Entwickelungsgeschichte der Veronica-Blüthe.

Von **Fritz Noll.**

Mit drei Tafeln.

Die Morphologie der Scrophulariaceen-Blüthe ist im Allgemeinen bekannt, und im Speciellen ist bei Veronica die Entwickelungsgeschichte der Blüthe durch Payer in der »Organogénie comparée de la fleur« schon studirt, so dass es überflüssig erscheinen könnte, wenn diese Untersuchung im Folgenden nochmals aufgenommen wird. Was mich gleichwohl hierzu veranlasste, ist, dass es von Interesse zu sein schien, einmal die Entwickelungsgeschichte einer Blüthenform mehr in's Einzelne und nach verschiedenen Richtungen, insbesondere auch in histologischer Beziehung zu verfolgen, während sich Blüthenentwickelungen bisher meist nur auf morphologische Verhältnisse beschränkten. Es wurde dazu verwandt die *Veronica longifolia* L. Uebrigens bietet auch Payer's Darstellung der Entwickelung der Veronica-Blüthe mancherlei Punkte dar, welche einer Ergänzung, resp. Berichtung bedürfen. So ist vor allem die Entwickelung des Gynäceums bei *Veronica longifolia* eine ganz andere, als sie Payer bei den von ihm untersuchten Species *Veronica speciosa* und *V. Buxbaumii*, darstellt. Payer gibt an, dass das Pistill der *Veronica speciosa* »se compose d'abord de deux bourrelets semi-lunaires, qui naissent sur les côtés d'uu mamelon central, formé par l'extrémité du receptacle«.

Von einem solchen centralen Höcker ist bei *V. longifolia* nichts zu entdecken und der Fruchtknoten kommt nach meiner Untersuchung auf eine andere Art zu Stande. Ferner traf ich den Griffel der *V. longifolia* in keinem Entwickelungsstadium als »divisé à son sommet en deux stigmates« an. Die Reihenfolge der Entstehung der Blumenblätter stimmt bei *V. longifolia* mit der von Payer beschriebenen überein, nicht so die relative Grösse einzelner Blüthenorgane auf gewissen Altersstufen.

Payer stellt es als etwas Merkwürdiges hin, dass das später kleinste Blumenblatt zuerst, das grösste zuletzt auftritt. Es ist dieser Umstand in dem ganzen Entwickelungsgang der jungen Blüthenwarze begründet. Diese, anfangs von ziemlich quadratischem Grundriss (vergl. Fig. 5) zeigt zunächst aussen, auf der der Bractee zugekehrten Seite eine raschere Ausbildung; hier treten alsbald die äusseren Kelchzipfel auf, während die inneren noch kaum angedeutet sind. Es ist daher ganz natürlich, dass das zwischen diesen äusseren Kelchzipfeln stehende Blumenblatt auch zuerst auftritt; der umgekehrte Fall würde merkwürdig sein.

Sehr auffallend ist die fast vollständige Uebereinstimmung der Jugendstadien von *Veronica longifolia* mit der Darstellung, wie sie Payer von Lippia-Arten, besonders von *Lippia citriodora* gibt, einer Pflanze, welche, obgleich einer andern Familie, den Verbenaceen, angehörend, auch habituell an Veronicaarten erinnert. Es ist da besonders die Entwickelung des Fruchtknotens auffallend ähnlich und die Beschreibung, wie sie Payer für *Lippia* gibt, brauchte — die »fausses cloisons«, die Bildung der Stigmata und die Vierzahl der Stamina ausgenommen — für *V. longifolia* angewandt, nicht anders zu lauten! Es ist von Interesse, dass hier die Uebereinstimmung in der ersten Entwickelung zwischen den Repräsentanten zweier Familien grösser ist als zwischen verschiedenen Species einer Gattung.

Die Untersuchung wurde theils an frischen lebenden Theilen vorgenommen, theils an Exemplaren, die in Alkohol gehärtet worden waren. Als vorzügliches Mittel, die von Protoplasma strotzenden jungen Blüthenknospen aufzuhellen, hat sich das von meinem Vater (Zool. Anzeiger No. 122, 1882) empfohlene unterchlorigsaure Kali bewährt, welches bei gewöhnlicher Temperatur rasch das Protoplasma löst, ohne die zarten Zellmembranen aufquellen zu machen; es empfiehlt sich besonders beim Arbeiten mit Alkoholmaterial.

Veronica longifolia gehört zu denjenigen Pflanzen, deren Blüthen sich zeitlich und räumlich getrennt von den eigentlichen vegetativen Organen, den Laubblättern, in einer reinen Inflorescenz entwickeln. Nachdem der Muttersprosse nämlich eine Zeitlang nur Laubblätter entwickelt hat, kommen gegen das Ende seines Gipfelwachsthums hin keine Laubblätter mehr zur Ausbildung, sondern es entstehen, scharf von letzteren abgegrenzt, nur noch lanzettliche Bracteen, deren Achselknospen sich rasch zu Blüthen ausbilden, welche dann in einer dichtgedrängten Traube die Sprosse abschliessen.

Wenig unterhalb des halbkugeligen, aus Urmeristem gebildeten Vegetationspunktes treten die Bracteen zunächst als warzenförmige Protuberanzen hervor, die sich rasch in die Länge strecken, grade aufwärts richten und den Vegetationsgipfel selbst schützend umstehen. Schon nach kurzer Zeit macht sich aber in der Achsel dieses jugendlichen Blattgebildes eine kleine Anzahl von Zellen besonders bemerklich, die sich bald in Gestalt eines rundlichen Höckers, welcher Periblemelemente enthält, zwischen die Spindel und die Bractee drängen. Diese zarten pelluciden Wärzchen (Taf. I, 1—3), welche durch rasche Vermehrung und energisches Wachsthum ihrer Zellen schnell an Grösse zunehmen, sind die ersten Anlagen der Blüthen. Nachdem der rundliche Blüthenhöcker eine gewisse Grösse erreicht hat, geht sein Wachsthum nicht mehr so gleichförmig nach allen Seiten vor sich; er plattet sich etwas

ab und nimmt von oben gesehen eine mehr viereckige Form an, was beinahe den Eindruck macht, als ob einerseits die Spindel, andererseits die Bractee den plastischen Gewebekörper bei seinem weiteren Wachsthum in diese Form gezwungen hätten. (Taf. I, 1—4). Doch ist diese Formveränderung der erste Anfang zu activen Gestaltungsvorgängen, welche von nun an das weitere Wachsthum beherrschen. Die abgestumpften Ecken des vierseitigen Körpers sind nämlich durch Höcker gebildet, welche sich aus dem unteren Theile der Warze hervorwölben. Diese Höcker, anfangs ziemlich gleich auftretend, wachsen verschieden rasch weiter, dergestalt, dass die dem Deckblatte zunächst liegenden — welche künftig als die vorderen bezeichnet werden sollen — bald die hinteren, der Spindel benachbarten im Wachsthum überholen, so dass der Grundriss des Gebildes nunmehr die Gestalt eines Paralleltrapezes annimmt. (Fig. 5. *B.*) Diese vier Auswüchse, welche die Kelchblätter abgeben, verharren während der ganzen ersten Jugendperiode in verschiedener Ausbildung. Die vorderen Kelchblätter bleiben den hinteren an Grösse und innerer Entwickelung voraus; sie sind vornehmlich dazu angethan, die Blüthe später nach aussen zu schützen, sobald das Deckblatt diese Aufgabe nicht mehr ausreichend zu erfüllen vermag.

Der runde Scheitel der Blüthenknospe verändert nach der Anlage der Kelchblätter sein Aussehen bald weiterhin, indem an verschiedenen Stellen neue Wucherungen des Urmeristems auftreten. Alternirend mit den Kelchblatthöckern und in die, von denselben gelassenen Zwischenräume hineinragend, lassen sich bald die ersten Anlagen der Blumenblätter erkennen. Sie treten nicht zugleich auf, sondern, wie aus den Figuren 5—8 leicht zu ersehen ist, zuerst das vordere, zwischen den beiden vorderen Kelchblättern, dann die beiden seitlichen und zuletzt das hintere. Die Blüthenwarze wird, worauf schon in der Einleitung hingewiesen wurde, nach und nach, von vorn nach hinten fortschreitend vom Gestaltungstrieb ergriffen, gleichsam als ob diese Seiten ein verschiedenes Alter besässen. Gleichzeitig mit dem hinteren Blüthenblatt treten zu beiden Seiten desselben noch zwei grössere Höcker auf, welche sich im Laufe der Entwickelung als die Anlagen der Staubblätter documentiren (*a* in Figg. 7, 8, 9 etc.). Währenddem die Sepala, und besonders die beiden äusseren Zipfel, jetzt ein rasches Wachsthum entfalten, die Petala sich deutlicher absondern, werden letztere von den Staminalhöckern aber bald im Wachsthum überflügelt. Auch der Scheitel der Blüthe beginnt nun sich weiter auszubilden. Eine ringförmige Zone desselben entwickelt nämlich ein stärkeres Wachsthum als der Gipfel des Scheitels selbst und erhebt sich rasch als Ringwall um letzteren. Hiermit ist die Anlage des Gynäceums gegeben, das als jüngstes Gebilde die Neubildung von Organen abschliesst (*f* in Fig. 9, 10 etc.).

Gleich anfangs erscheinen die vier Kelchblätter nicht scharf von einander gesondert, sondern sind durch Gewebewälle an ihrer Basis mit einander verbunden, sie stehen auf gemeinsamer Grundlage und es ist darum die Blüthe schon in frühester Jugend gamosepal (Fig. 8, 16.). Ein Gleiches ist von den Blumenblättern zu sagen; auch sie sind nicht scharf von einander getrennt, sondern stehen auf gemeinsamem Grundwall. Der Basalwall, sowohl des Kelches als der Corolle, bleibt anfangs jedoch in einem sehr jugendlichen unreifen Zustande bestehen und erfährt lange Zeit keine wesentlichen Veränderungen. Dann beginnt zunächst der Basalring des Kelches sich weiter zu entwickeln, während der jugendliche Kronröhrenring noch lange auf seiner unreifen Entwickelungsstufe weiter verharrt und erst kurz vor und während der Zeit des Aufblühens durch energisches Wachsthum zu der definitiven Grösse und Vollkommenheit heranwächst. Die Kelch- und Corollenzipfel eilen ihren Basaltheilen in der Entwickelung weit voran; trotzdem sind beide Abschnitte bei der ausgewachsenen Blüthe anatomisch gleichartig ausgebildet. Die Kelchzipfel legen sich bei ihrem weiteren Wachsthum schützend über die jüngeren Theile der Blüthe; die Blumenblattzipfel erheben sich unter ihrem Schutze mehr und mehr, und auch die Ringwülste schliessen sich allmählich oben zur Bildung der Fruchtknoten-Höhlung. Zwei Querwülste entspringen dabei aus der Innenseite der Fruchtknotenwand, wuchern einander entgegen und verwachsen schliesslich in der Mitte des Fruchtknotens mit einander. (Genauere Beschreibung dieses Vorganges siehe weiter unten.)

