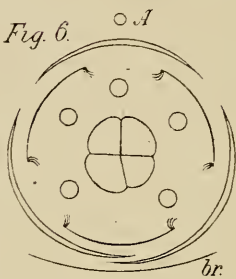


Fig. 21.

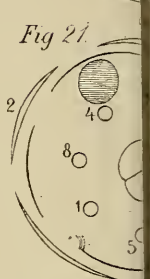


Fig. 7.

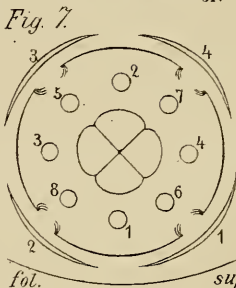


Fig. 26.

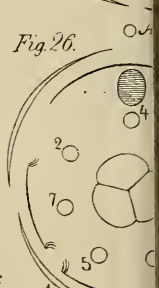


Fig. 3a.

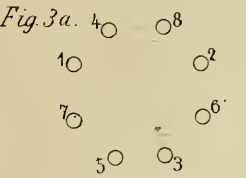


Fig. 4a.

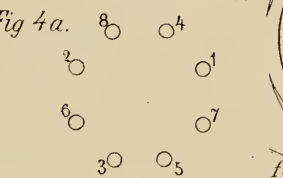


Fig. 10.

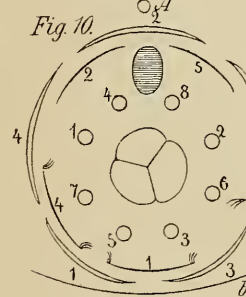


Fig. 11.

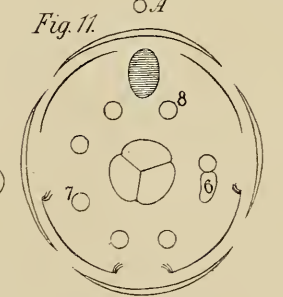


Fig. 8.

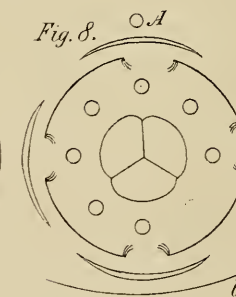


Fig. 19.

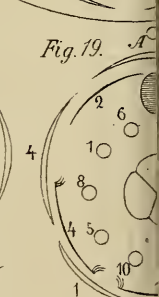


Fig. 12.

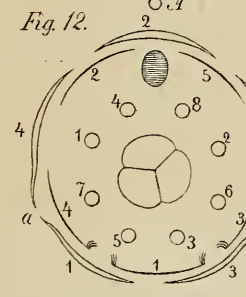


Fig. 13.

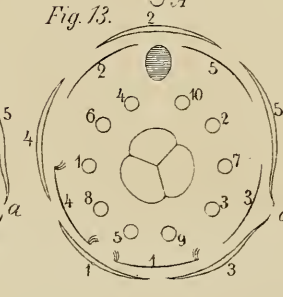


Fig. 9.

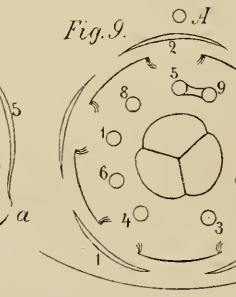
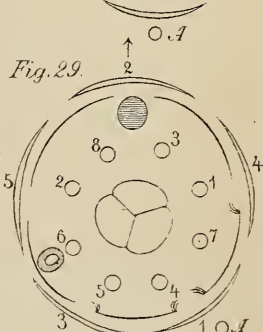
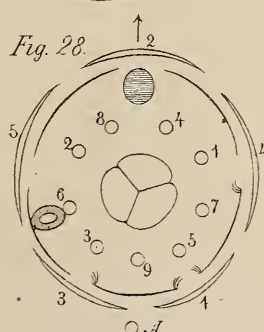
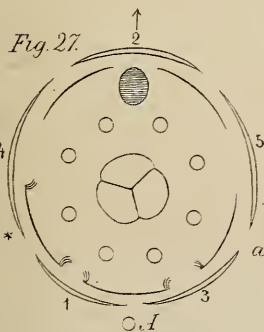
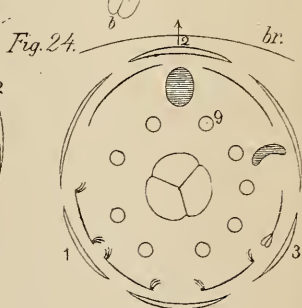
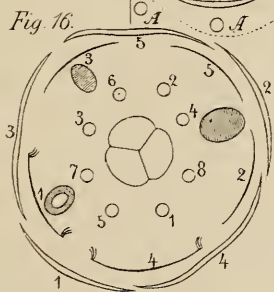
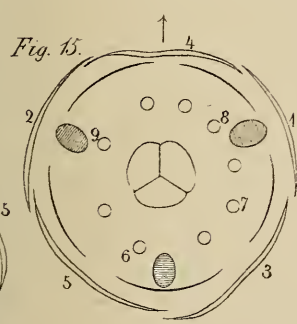
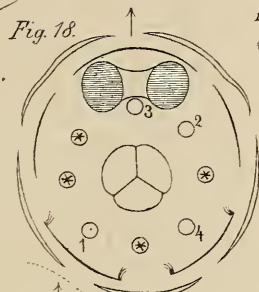
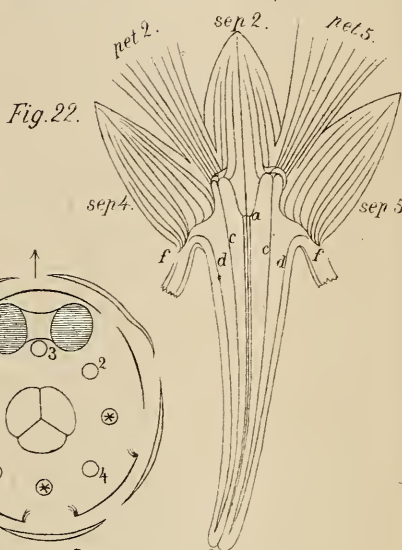
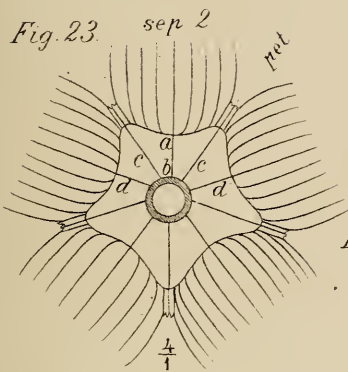
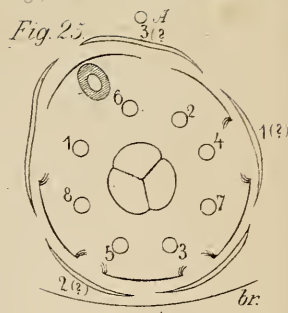
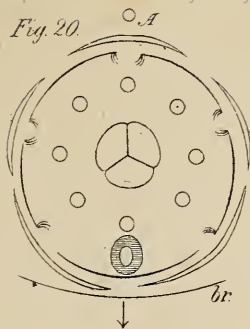
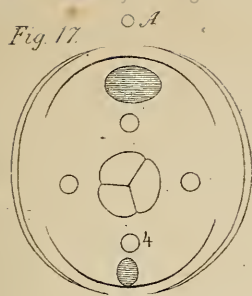


Fig. 30.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 1875-1876

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Buchenau Franz Georg Philipp

Artikel/Article: [Bildungsabweichungen der Blüthe von Tropaeolum majus. 599-641](#)