Die hervorragendsten Glieder der Blüthe bilden jedoch die beiden nahezu ungestielten Antheren, welche fast den ganzen Innenraum der Knospe für sich in Anspruch nehmen, da sie sehr rasch eine bedeutende Grösse erreichen (Fig. 12, 13, 14).

Figur 15 zeigt sodann die junge Blüthenknospe, noch sehr klein, aber schon so weit entwickelt, dass wesentliche Gestaltveränderungen bis kurz vor dem Aufblühen nicht mehr stattzufinden haben. Der Kelch liegt geschlossen über der Blüthe zusammen, ebenso überdecken sich die beiden hier sichtbaren Blumenblätter. An dem Staubblatt lässt sich das kurze Filament, das Connectiv und die beiden Antherenhälften, in denen sich die Pollenmutterzellen durch ihre gelbe Farbe schon auszeichnen, deutlich wahrnehmen. Der Fruchtknoten ist völlig geschlossen, eine kurze Griffelsäule hat sich aus dem Gewebepolster entwickelt, welches der verwachsende Rand des Fruchtknotenringwalles gebildet; an den Placenten sitzen schon junge Samenknospen und der *Discus hypogynus* umgibt als noch niedrige ringförmige Wucherung die Basis des Fruchtknotens.

Nachdem wir so kurz der Entwickelung der Blüthe im Ganzen gefolgt sind, soll nun auf die wissenswerthen Einzelheiten in dem Bildungsgang der Organe etwas näher eingegangen werden.

Der Kelch, das erste Organ, welches sich von der warzenförmigen Meristemknospe abhebt, wurde in seiner Entstehung schon betrachtet und auch hervorgehoben, dass schon in früher Jugend die Kelchblätter auf einer gemeinsamen Basis aufsitzen, miteinander, wie man sagt, »verwachsen« sind. Es wurde ferner schon betont, dass die beiden äusseren Kelchblätter bald mächtiger werden als die inneren, hinteren (Fig. 6—15, 16, 19). Wie das Deckblatt der Blüthe, welches schon verhältnissmässig früh ergrünt und seine Gewebe differenzirt, Spaltöffnungen und ausgebildete Gefässstränge schon zu einer Zeit besitzt, wo sich in der zarten Blüthenwarze kaum die erste Wölbung der Kelchwülste zeigt, so geht auch das Gewebe, zumal das der vorderen Kelchblätter rasch einer bestimmten Reife entgegen. Die hinteren Kelchblätter behalten dagegen ihr unreifes fahles Aussehen noch längere Zeit. Die Form der Kelchblätter ist anfangs, wie die Figuren 8 und 16 zeigen, rundlich, mehr oder weniger halbkreisförmig. Diese Form behalten die hinteren Kelchblätter ziemlich lange bei, während die vorderen sich alsbald zuspitzen (Fig. 19.). Spiralgefässe durchziehen zu dieser Zeit schon alle vier Zipfel, aber nur in den vorderen finden sich schon Abzweigungen derselben vor. Diejenigen Partieen der vorderen Kelchblätter, welche zunächst von der freien Luft und dem Tageslicht getroffen werden, verlieren rasch ihr meristematisches Aussehen. Die Epidermis zeichnet sich scharf von dem Parenchym ab, Spaltöffnungen entstehen schnell und in grösserer Zahl, während andere Oberhautzellen zu Trichomen auswachsen, und in dem homogenen Protoplasma des Grundgewebes treten Chlorophyllkörner und Vacuolen auf. Die Trichome bilden sich wie gewöhnlich als Ausstülpungen von Epidermiszellen; diejenigen, welche den Blattrandzellen entstammen, bleiben haarförmig und sind sichelförmig dem Blattrande zugekrümmt; sie bestehen meist aus 3 Zellen. Die den Blattflächen entspringenden Trichome tragen dagegen auf kurzem Stiele kugelige Endzellen. Die sehr zahlreichen, dicht aneinander gedrängten Spaltöffnungen sind im Verhältniss zu dem kleinen Blattzipfel gross, und beständig sind mit dem Wachsthum des letzteren neue im Entstehen begriffen; es deutet das auf einen sehr lebhaften Stoffwechsel in dem jungen Organ hin. Möglicherweise kommt der Stoffwechsel in Bractee und Kelch, und sollte es auch nur die Wasserverdunstung und Ansammlung von Salzen sein, direkt der zugehörigen jungen Blüthenanlage zu Gute. Ueber Form und Entwickelung der Spaltöffnungen ist nichts Besonderes zu sagen, sie entstehen nach dem gewöhnlichen Typus der Dikotylen. Auffallend ist das regelmässige Auftreten einer Spaltöffnung, welche die äusserste Spitze der Kelchblätter krönt. Sie entsteht gleichzeitig mit den ersten Spaltöffnungen auf der Blattfläche, ist wie diese gestaltet, mit Vorhof versehen und führt in eine Athemhöhle, in deren Nähe der Hauptnerv des Blattzipfels ausläuft. Diese Spaltöffnung, etwas grösser als die der Flächen, ist

ihrer Lage und allen Nebenumständen nach als »Wasserspalt« anzusehen. Seine Entstehung ist eine durchaus verschiedene von denen der Luftspalte. Die beiden obersten Epidermiszellen des Blattrandes nämlich, welche sich anfangs von ihren Schwesterzellen nicht im mindesten unterscheiden, vergrössern sich nachträglich, verdicken ihre Wände stellenweise beträchtlich und rücken dann gleich den Schliesszellen der Luftspalte auseinander (Fig. 20; *a*, *b*, *c*, *d*).

Je mehr sich nun die Blüthenknospe vergrössert und dem Schutzbereich der Bractee entwächst, desto weiter entwickeln sich neben den vorderen Kelchblättern auch die hinteren. Die unteren Partieen zarten Gewebes nehmen, je mehr sie an's Licht hervortreten, ihre definitive Gestaltung und Structur an, und so kommt auch damit die Reihe an die gemeinschaftliche Basis der Kelchblätter, welche durch intercalares Wachsthum sich in die Länge streckt und ihr Gewebe rasch heranreift. Auch ein Blüthenstiel entsteht durch Auswachsen der die Blüthenknospe tragenden Gewebetheile. Bald ist dann von einer verschiedenartigen Ausbildung der vier Kelchzipfel, die lanzettlich zugespitzt sind, weiter nichts mehr zu entdecken, als dass die vorderen oft noch lange oder endgiltig grösser bleiben als die hinteren.

Von der Corolle haben wir Zeit und Art der Entstehung ebenfalls schon kennen gelernt. Auch die Petala stehen nicht getrennt, sondern hängen, wie es die Figuren 11 und 16 veranschaulichen, durch einen basalen Gewebering zusammen. Auch sie zeigen eine ungleichmässige Entstehung und gewöhnlich eine ungleichmässige Ausbildung in der ersten Zeit, indem dasjenige Blumenblatt, welches zwischen beiden Staubblättern steht, also das später grösste, meist kleiner und unentwickelter ist als die übrigen. Die Protuberanzen der Staubblätter hängen mit dem Höcker dieser Blattanlage anfangs brillenförmig zusammen (Fig. 8) und erst, nachdem jene sich mehr und mehr individualisirt haben, holt dieses hintere Blumenblatt die anderen drei, ihm vorausgeeilten, ein. Stetig unter dem Schutze des bedeckenden Kelches erhebt sich die Corolle dann rascher. Der Hauptantheil an diesem Wachsthum fällt für's erste auf die Corollenzipfel, weniger betheiligt sich das jugendliche Gewebe der gemeinsamen Basis, die junge Blumenröhre, daran. Die Grösse des Kelches wird von der Corolle dann bald erreicht und überholt; deren Zipfel sind fest übereinander geschlagen und schützen, da sie jetzt aus dem Kelche hervorbrechen, nun ihrerseits die verborgenen inneren Blüthentheile. Das an's Licht gelangte blassgrüne Gewebe der Kronzipfel bleicht dann — durch gründliche Zerstörung seines geringen Chlorophyllgehaltes im Lichte — vollständig ab und nimmt dadurch für das Auge eine weisse Farbe an. Im ferneren Wachsthum tritt dann ein bläulicher Farbstoff im Zellsafte gelöst auf, erst in geringer Concentration, dann intensiver, und verleiht der zum Aufblühen reifen Knospe die schöne blauviolette Farbe.

Die Blüthenblätter wie die Kelchblätter bestehen in der ersten Zeit aus drei Zelllagen (Fig. 36). Die beiden äusseren, aus dem ausgestülpten Dermatogen bestehend, bilden die Oberhaut, welche eine dem Periblem entstammende Zelllage umschliesst. Diese letztere spaltet sich nach einiger Zeit in zwei Lagen, so dass die Blattorgane dann vierschichtig sind; auch geht aus den Periblemzellen das Procambium da hervor, wo später Gefässbündel die Lamina durchziehen. Die Oberhautzellen theilen sich nur wieder in einfachem Flächenwachsthum, so dass also die Epidermis einschichtig bleibt. Ueber das Stadium, wo das Blattorgan aus vier Zelllagen besteht, gehen die Kelchblätter rasch hinaus. Die Corolle dagegen bleibt zeitlebens darauf stehen: Die einzellige Periblemschicht theilt sich hier nur einmal in zwei gleich dicke Lagen (die Stellen, wo Procambium gebildet wird, natürlich ausgenommen).

Schon in sehr früher Jugend ist die Oberfläche der Corolle wie die der Kelchblätter und des Fruchtknotens höckerig (Fig. 11) und dann schon mit einer Cuticula überzogen, wie sich aus dem abstossenden Verhalten gegen Wasser schliessen lässt. Diese höckerige Oberflächenbeschaffenheit verschwindet bei allen anderen Organen wieder mehr und mehr; bei der Corolle entwickelt sie sich dagegen weiter, so dass die fertige Blumenkrone mit kleinen Papillen ganz übersäet erscheint, wodurch die Blume für das blosse Auge das zarte sammetartige Aussehen gewinnt, das jedenfalls noch erhöht wird durch die zahlreichen Cuticularleisten der Epidermis. Die Zellen dieser letzteren, die je eine solche Papille tragen und einen grossen Kern besitzen, greifen unregelmässig zackig ineinander, ohne Spaltöffnungen auszubilden. Die beiden inneren Zellschichten der Corolle sind ganz anders entwickelt. Es sind langgestreckte, in Längsreihen geordnete Elemente mit zarter Membran, prall mit Zellsaft angefüllt, denen höchst wahrscheinlich die Aufgabe zufällt, die Corolle straff zu erhalten, sowie das Oeffnen derselben durch Turgor- und nachträglich bleibende Grössendifferenz zu besorgen (Fig. 60). Bei welken Blüthen findet man nämlich diese inneren Zellen schlaff, geschrumpft, während an den festen Epidermiszellen keine Veränderung wahrzunehmen ist. Die zahlreichen Gefässe, welche die Corolle durchziehen, werden wohl, da keine Spaltöffnungen vorhanden sind und die starke Cuticula keinesfalls eine erhebliche Verdunstung zulässt, hauptsächlich dem Wasserbedürfniss dieser Zellen dienen [1]). Die Theilung der anfänglich einfachen Periblemzellschicht in zwei ist also von physiologischer Wichtigkeit und die Zweizahl dabei die vortheilhafteste, denn je dünner das Organ ist, desto geringere Grössendifferenzen beider Seiten genügen schon, eine gewisse Krümmungsbewegung hervorzurufen.

---

[1]) Von der geringen Transpiration der Corolle kann man sich experimentell überzeugen, indem man ältere Blüthenkronen sorgfältig loslöst und die Trennungsfläche vor Verdunstung schützt. Sie bleiben dann tagelang frisch.

Die Zartheit und die anatomische Struktur so vieler corollinischer Gebilde lässt sich vielleicht von diesem Gesichtspunkte aus erst recht verstehen.

Am längsten verweilt, wie schon betont wurde, die spätere Blumenröhre im jugendzarten Zustande, und erst kurz vor und während des Aufblühens streckt sie sich durch intercalares Wachsthum um das Vielfache ihrer anfänglichen Länge. In gleichem Verhältniss entwickeln sich auch die Basaltheile der Filamente, die mit der Kronröhre in der Folge »verwachsen«, indem zunächst das Gewebe des Blüthenbodens, welches zwischen beiden Organen die Brücke bildet, sich mit emporhebt, wodurch die Filamente an die Corolle angekittet erscheinen. In tieferen Regionen der Blumenröhre findet dann mehr und mehr eine innige Verschmelzung statt.

In dem oberen inneren Theile der Blumenröhre, welcher zum Schlunde wird, wachsen ganze Oberhautzellen zu grossen einzelligen Schläuchen, zu Trichomen aus, welche später als ein weisser Filz den Eingang in die Kronröhre verschliessen und den Fruchtknoten den Blicken des Beschauers entziehen. Diese langen durchsichtigen, mit wasserhellem Zellsafte gefüllten Haare entspringen aber nicht nur dem oberen Theil der Kronröhre selbst, sondern in der gleichen Höhenregion auch den Filamenten, welche an dieser Stelle mit der Corolle zusammenhängen. In den Jugendstadien, wo Filamente und Corolle noch gesondert stehen, ist diese haartragende Zone demgemäss noch nicht gebildet, sondern sie entsteht erst später.

Das Andröceum entsteht, wie eingangs erörtert wurde, gleichzeitig mit dem hintersten Blumenblatt in Gestalt zweier Höcker (*a* in Fig. 7, 8, 9, 10 etc. dann Fig. 16).

Die Blüthen von *Veronica longifolia* besitzen, wie die sämmtlichen *Veronica*-Arten, nur zwei Staubblätter, welche beide fruchtbar sind. Die meisten Repräsentanten der *Scrophulariaceen* entwickeln vier Staubblätter (von denen meist zwei länger, zwei kürzer sind). Die Gattung *Verbascum* endlich besitzt eine, bis auf das Gynäceum vollständig pentamere Blüthe. Dazwischen finden sich jedoch Uebergänge vor, indem die Gattung *Gratiola* mit zwei unfruchtbaren und zwei fruchtbaren Staubblättern von *Veronica* zu den Gattungen überleitet, wo vier fruchtbare Staubblätter entwickelt sind, und *Pentastemon* und *Chelone* führen mit ihrem fünften unfruchtbaren Staubblatt leicht zu dem pentameren Andröceum von *Verbascum* hinüber. *Veronica* ist demnach die einzige einheimische Gattung der *Scrophulariaceen*, in welcher nur zwei Staubblätter auftreten (unter fremden Gattungen *Calceolaria*, *Paederota*, *Wulfenia* z. B.) und man könnte danach vermuthen, dass bei *Veronica* ursprünglich vier (resp. fünf) Staubblätter angelegt seien, dass ein Paar davon aber schon in frühester Jugend abortire und nicht einmal so weit gedeihe wie das unfruchtbare Paar bei *Gratiola*.

Solche Fälle sind in der Entwickelungsgeschichte ja sehr häufig. Die sorgfältigsten Beobachtungen ergaben jedoch, dass normaler Weise bei der Blüthe von *V. longifolia* nur immer zwei Staubblattanlagen auftreten. Von einem anderen Paare sind auch nicht die geringsten Anfänge zu entdecken. Unter der grossen Anzahl darauf geprüfter Blüthenanlagen fanden sich in kleiner Anzahl allerdings auch solche vor, wo die deutliche Anlage eines zweiten Staubblattpaares zwischen den beiden seitlichen und dem vorderen Kronzipfel nicht zu verkennen war. Auch ältere Stadien (dem in Fig. 12 abgebildeten entsprechend) fanden sich mit vier Antherenanlagen vor. Dies sind jedoch Ausnahmefälle und bei sorgfältigem Absuchen einer grossen Anzahl von Blüthentrauben liess sich eine ganze Anzahl ausgebildeter Blüthen finden, wo theils drei, theils vier Antheren mehr oder weniger normal ausgebildet waren. Wo deshalb in früher Jugend ausnahmsweise mehr als zwei Staubblattanlagen auftreten, da scheint es, dass sich dieselben auch regelmässig weiter entwickeln, und es muss als abnormes Verhalten bezeichnet werden, wenn mehr als zwei Staubblattanlagen überhaupt sichtbar sind.

Es wird von Interesse sein, auf die Fälle, wo überzählige Antheren ausgebildet waren, noch näher einzugehen; da dies jedoch nicht möglich ist, ohne auch andere gleichzeitige Abweichungen im Blüthenbau mit heranzuziehen, so soll dies im Zusammenhang weiter unten geschehen. Verfolgen wir zunächst die Entwickelung der beiden jungen Staminalhöcker, so sehen wir, dass sie bald alle anderen Organanlagen im Wachsthum überflügeln und die massigsten Gebilde der Blüthe sind (vergl. die Abbild. auf Taf. I). Anfangs ist an ihnen kein besonderer Theil zu unterscheiden. Es sind ovale blattähnliche Gebilde, welche ihrer Form nach an die fleischigen Blätter gewisser *Sempervivum*-Arten erinnern, aus zartem durchsichtigem, aber dichtem Gewebe bestehend. Diese Staubblattanlagen, welche einen vollkommen elliptischen Querschnitt besitzen (Fig. 25), krümmen sich bei ihrem weiteren Wachsthum in Länge und Breite über den Fruchtknoten hin. Das Breitenwachsthum geht dann nicht mehr an allen Stellen gleich vor sich, sondern die Basalgegend bleibt schmäler und damit ist die Grundanlage zum Filamente gegeben. Letzteres bleibt zunächst noch sehr kurz, während die obere Partie mehr und mehr herzförmig auswächst (Fig. 21, 22). Während dieses Vorganges verändert sich auch der Querschnitt des Staubblattes. In der Mitte tritt nach dem Fruchtknoten hin eine Concavität auf, und an dieser Stelle bleibt dann später eine dünnere Gewebelage zurück, während die beiden seitlichen Wülste sich frei entwickeln und mächtig an Dicke zunehmen. Es entsteht so zwischen ihnen das Connectiv (Fig. 26, 27), in dessen Mitte sich sehr bald Holzgefässe bilden; es entsteht ein Gefässbündelstrang, der von unten herauf das ganze Filament durchzieht (Fig. 22, 26, 27). Die beiden Staubbeutelanlagen,

welche zu dieser Zeit schon deutlich als längliche Wülste zu erkennen sind (*pw* in Fig. 26) und nach dem Innern der Blüthe vorspringen, werden rasch voluminöser. Dabei differenzirt sich in der Mediane dieser primären Wülste eine dünne Zellschicht (*s* in Fig. 22 und 24), die durch ihr Verhalten auch äusserlich eine Längsnaht sichtbar werden lässt (*s* in Fig. 24), welche dann das zu beiden Seiten quasi überquellende Gewebe in zwei secundäre Wülste (*sw* in Fig. 22), in die späteren Antherenfächer scheidet. Währenddessen hat schon die Ausbildung der Pollenurmutterzellen begonnen. Aus dem bisher gleichmässigen Gewebe, welches nur eine äussere Zellschicht, das Dermatogen, vom Grundgewebe gesondert erkennen liess, gehen nämlich folgende Bildungen hervor. (Siehe die schematische Darstellung auf Taf. III, Fig. 56 *A*, *B*, *C*.) Die Zellschicht z unter dem Dermatogen, welche äusserst produktiv ist, zerfällt durch tangentiale Wände zunächst in zwei Zelllagen, in eine äussere a und eine innere u. Letztere zeichnet sich bald durch besonderen körnigen Inhalt aus und durch deutliche grosse Zellkerne, die einen grossen Raum der ganzen Zelle in Anspruch nehmen. Aus dieser inneren Lage u, die durch Auftreten senkrecht aufeinanderstehender Längs- und Querwände in mehr oder weniger cubische Zellen zerfällt (Fig. 23 *a* und *b*, *u*), entstehen damit die Urmutterzellen des Pollens. Durch ihr gelbes dichtes Protoplasma, die grossen Zellkerne, und ihre auffallende Grösse bei etwas dicken (collenchymatischen) Zellwänden sind sie leicht kenntlich (Fig. 24 zeigt dieselben in zwei Längsreihen durchschimmernd). Sie sind in doppelter Lage vorhanden und scheinen sich nur noch in die Breite weiter zu vermehren, da ihre Zahl nach dieser Richtung später eine grössere ist als ursprünglich.

Die Theilschicht a geht während dessen nun ebenfalls weitere Theilungen der Länge und Quere nach ein. Durch die erste Tangentialtheilung wird nach innen eine Zelllage abgeschieden, welche ihrerseits sich nicht mehr durch Theilung vermehrt; ihre einzelnen Zellen nehmen ungefähr die Grösse und Gestalt der ihnen benachbarten Urmutterzellen des Pollens an und bilden das sogenannte Tapetenepithel (*t* in Fig. 24 u. 56). Auch nach der Zellschicht *s* hin (Fig. 24) wird ein solches Tapetenepithel ausgebildet und so die Pollenmutterzellen ganz davon umschlossen. Es ist dieses eigenartige Gebilde, welches in den Sporangien der Gefässkryptogamen sein vollständiges Analogon hat, jedenfalls durch seine Inhaltsstoffe von besonderer Bedeutung für die Sexualzellen, wie seine Auflösung bei fortschreitender Ausbildung der letzteren unzweideutig zu erkennen gibt.

Die nach aussen, direct unter dem Dermatogen gelegene Zelllage, die Schwesterschicht des Epithels, erfährt abermals eine Haupttangentialtheilung (in der Skizze punktirt) und einige Quertheilungen. Von den dadurch entstandenen zwei Zelllagern gewinnt das äussere (*f*) später

seine besondere Bedeutung durch leistenartige Verdickungen. Es entstehen daraus die fibrösen Zellen, welche beim Aufplatzen der Pollensäcke durch ihre Starrheit gegenüber der eintrocknenden und schrumpfenden Epidermis eine Rolle spielen. Diese Verdickungen treten jedoch erst zu einer Zeit auf, wo das Tapetenepithel und die indifferent gebliebene Schicht *i* schon resorbirt sind. In Fig. 28 ist eine fibröse Zelle abgebildet; hufeisenförmige Verdickungsbänder (*b*), welche selten verzweigt sind (*c*), und deren Endpunkte in den benachbarten Zellen wie die von Porencanälen correspondiren, verleihen dieser Zellschicht ihre Starrheit.

Die Pollenmutterzellen verdicken ihre Membranen, welche dabei sehr wasserreich zu werden scheinen; es entstehen 4 Kerne, und damit geht Hand in Hand die bekannte Viertheilung in Tetraden, wie sie von den meisten Dikotylen bekannt ist. — Das Objekt ist so klein, dass die mir zu Gebote stehende Wasserimmersion No. 9 von Hartnack keine wesentlichen Aufschlüsse über die feineren Vorgänge der Kerntheilung verschaffen konnte, auf deren Verfolgung deshalb verzichtet werden musste. — Die Entwickelung der Pollenkörner bis zu ihrer Reife bietet weiter kein bemerkenswerthes Moment mehr. Die ausgebildeten Pollenkörner haben eine rundlich tetraedrische Gestalt, indem den Ecken eines Tetraeders entsprechend schwache Ausstülpungen auftreten, wo die Exine schwächer, die Intine stärker entwickelt ist, und wo unter günstigen Umständen die Pollenschläuche hervorbrechen. Es gleichen die ausgebildeten Pollenkörner demnach etwas der bekannten Form von Epilobium.

Das Gynäceum entsteht, wie schon erwähnt, als Schlussgebilde der Blüthenaxe, indem der eigentliche Scheitel (*s* in Fig. 7) im Wachsthum von einer ringförmigen Region (*f* in Fig. 9 und 10) überholt wird, welche, sich erhebend, die junge Fruchtknotenwand bildet. Dieser Ringwall zeigt nach dem äusseren und inneren Blumenblatt zu zuweilen eine kleine Erhöhung, während er zu beiden Seiten dann eine kleine Vertiefung erkennen lässt, (Fig. 37 zeigt einen deutlichen Fall) was darauf hindeutet, dass er aus zwei Fruchtblättern zusammengesetzt ist. Von einer Placenta oder einer Scheidewand ist noch nichts zu sehen, am wenigsten von einem »*mamelon central*«. An den Seiten jedoch, wo die beiden Fruchtblätter an einander grenzen, macht sich alsbald jederseits eine leistenartige rundliche Ausstülpung bemerklich. Diese tritt zunächst an der Basis der Fruchtknotenwand hervor und entspringt bei dem fortschreitenden Höhenwachsthum dann auch immer höheren Zonen. Diese einander gegenüber befindlichen Leisten rücken auf einander zu (Fig. 30—34 *A*), treffen sich schliesslich mehr oder weniger in der Mitte des Hohlraumes und verbreitern da ihre Enden, indem sie sich gegenseitig abzuplatten scheinen. (Fig. 33, 34.) Die Grenzlinie *a* in Fig. 33 und 34 ist noch lange Zeit sichtbar, indem hier die Zellen durch wiederholte Theilungen senkrecht zu dieser in Reihen

angeordnet erscheinen, welche als »Grenzzellreihen« hier bezeichnet werden sollen. Betrachtet man den jugendlichen Fruchtknoten nur von der Seite oder im Längsschnitte, so könnte man fast versucht sein zu glauben, es erhebe sich in demselben ein axiler Zapfen (Fig. 30—33 *B*); die Querschnitte *A* zeigen aber, dass dies der senkrechte Durchschnitt durch die Wülste ist, welche von beiden Seiten, wie erwähnt, in die Höhlung des jungen Fruchtknotens hereinwachsen. Der oben lange Zeit offene Fruchtknoten wächst schliesslich oben zusammen und verschmilzt dabei auch mit den Wülsten, welche jetzt denselben in 2 getrennte Abtheilungen scheiden.

Wie die Kelch- und Blumenblätter, so bestehen auch die Fruchtblätter anfangs aus 3 Zelllagen (Fig. 36.), deren innere sich später durch Theilung weiter spaltet (Fig. 35 *f*). Die Placenten erscheinen also als die umgeschlagenen verdickten Enden der Wulstleisten und entsprechen den Rändern der Carpellblätter. Betrachten wir nun den Vertikalschnitt durch eine solche Placenta, so finden wir dieselbe überkleidet mit einer doppelten Lage concentrisch geordneter prismatischer Zellen (Fig. 35, 38, 39). Diese beiden Decklagen von Zellen sind von Bedeutung für die Entstehung der Samenknospen, welche unmittelbar aus denselben hervorgehen. Sie sind als »carpellbürtige« Samenknospen ihrer Entstehungsweise nach als Blattzipfel, oder auch nach einigen Autoren als »Knospen« aufzufassen, welche dann Adventivknospen analog wären, wie sie zuweilen an Blättern auftreten — wenn man eben alle vegetabilischen Organe auf Stamm, Wurzel (Blatt) und Trichom zurückführen will, woran sich die Morphologie seit der Metamorphosenlehre Göthe's gewöhnt hat. Die anfangs glatte Oberfläche der Placenten bekommt alsbald kleine Höcker (Fig. 39), die dicht neben einander stehen, sich aber bald mehr und mehr ausstülpen und individualisiren (Fig. 40), bis sie sich zu Samenknospen umgestaltet haben (Fig. 41; genaueres darüber siehe weiter unten).

Wo die Carpellränder oben zusammenstossen und mit der Querwand verwachsen, findet sich zunächst ein Gewebepolster vor (Fig. 14, 34), das durch lebhafte horizontale Theilungen und Streckung seiner Zellen nach oben den jungen Griffel bildet. Dieser zeigt schon früh auf seiner abgestutzten Endfläche die kleinen Narbenpapillen, die später nur grösser werden und sich durch 2—3 Querwände kammern. — Wenn die Samenknospen ausgebildet sind, dann nehmen die Placenten nicht mehr den grössten Theil des Raumes von der Fruchtknotenhöhlung in Anspruch. Der Fruchtknoten ist stark gewachsen und hat dabei eine birnförmige Gestalt angenommen, weil er unten von dem mächtig entwickelten *Discus hypogynus* zusammengepresst wird. Die Scheidewand hat sich in gleichem Maasse mitgestreckt, und so sitzen denn die Placenten mit den Samenknospen frei in der Mitte auf letzterer im oberen Theile des Fruchtknotens. Ein Gefässbündelstrang durchzieht dann central den unteren Theil der Wand bis zum Ansatzpunkte

der Placenten. Hier legen sich an die Holzgefässe derselben Tracheiden an, welche aus einem Theil der oben beschriebenen »Grenzzellreihen« entstehen, und welche sich an die Holzgefässe der Funiculi der Samenknospen anlegen. Der übrige nicht in Tracheiden umgebildete Theil der »Grenzzellreihen« ist zartwandig und reichlich mit Inhaltskörpern gefüllt; er grenzt sich scharf von den umgebenden rundlichen Zellen der Placenten ab. Wie wir später sehen werden, geben diese Zellen Leitgewebe für die Pollenschläuche ab.

Der Griffel hat während dessen auch seine definitive Knospengrösse erreicht. Er hat die Gestalt eines Cylinders mit elliptischem Querschnitt, die grosse Axe von vorn nach hinten gerichtet. Auf dem Querschnitte erkennt man neben der Epidermis und einem in concentrischen Reihen angeordneten Rindengewebe eine auf dem Querschnitt elliptische Partie kleiner dünnwandiger Zellen (Fig. 55), welche im Längsschnitt langgestreckte Reihen bilden. An den schmalen Enden dieser Ellipse, und nur da, sind einzelne Spiralgefässe entstanden, auf jeder Seite bis zu sieben. Betrachtet man Längsschnitte durch Griffel und Fruchtknoten, so sieht man, dass diese Gefässe sich an die Hauptstränge der Fruchtknotenwand, welche auch in der Mediane verlaufen, anschliessen und den Griffel der Länge nach bis dicht unter die Spitze, ohne sich zu verzweigen, durchziehen. Der Griffel stellt danach die Spitzen der beiden Carpellblätter dar, welche mit einander verwachsen sind. Von einer äusserlichen Trennung auch nur der Narbe wie z. B. bei *Gratiola* ist nichts zu erkennen, nur die Stellung der Narbenpapillen giebt eine Andeutung in dieser Richtung.

Dicht unter diesen Narbenpapillen endigen die Tracheen des Griffels in ein kurzzelliges Epithem, ausgezeichnet durch einen besonderen Inhalt seiner Zellen, ein Epithem, wie es ähnlich die Gefässendigungen bei Wasserspalten z. B. bedeckt. Dasselbe dient wohl hier dazu — wie sonst zur Ausscheidung tropfbar flüssigen Wassers — die Secretabsonderung der Narbenpapillen zu unterstützen oder überhaupt zu ermöglichen. Das procambiumartige centrale Gewebe des Griffels nimmt nach erfolgter Bestäubung die keimenden Pollenschläuche in sich auf. Dieselben dringen in dem dünnzelligen Leitgewebe nach abwärts und resorbiren dasselbe dabei, so dass man sie später völlig frei in der hohlen Griffelsäule findet. An der Ansatzstelle der Placenten angelangt, werden die Pollenschläuche dann von den »Grenzzellreihen« der Placenten aufgenommen und in die Fruchtknotenhöhlung eingeleitet (an den Stellen *s* der Fig. 34 *A*), wo sie sich der Oberfläche der Placenten anschmiegen und weiterwachsend in die den Placenten zugewandten Mikropylen der anatropen Samenknospen gelangen.

Die Entstehung und Structur des *Discus hypogynus* ist eine recht einfache. Dass er eine zellige Wucherung des Blüthenbodens rings um den unteren Theil des Fruchtknotens ist,

welche das junge Gynäceum an seiner Basis umwächst, gleichsam wie ein Integument seinen Knospenkern, damit ist eigentlich schon alles gesagt. Kaum ist der Fruchtknoten oben geschlossen, so macht sich dieser Zellwulst am Grunde desselben auch schon bemerklich; er ist lediglich adventiv, d. h. wird nicht in der acropetalen Reihenfolge mit angelegt, in welcher die übrigen Organe entstehen, und wird wohl am besten als Anhangsgebilde des Fruchtknotens selbst aufgefasst. Durch beständige Theilung seiner Zellen erhebt sich dieser Ring zu einem ansehnlichen, oben abgeplatteten Wall oder auch einem mehr rundlichen Ring mit convexen Seitenflächen bis zu einem Drittel der Höhe des Fruchtknotens, dessen basale Einschnürung er veranlasst. Er ist gebildet aus kleinen rundlichen Zellelementen, die reich an Inhaltsstoffen sind, und trägt auf seiner Oberfläche zerstreut Spaltöffnungen, die an sich recht klein, aber im Vergleich zu ihren ringförmigen Schliesszellen breit zu nennen sind. Eine weite Oeffnung führt durch sie in breite aber flache Athemhöhlen. Es ist das ein für Wasserspalten charakteristischer Bau, und es ist zu vermuthen, dass diese Spalten ein nektarartiges Sekret absondern, oder doch durch Wasserabsonderung dafür sorgen, dass der anderweit abgeschiedene Nektar flüssig erhalten wird. [1]) Gefässelemente fehlen dem *Discus hypogynus*.

Bevor wir die Entwickelung der Samenknospen genauer verfolgen, soll im Anschluss an die Entwickelung des Fruchtknotens noch der Vorgang des Aufspringens desselben bei der Samenreife erwähnt werden. Die Samenkapseln von *Veronica* öffnen sich bekanntlich, indem die beiden Hälften der Frucht, welche den beiden Carpelltheilen entsprechen, sich durch einen Spalt von einander trennen, der beim Austrockenen immer weiter auseinander klafft. Von einer solchen Trennungsfläche, (wie z. B. *t* in Fig. 34 *A*), welche die, zu den verschiedenen Carpellblättern gehörigen Gewebe scheidet und quer den ganzen Fruchtknoten durchzieht, war bis jetzt in keinem Entwickelungsstadium etwas bemerkt worden und genaue Untersuchungen zeigen, dass eine solche Scheidefläche, welche die Elemente der beiden Carpellblätter trennt, überhaupt niemals auftritt. In den reifen Kapselfrüchten haben wir nämlich nicht, wie man anzunehmen geneigt ist, die beiden ganzen Carpelle, sondern nur Holzgerippe derselben vor uns; ein grosser Theil des Fruchtknotengewebes ist durch Austrocknung verschwunden, so auch die Hauptmasse der Zellen der Scheidewand. Wenn der Fruchtknoten nahezu seine definitive Grösse erreicht hat, dann verdicken sich die Zellen, welche den inneren Wandbeleg darstellen, beträchtlich bis zum Verschwinden ihres Lumens und verholzen alsdann. So verholzen in gleicher Weise auch die Wandbelegzellen des Scheidewandgewebes mit Aus-

[1]) Da mir am Schlusse dieser Untersuchungen nur Alkoholmaterial zur Verfügung stand, konnte diese Frage nicht direct entschieden werden.

nahme der Placenten. Alles andere parenchymatische Gewebe des Fruchtknotens wird zerstört, die Placenten trocknen aus und an ihrer Ansatzstelle findet sich, da hier keine Verholzung statthatte, eine Oeffnung, die beim weiteren Ausdörren weiter aufreisst und an deren Rändern die vertrockneten Placenten mit den reifen Samen anhängen. Die übrig gebliebenen holzigen Kapselhälften entsprechen also mutatis mutandis dem holzigen Kern einer Steinfrucht. (In Fig. 57 ist das später verholzende Endocarp schraffirt).

Die Entstehung und Entwickelung der Samenknospen wurde bereits in groben Umrissen angedeutet. Etwas erschwert war die Untersuchung durch das relativ häufige Auftreten von abnormen Bildungen, für die wohl die späte Jahreszeit (September) günstig war.

Der normale Entwickelungsverlauf der Samenknospen (Fig. 42—50) ist kurz folgender. In der bereits erwähnten doppelten peripherischen Schicht prismatischer Zellen, welche die Placenten überziehen, treten zu gewisser Zeit Wucherungen auf, welche dicht an einander grenzen (Fig. 40) und die sich bald zu kleinen Warzen differenziren. Diese Wärzchen (Fig. 42) sind aus wenigen Zellen zusammengesetzt und aus ihnen entstehen die Samenknospen. Eine einzige Periblemzelle gibt durch Theilungen und Auswachsen der entstandenen Tochterzellen jedem dieser Wärzchen seine Entstehung. Da es zur Orientirung zweckmässig ist, ausser der Basis dieses Wärzchens noch einen bestimmt bezeichneten Punkt zu haben, so möge der Punkt *s* in Fig. 42 als Scheitel bezeichnet werden, obwohl er mit einem Vegetationsscheitel nur wenig gemein hat. Die Bildung der Samenknospe aus diesem Höckerchen geht nun folgendermassen vor sich. Bei ihrem weiteren Wachsthum überragen die dem Scheitel zunächst liegenden Zellen, welche in Fig. 42 mit Klammern eingeschlossen sind, das übrige Gewebe, so dass ersterer als isolirter Zapfen auf dem abgeplattet scheinenden Wärzchen aufsitzt (Fig. 43). Nun beginnt der so entstandene Zapfen aber sich kräftiger zu entwickeln. Er wächst weit hervor (Fig. 44, 45) und bildet im Innern eine grosse axile Zelle aus, die sich durch einen verhältnissmässig grossen Zellkern und körnigen Inhalt auszeichnet. Beide Theile, der Zapfen und die ihn tragende Warze vergrössern sich nun rascher und ersterer wird von den Zellen der letzteren dabei umwallt und mehr und mehr eingeschlossen (Fig. 45—48). Die Ausdehnung der Zellen erfolgt dabei in der Weise, dass der Basaltheil des Knospenkerns, denn diesen letzteren stellt der Zapfen dar, gegen den sich absondernden Stiel der Samenknospe (den Funiculus) nach rückwärts geschoben wird (Fig. 48, 49). Der Zapfen ist von Anfang an fast unter einem Winkel von 90° gegen die Basis des Wärzchens angesetzt und wird durch das unter ihm sich ausdehnende Gewebe vollends in die Stellung 90° gegen den jungen Funiculus gebracht. Die stärkste Entwickelung der Samenknospe geht nun in der Richtung des Zapfens vor sich: Der rundliche Körper der Knospe streckt sich besonders nach

hinten in die Länge, und die Integumente überwallen den Knospenkern vorn (Fig. 48—50). Bei der Verlängerung der Knospe nach hinten bildet sich die untere Zellpartie vom Funiculus an (*r* in Fig. 48) zur Fortsetzung des sich etwas nach rückwärts krümmenden Funiculus, zur sog. Raphe aus. Beide, Funiculus und Raphe, werden dann von wenigen Spiralgefässen durchzogen, welche im Knospengrunde auslaufen (Fig. 50). Die Raphe ist also niemals die freie Fortsetzung des Funiculus, welche später mit der Samenknospe verwächst, sondern differenzirt sich aus dem Gewebe der letzteren in engem Anschluss an die Struktur und Function des Funiculus, als seine Fortsetzung im anatomischen und physiologischen Sinne.

Der verhältnissmässig kurz gebliebene Knospenkern, welcher ausser der axilen Zelle nur eine, diese umhüllende Zellschicht zeigt, sitzt am Grunde der Knospenhöhlung. Die die axile Zelle umhüllenden Zellen (Fig. 45 *h*) scheinen bald viel von ihrer Wachsthumsfähigkeit zu verlieren, so dass sich der Kern nicht in dem Masse mitverlängern kann wie die Integumente; es hat den Anschein, als schlüge er ganz fehl. Die axile Zelle selbst erscheint in einem gewissen, etwa der Fig. 48 entsprechenden Stadium in 3 Zellen zerfallen, deren hinterste zur Embryosackmutterzelle wird, während die beiden vorderen zu Grunde gehen. Da löst die axile Zelle die Grenzmembranen zunächst der vorderen Hüllzellen auf und dringt dann wie ein Pilzfaden in der Knospenhöhlung bis nah an die Mikropyle vor. (Fig. 53, 54). Körniges Protoplasma und ein grosser Kern erfüllen die Spitze des Schlauches, welcher auch die hinteren Hüllzellen des Knospenkerns allmählich auflöst und nun als nackter Embryosack den ganzen Knospenkern darstellt. Später resorbirt derselbe auch noch in seiner vorderen Hälfte, wie es scheint, die angrenzende Hüllschicht des Integumentes und es erscheint dann hier eine ovale Aussackung. Der ursprüngliche Kern ist an der Grenze dieser letzteren zurückgeblieben und vorn am Scheitel finden sich dann gewöhnlich noch 2 (3?) deutliche Keimbläschen vor.

Eine andere Plasmaanhäufung ist im hinteren schmalen Ende des Embryosackes zu finden, wo ebenfalls zwei Zellbläschen, aber nicht so deutlich wahrgenommen werden konnten.

In der vorderen Aussackung fanden sich gewöhnlich wandständige kleine stärkeähnliche runde Körnchen, die aber nicht aus Stärke bestehen, sondern den stärkelösenden Reagentien widerstehen. Mit Jod bräunen sich dieselben wie die Zellmembranen der Samenknospe.

Auffallend häufig fand sich eine Entwickelung der Samenknospen vor, welche von der normalen in gewissen Stadien ziemlich abweicht, allem Anscheine nach aber doch zu fruchtbaren Samen führt. Bis zu dem Stadium etwa, welches in Figur 46, 47 dargestellt ist, weicht die Entwickelung der abnormen Knospen nicht von dem der normalen ab, dann aber erhält der Knospenkern dadurch, dass sich das Gewebe vorn unter ihm rasch und stark entwickelt,

eine ganz ungewöhnliche Lage (Fig. 51). Dabei bildet sich im Übrigen ganz normal die Knospenhöhlung und die Mikropyle aus. Hat dann die Samenknospe eine gewisse Grösse erreicht, das Stadium nämlich, wo die axile Zelle die Hüllzellen resorbirt, dann zeigt sich ein eigenthümliches Verhalten des Embryosackes. Er wendet sich aus seinem bisherigen falschen Kanal c zurück, hinterlässt an dessen Mündung gewöhnlich ein kleines Klümpchen einer schleimartigen Degradationsmasse und wendet seine Spitze dem Mikropylenkanal zu, in welchen er geradeso wie ein normaler Embryosack vordringt und durch sein Dickenwachsthum das Integument auseinander drängt (Fig. 52—54).

Das Interessanteste bei diesem Vorgang ist jedenfalls das Aufsuchen der Knospenhöhlung durch den Embryosack, nachdem er die Hüllzellen zerstört hat. In späteren Stadien verhält sich eine solche Samenknospe ganz wie eine normal entstandene.

Es wird von Interesse sein, kurz auf den frühesten Gefässbündelverlauf einzugehen. Betrachtet man den diametralen Längsschnitt einer Blüthenspindel, an welcher die Bracteen in acropetaler Reihenfolge entstehen und in deren Achseln die jungen Blüthenknospen sich entwickeln, so sieht man, dass sich das homogene Urmeristem des Scheitels, welches nur die Dermatogenschicht gesondert erkennen lässt, alsbald in die verschiedenen Gewebe scheidet, von denen die junge Epidermis, das junge Mark und das, aus langgestreckten dünnwandigen Zellen bestehende Procambium sich zunächst deutlicher abzeichnen. In dem Procambium, welches sehr früh schon die jungen Bracteen durchzieht, treten alsbald einzelne Reihen übereinanderliegender Zellen besonders hervor. Sie verdicken ihre Wand spiralig und büssen dabei ihren protoplasmatischen Inhalt ein. Diese Spiralfaserzellen, die aneinander stossen, lösen dabei ihre Zwischenwände auf und werden so zu Spiralgefässen, die einzeln inmitten des Procambiumstranges daherziehen.

Bracteen, deren Achselblüthenknospe eben als kleiner Höcker erscheint, sind schon von einer ganzen Anzahl fertiger Spiralgefässe durchzogen. Die den erstentstandenen Gefässen benachbarten Zellreihen des Procambiums werden dann meist zunächst in dieselbe Umgestaltung hereingezogen, so dass sich in den älteren Stengeltheilen immer mehr dieser Gefässe zeigen. Haben die Blüthenknospen ein gewisses Alter erreicht, dann sieht man, wie auch in ihnen die Bildung eines langzelligen Procambiums durch Streckung von einzelnen Zellen, welche dabei auch noch Längstheilungen erfahren können, vor sich geht. Schief unterhalb der Ansatzstelle der Blüthe tritt dieses Blüthenprocambium mit dem des Stammes in organischen Zusammenhang. Es durchzieht zunächst die Mitte der Kelchblätter, der Blumenblätter, der Staubblätter und der Carpelle und späterhin auch der Carpellscheidewand bis zur Ansatzstelle

der Placenten, um sich in den meisten Gebilden später mannichfach zu verzweigen, so dass später ein reiches System von Gefässbündeln die Blüthe durchzieht. Die Spiralgefässe bilden sich gerade so wie auch in dem Stengelprocambium von unten nach oben weiterschreitend aus. In jede Samenknospe tritt, wie wir gesehen, ein feines Aestchen ein. In den Staubblättern verläuft der Gefässbündelstrang unverzweigt bis in das Connectiv. Betrachtet man den Blüthengrund an der Stelle, wo sich die Gefässbündel in die einzelnen Blüthentheile abzweigen, im Querschnitt, so gewahrt man ein doppeltes Kreuz. Die Arme des einen Kreuzes laufen in der Richtung nach den Kelchblättern, die des anderen in seinen Armen um 45° abweichenden Kreuzes nach den Blumenblättern. Auf Längsschnitten erkennt man dann, dass sich von den, zu den beiden hinteren Kelchzipfeln führenden Strängen andere nach innen abzweigen, welche in die Filamente, die ihnen opponirt sind, einbiegen. Andererseits senden auch die Stränge, welche den vorderen und hinteren Corollenzipfel versorgen, median verlaufende Abzweigungen nach innen in die opponirten Carpelle. Später treten die Procambiumstränge allenthalben mit einander in Anastomose, sie bilden besonders im Blüthengrunde einen dichten Knoten, so dass obiges primäres Schema sich immer mehr verwischt.

Das empirische Diagramm der Blüthe ist in Figur 57 dargestellt. Die Blüthe ist tetracyclisch und tetramer bis auf das Andröceum und Gynäceum, welche dimer ausgebildet sind. *A* stellt in der Figur die Blüthenspindel, *b* die Bractee vor, so dass die beiden Carpellblätter vorn und hinten in die Mediane fallen. Theoretisch ist das Diagramm der Veronica-Blüthe nach Eichler pentamer und ausserdem sollen noch zwei seitliche Vorblätter, die aber total unterdrückt sind, zu ergänzen sein. Die Blüthe würde aufzufassen sein, als nach dem gewöhnlichen $^2/_5$ Cyclus gebaut. Das linke vordere Kelchblatt wäre das erste, das zweite würde nach hinten in die Mediane fallen, ist aber unterdrückt, das dritte rechts vorn, vier und fünf dann links und rechts nach hinten. Diese Auffassung wird hauptsächlich unterstützt durch das Auftreten eines kleinen hinteren Kelchzahnes bei *Veronica latifolia* und *V. prostrata*, auch wird das frühere Auftreten der beiden vorderen Sepala 1 und 3 für dieselbe Auffassung herangezogen. Ob der letztere Umstand gerade viel Beweiskraft besitzt, ist sehr fraglich, wenn man die Entstehung der Corollenblätter betrachtet, von denen erst das vordere, dann die beiden seitlichen zugleich und spät erst das hintere zusammen mit den Staminalhöckern erscheint. Dieses hintere, welches theoretisch betrachtet wird als aus zwei Corollenblättern verwachsen und durch seine verhältnissmässige Grösse und den Einschnitt, welchen es bei manchen Arten besitzt, dazu zu berechtigen scheint, zeigt entwickelungsgeschichtlich von alledem nichts. Es entsteht als einzige Anlage sehr spät und ist dabei die kleinste aller Kronblattanlagen.

Bei der Beschreibung des Andröceums wurde auf abweichende Verhältnisse im Bau einzelner Blüthen von *Veronica longifolia* aufmerksam gemacht, welche hier wohl am besten ihren Platz finden.

Ueber abnorm ausgebildete Veronica-Blüthen finden sich zwei Angaben [1]). So fand Schlechtendal bei *Veronica gentianoides* Blüthen vor, welche 4 Stamina entwickelt hatten; von den beiden accessorischen nahm er an, dass sie einem zweiten inneren »Wirtel« angehörten, denn sie waren nicht mit der Kronröhre verwachsen. Von grösserem Interesse sind für uns die Angaben desselben Autors über abnorme Blüthen von *V. longifolia*. Im Juni fanden sich an dieser Pflanze Blüthen vor, welche fünf auch sechs Perigonzipfel entwickelt hatten, an denen weiterhin ein kleiner hinterer Kelchzahn wie bei *V. latifolia* aufgetreten war; in sechszähligen Blüthen zeigte sich auch ein sechster Kelchzahn vorn, oft noch kleiner als der fünfte. Die Anzahl der Stamina in diesen Blüthen schwankte von 2 bis 4; kamen drei vor, so gehörte das dritte oft einem »zweiten Kreise« an und stand hinten.

Obwohl es nun nichts aussergewöhnliches ist, dass Blüthen ihre Organe vermehren, so bieten doch Ausnahmen von der Regel bei solchen Blüthen, in denen augenscheinlich Organe verkümmert oder unterdrückt sind, ein gewisses morphologisches Interesse, und es sollen aus diesem Grunde die gefundenen Abweichungen einzeln kurz erwähnt werden, die im September beobachtet wurden. Fünf dieser Blüthen zeigten neben den normalen Staubblättern noch zwei Adventivstamina entwickelt. 4 Blüthen hatten 3 Stamina; ausserdem fanden sich noch zwei Blüthen, welche morphologisch sonst sehr interessant sind.

1. Es sind neben den hinteren Staubblättern noch die beiden vorderen (rechts und links vom vorderen Kronzipfel) entwickelt und zwar völlig normal, nur kleiner. Alle Stamina sind mit der Corolle verwachsen.

2. Ebenso wie 1.

3. Ebenso wie 1.

4. Ebenso wie 1.

5. Die beiden Adventivstamina tragen keine normal entwickelten Antheren, sondern nur sterile Knötchen. Sonst wie 1.

6. Es ist neben den normal vorhandenen Staubblättern noch das vordere linke normal entwickelt, aber kürzer.

7. Das vordere rechte ist vorhanden, normal entwickelt.

8. Das vordere linke ist mit fehlgeschlagener Anthere vorhanden.

---

[1]) Schlechtendal. Monstrositäten. Bot. Ztg. 1846 No. 24 und 29.

Der Umstand, dass die Adventivstamina kürzer sind, auch bei sonst normaler Entwickelung, als die beiden hinteren, normaler Weise vorhandenen lässt sich in zweierlei Weise auffassen. Man kann es einmal als natürlich betrachten, dass solche Adventivgebilde nicht die Grösse und Kraft erreichen, welche normal vorhandene Gebilde besitzen. Man kann darin aber auch eine Uebereinstimmung sehen mit so vielen symmetrisch entwickelten Scrophulariaceenblüthen, deren vier Stamina paarweise eine ungleiche Mächtigkeit besitzen, und es würde von diesem Gesichtspunkte aus die Erscheinung an Interesse gewinnen, insofern sie ein allgemeineres Gesetz in der Ausbildung der vier Staubblätter bei den symmetrisch entwickelten Scrophulariaceen ahnen lässt.

In den 8 ausgeführten Fällen waren die übrigen Blüthentheile in normaler Weise entstanden: ein vierzähliger Kelch, eine vierzählige Corolle und ein zweifächeriger Fruchtknoten. Besonders merkwürdig in mancher Beziehung sind folgende beiden Fälle:

9. Die Blüthe besitzt einen fünfzähligen Kelch, eine dreizählige Corolle, 3 Staubblätter und einen normalen Fruchtknoten. Sie ist gross und proportionirt entwickelt und besitzt durchaus nichts krüppelhaftes im Aussehen. Auffallend ist dabei die Orientirung der einzelnen Theile. Bei einem fünfzähligen Kelch einer Scrophulariaceenblüthe sollte man erwarten, dass das unpaare Kelchblatt hinten stehe; bei der Gattung *Veronica* speziell deutet ja der unpaare Kelchzahn der beiden genannten Spezies *V. latifolia* und *V. prostrata* auf diese Stellung hin. In der vorliegenden Blüthe steht dieser unpaare Kelchzipfel, der mit den vorderen paarigen gleich kräftig entwickelt ist, vorne, der normal ausgebildeten Bractee zugewandt. Vorblätter sind nicht vorhanden, auch ist keine Torsion des Blüthenstieles bemerkbar, überhaupt kein äusserlicher Grund anzugeben, weshalb hier die eigenartige Stellung des unpaaren Kelchblattes, wie sie die Lobelien in der Anlage zeigen, die Papilionaceen auch beibehalten und die sonst so selten ist, auftritt. Das hintere Kronblatt ist dabei wie sonst entwickelt, die beiden anderen Kronblätter stehen vor den Zwischenräumen der drei vorderen Kelchzipfel. Alternirend mit den drei Kronzipfeln finden sich dann die drei Stamina.

Zwei davon, die zu beiden Seiten des hinteren Kronblattes, sind, was ihre Stellung und Grösse anlangt, als die beiden normal vorhandenen anzusehen. Das dritte Staubblatt, welches also dem vorderen unpaaren Kelchblatte opponirt ist, besitzt auch eine normale Ausbildung, ist aber kleiner, als die hinteren (Diagramm dieser Blüthe Fig. 58.).

10. Die zweite Blüthe besitzt ebenfalls einen fünfzähligen Kelch und eine fünfzählige Corolle, die Stamina und Carpelle sind in normaler Zahl vorhanden. Die ganze Blüthe ist kräftiger als die gewöhnlichen entwickelt, sonst wohl proportionirt. Der unpaare Kelchzipfel, der

auch hier zu den grössten gehört, steht ebenfalls wieder vorne, der normal entwickelten Bractee zugewandt. Auch hier ist absolut keine äussere Ursache zu der seltenen Stellungsweise zu finden, auch hat keine Resupination der Blüthe stattgefunden. Die fünf Kronzipfel stehen alternirend mit den fünf Kelchzipfeln, der hintere ist wie gewöhnlich entwickelt, auch das grössere, und der vordere ist durch zwei Zipfel ersetzt. Die beiden Stamina stehen wie gewöhnlich links und rechts vom hinteren Kronblatt. (Diagramm Fig. 59.).

Würde man zur Beurtheilung der Veronica-Blüthe die beiden letzerwähnten Fälle allein berücksichtigen, so könnte man versucht sein, das untere Blüthenblatt als aus zweien verwachsen anzunehmen, und damit würde dann auch das frühe Auftreten desselben entwickelungsgeschichtlich in Einklang zu bringen sein; es wäre ferner auch das Auftreten des mächtig entwickelten vorderen Kelchzipfels hier erklärt. Diese Annahme ist mit Rücksicht auf alle anderen Verhältnisse in höchstem Grade unwahrscheinlich; sie würde geradezu genügen, um *Veronica* aus dem Zusammenhange mit den übrigen *Scrophulariaceen* herauszureissen und verbietet sich damit von selbst. In Anbetracht solcher Fälle muss man aber fragen: Welche Bildungsabweichungen berechtigen denn überhaupt zu morphologischen Schlüssen? Willkürlich unter ihrer grossen Zahl auszuwählen, ist gewiss unstatthaft, und so ist der Werth derselben überhaupt in hohem Grade zweifelhaft, wenn wir sehen, wie Stellungsverhältnisse, welche die Blüthenmorphologie als ganz heterogene betrachtet, in einander übergehen können.

Wenden wir uns nach dieser Abschweifung wieder zur Entwickelung der normalen Blüthe zurück, so würde noch der Vorgang des Aufblühens zu verfolgen sein.

Derselbe ist hauptsächlich durch Veränderungen in den Dimensionsverhältnissen charakterisirt. Die Neubildung von Zellen ist kurz vorher schon im allgemeinen sistirt, doch bewahren die Zellen immer noch ein jugendliches unfertiges Aussehen. So kommt die Zeit heran, wo die Knospe sich entfalten soll. Das Oeffnen der Blüthen geschieht in der Regel des Vormittags, nachdem Tags zuvor schon, besonders aber in der vorangehenden Nacht die Corolle, namentlich die Kronröhre, sich rasch zu vergrössern beginnt. Auch die Filamente nehmen durch Wasseraufnahme in ihre Zellen und erhebliche Vergrösserung der Vacuolen schnell an Länge zu. Mit diesem neuen Wachsthum treten dann auch neue Spannungsdifferenzen auf, indem gewisse Zellkomplexe ihren Turgor erheblicher zu steigern im Stande sind als andere, wodurch dann Gestaltveränderungen und Bewegungen von Blüthentheilen bedingt werden.

Diese Vorbereitungen fangen langsam an, werden dann immer intensiver und erreichen während des Oeffnens der Blüthe selbst das Maximum. Da entfaltet die Blüthe sozusagen eine

rege Thätigkeit, wodurch ihren Organen möglichst rasch die zweckmässigen Stellungen zur Bestäubung gegeben werden. Die in rascher Dehnung begriffenen Zellen der Blumenkrone, der Filamente und des Griffels färben ihren Zellsaft intensiver blau, und in Folge der eintretenden Gewebespannung in der Corolle werden die Corollenzipfel aus der Knospenlage gebracht; sie biegen sich zurück und die Blüthe öffnet sich. Der verhältnissmässig kurze Griffel und die kurzen Filamente mit den grossen introrsen Staubbeuteln werden nun sichtbar. Sehr rasch strecken sich jetzt die Filamente und biegen sich etwas, doch wenig, nach aussen. Der Griffel beginnt ebenfalls, doch nicht in dem Masse wie die Staubblätter, sich zu verlängern und beugt sich dabei nach unten. Im Laufe des Nachmittags platzen dann bei trockener Luft die Pollensäcke an den Längsnahten auf und die Pollenmassen liegen frei. Frühestens am folgenden Tage beginnen dann die Narbenpapillen sich vollständig auszubilden. Die Blüthe ist am ersten Tage nicht fähig, bestäubt zu werden, sondern erst dann, wenn die Staubgefässe im Abgehen begriffen sind; sie ist also dichogam protandrisch. Nach stattgehabter Bestäubung durch Insekten — *Veronica* ist nach H. Müller eine ausgesprochene Schwebfliegenblume — keimen die Pollenkörner auf und zwischen den Narbenpapillen, ihre Schläuche dringen durch das Leitgewebe des Griffels nach abwärts und gelangen auf dem schon beschriebenen Wege in die Fruchtknotenhöhlung und die Mikropyle der Samenknospen.

Während dessen sind in den Zellen am Grunde der Kronröhre wagerechte Zellwände aufgetreten, welche dieselben in gleicher Höhe durchziehen. Diese Zellmembranen spalten sich, und ein in verdünnten Säuren und Alkalien leicht aufzulösendes Ausscheidungsprodukt(?) lagert sich in Gestalt eines feinen Häutchens dazwischen. Durch Abrunden der aneinander stossenden Zellenden werden die Contactstellen zwischen diesen Trennungsmembranen immer geringer, und schliesslich fällt die Kronröhre an dieser Trennungsstelle zusammen mit den geschrumpften Filamenten ab.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1—5. Junge Blüthenwarzen. *A* im Längsdurchschnitte, *B* von oben gesehen, *b* die Bracteen. Die Anlage des Kelches wird sichtbar.

Fig. 6. Die Kelchhöcker *k* sind weiter entwickelt, es zeigen sich bereits die Höcker der Blüthenblätter c und der Staubblätter a.

Fig. 7. Die vorhandenen Anlagen werden deutlicher; *s* der Scheitel.

Fig. 8. Vorangegangenes Stadium (Fig. 7.) von oben gesehen. Rechts die vorderen Kelchblätter.

Fig. 9. Auftreten der Fruchtknotenanlage *f*.

Fig. 10. Buchstabenbenennung wie vorher. Die Fruchtknotenwand hat sich als Ringwall erhoben.

Fig. 11. Zeigt dasselbe Stadium von oben. Die Spitzen der Kelch- und Staubblätter durch einen Schnitt weggenommen.

Fig. 12—15. Weitere Entwickelungsstadien. Die Filamente werden sichtbar. Der Fruchtknoten schliesst sich und es bilden sich Griffel *g* und *discus hypogynus d*. Die Knospe ist geschlossen.

Fig. 16. Perspektivische Ansicht der jungen Blüthe.

Fig. 17. Querschnitt durch ein älteres Stadium.

Fig. 18 u. 19 gehören zusammen. Fig. 19 stellt den Kelch mit den grösseren vorderen und kleineren hinteren Zipfeln vor, Fig. 18 die dazu gehörige Blüthe; *a* die blattartigen Staubblätter, der Fruchtknoten beinahe geschlossen.

Fig. 20. Der Wasserspalt an der Spitze des jugendlichen Kelchzipfels; *A*, *B*, *C* auf verschiedenen Entwickelungsstufen, *D* ausgebildet.

Wiederkehrende Bezeichnungen.

b Bractee.	*a* Staubblatt.
k Kelch.	*f* Fruchtknoten.
c Corolle.	*d discus hypogynus.*

Tafel II.

Fig. 21 u. 22. Junge Staubblätter; *sw* secundäre Wülste, *s* Scheidewand der Pollensäcke.

Fig. 23. *a* Längsschnitt durch eine Antherenhälfte. Man erkennt die grossen Pollenurmutterzellen; *b* letztere stärker vergrössert.

Fig. 24. Querschnitt durch eine junge Antherenhälfte stark vergrössert. *s* Scheidewand, *u* Pollenmutterzellen, *t* Tapetenepithel. Die Zelllagen *i*, *f* und *d* haben dieselbe Bedeutung wie in der schematischen Darstellung auf Tafel III.

Fig. 25. 26. 27. Querschnitte durch Staubblätter in verschiedenem Alter. *g* Axiles Gefässbündel.

Fig. 28. *a* Fibröse Zelle, *b* unverzweigte, *c* verzweigte hufeisenförmige Verdickungsleiste daraus.

Fig. 29—34. Schematische Darstellung der Entwickelung des Fruchtknotens im Grund- und Aufriss; *p* die Placenten.

Fig. 35. Die Corollenblätter *c* mit dem Fruchtknoten *f* um die Zelllagen zu zeigen.

Fig. 36. Ein sehr junger Corollenzipfel, oben aus 3, unten schon aus 4 Zelllagen bestehend.

Fig. 37. Der Fruchtknoten mit den beiden Einkerbungen; rechts ein halbes Blumenblatt.

Fig. 38. Der junge Fruchtknoten mit Placenten der Länge nach durchschnitten; *e* doppelte Schicht prismatischer Zellen.

Fig. 39, 40, 41. Ausbildung der Samenknospen aus den Placenten.

Fig. 42—50. Normaler Entwickelungsgang der Samenknospen; *f* Funiculus, *r* Raphe, *i* Integument, *k* Knospenkern, *e* Embryosack, *m* Mikropyle. (Fig. 50 schwächer vergrössert.)

Fig. 51—54. Abnorme Entwickelung von Samenknospen; *s* Schleimklümpchen, *m* Mikropyle.

Tafel III.

Fig. 55. Querschnitt durch den Griffel einer eben geöffneten Blüthe.

Fig. 56. Schematische Darstellung der Theilungsvorgänge in der jungen Anthere bis zur Bildung der Pollenmutterzellen. (Siehe Text).

Fig. 57. Empirisches Diagramm der normalen Veronica-Blüthe. Der schraffirte Theil im Fruchtknoten stellt das später verholzende Endocarp vor. Blüthenformel $S_4\ (C_4\ A_2)\ \underline{G}_2$.

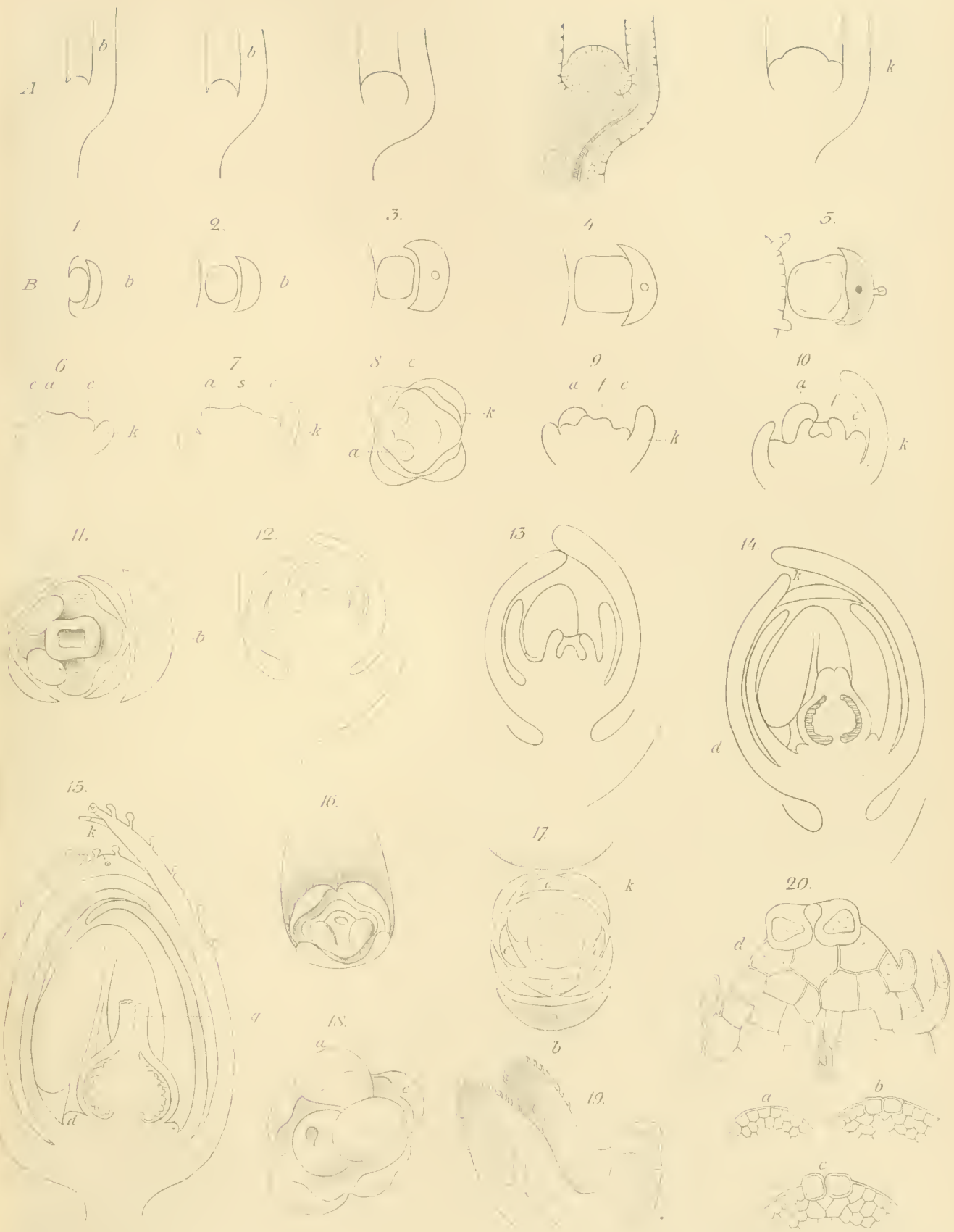
Fig. 58. Diagramm einer Veronica-Blüthe $S\frac{2}{5}\ C_3\ A_3\ G_2$.

Fig. 59. Diagramm einer Blüthe $S\frac{2}{5}\ C_5\ A_2\ G_2$.

Fig. 60. Längsschnitt durch einen Theil der Kronröhre.

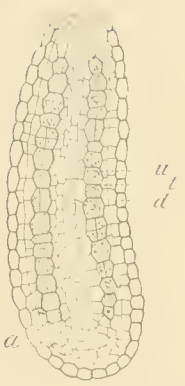
Fig. 61 u. 62. Ausgebildete Blüthen von *V. longifolia* von der Seite und von vorn. Etwa 5mal vergrössert.

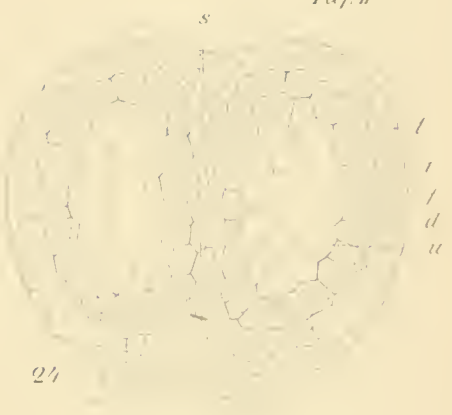
Mahlau & Waldschmidt. Frankfurt a. M.


A
b
k
1.
2.
3.
4
5.
B
6
7
8
9
10
a
c
f
s
11.
12.
13
14.
d
15.
16.
17.
18.
19.
20.

21.

22.

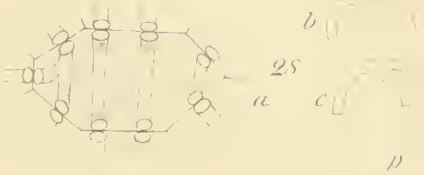

23.

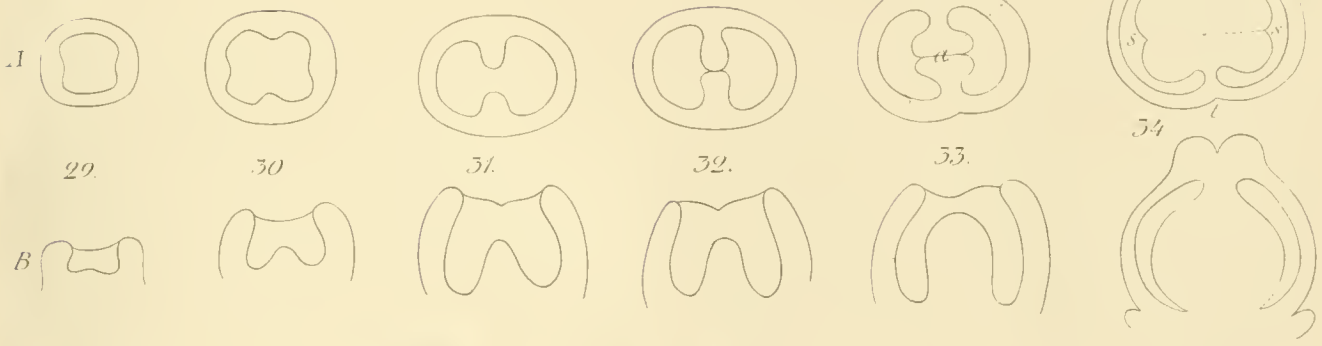

24.

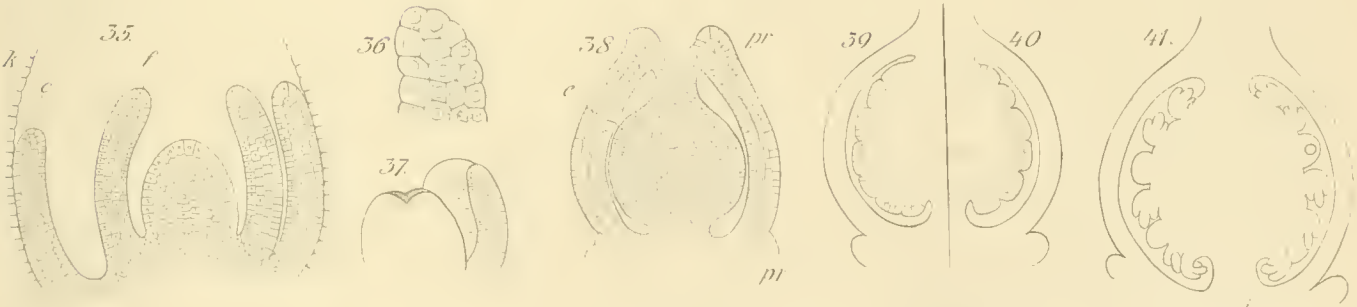
25.

26.

27.


28.


29. 30. 31. 32. 33. 34.


35. 36. 37. 38. 39. 40. 41.

42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49.

50. 51. 52. 53. 54.

55.

58

57.

59

60.

62.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: 13_1883-1884

Autor(en)/Author(s): Noll Fritz

Artikel/Article: Entwickelungsgeschichte der Veronica-Blüthe. 223-246