

Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüthen.

Von

Dr. F. Hildebrand.

Die Farben der Pflanzen bieten ein weites, stellenweise sehr schwieriges und vielfach noch wenig bearbeitetes Feld der Untersuchung. Die Aufgabe des folgenden Aufsatzes ist nun, etwas von denjenigen Verhältnissen zu besprechen, welche näher zur Pflanzen-Anatomie gehören, und zwar sind nur die Blüthenfarben in den Kreis der Untersuchung gezogen: es wird sich hierbei zuerst darum handeln, unter welcher Form die färbenden Stoffe auftreten, um dann zu sehen, wie diese im Gewebe der Blüthenorgane vertheilt sind.

In der Literatur findet sich, mit Ausnahme der zahlreichen Abhandlungen über das Chlorophyll, nur wenig über diesen Punct; die Angaben beschränken sich hauptsächlich auf Folgendes. v. Mohl sagt in der „vegetabilischen Zelle“, p. 47: Ueber die anatomischen Verhältnisse der übrigen Pflanzenfarben wissen wir noch sehr wenig. Die rothen und blauen Farben sind gewöhnlich im Zellsaft aufgelöst, namentlich der rothe Farbstoff der im Herbst sich roth färbenden Blätter, der meisten Blüthen und der rothen Früchte, sowie der blaue Farbstoff der meisten Blüthen. Nur in sehr seltenen Fällen findet sich der rothe und blaue Farbstoff der Blüthen in Form von Kügelchen, z. B. der rothe bei *Salvia splendens*, der blaue bei *Strelitzia Reginae*. Ob hier das Pigment ebenfalls wie das Chlorophyll an einen fremden, ein Kügelchen

bildenden Rest gebunden ist, oder für sich allein das Kügelchen bildet, ist unbekannt. Die gelbe Farbe der im Herbste sich anfärbenden Blätter besteht aus verändertem Chlorophyll (Xanthophyll); in den Blüthen kommt das gelbe Pigment gewöhnlich unter der Form von Kügelchen, aber auch in anderen Fällen gleichmässig im Zellsaft verbreitet vor; in den gelben Perigonblättern von *Strelitzia* besitzt es die Form von dünnen, halbmondförmig gebogenen und unregelmässig gewundenen Fasern, die im Zellsaftschwimmen. — Ähnlich sind die Angaben bei Unger: *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, 1855 p. 110. Bei Schacht: *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*, finden sich folgende Stellen, I. p. 65: „Die übrigen“ (nachdem das Chlorophyll behandelt) „Farbstoffe sind grösstentheils noch sehr wenig bekannt, sie finden sich entweder gelöst oder vertheilt im Pflanzensaft, seltener in die Wandung der Zellen selbst aufgenommen (*Preissia commutata*), oder in Gestalt kleiner Kügelchen“, und II. p. 292: „Die Farbenschattirungen, welche wir bei vielen Blumen bewundern, entstehen durch die verschieden gefärbten Säfte nebeneinander liegender Zellreihen, namentlich sind es hier die Verzweigungen der Gefässbündel, welche, indem sie das Blumenblatt durchziehen, oft die schönsten Zeichnungen hervorbringen.“

Man sieht hieraus, dass es ganz zweckmässig sein wird, einen kleinen Beitrag zu diesem Theile der Pflanzen-Anatomie zu geben.

1. Die Form der färbenden Stoffe.

In den untersuchten Blüthen fand es sich niemals, dass ihre Farbe von einer Färbung der Zellenwandungen herrührte, vielmehr war dieselbe immer durch die Beschaffenheit des Zellinhaltes bedingt. Im Zellinhalt sind nun drei Fälle zu unterscheiden: entweder ist der ganze dünnflüssige Zellsaft gefärbt, oder die Farbe ist an feste, im Zellsaft schwimmende Körper gebunden, endlich kommt der merkwürdige Fall vor, dass sowohl der Zellsaft als die festen, in ihm schwimmenden Körper, und zwar verschieden gefärbt sind, was bei dem Ansehen mit unbewaffnetem Auge eine aus beiden combinirte Farbe erscheinen lässt, z. B. ist das brennende Roth der *Canna*-Arten, ferner bei *Tulipa suaveolens* etc., aus Gelb und bläulichem Roth zusammengesetzt, das Braun der *Scopolina atropoides* aus Violett und grünlichem Gelb u. s. w.

Wir wollen nun die verschiedenen Farben der Reihe nach durchgehen und sehen, wie dieselben vorkommen, ob an feste oder flüssige Substanzen gebunden; der dritte, so eben erwähnte Fall findet seine nähere Besprechung besser bei der Vertheilung der Farbstoffe.

B l a u.

Die blaue Farbe der Blüthen rührt in den meisten Fällen von der blauen Färbung des Zellsaftes her; Beispiele hierzu liefern: *Anemone hepatica*, *Linum usitatissimum*, *Nemophila insignis*, verschiedene Arten von *Veronica* und *Sollya*, viele Boragineen wie *Borago officinalis*, *Pulmonaria Virginiana*, *Myosotis*-Arten; ferner *Centaurea Cyanus* etc. Nur in zwei Fällen fanden sich feste, blau gefärbte Körper im farblosen Zellsaft schwimmend.

Der erste dieser Fälle ist der schon lange bekannte und mehrfach angeführte von *Strelitzia Reginae*; die dunkelblau gefärbten inneren Perigonalblätter verdanken hier ihre Farbe der äussersten Zelllage: die hier befindlichen Zellen (Fig. 1.) enthalten eine grosse Anzahl von blauen Körnchen, welche in dem farblosen Zellsaft ziemlich dicht gedrängt sind, nur in der Mitte der Zelle sind sie nicht vorhanden, indem hier der zum Umfang der ganzen Zelle verhältnissmässig grosse, farblose Zellkern liegt. Die blauen Körnchen haben höchstens einen Durchmesser von $\frac{1}{500}$ Millim., sie scheinen nur in ihrer Aussenschicht den blauen Farbstoff zu enthalten, bei einer Zerreibung der Zellen wird das Wasser blau gefärbt, und es schwimmen farblose Kügelchen darin, ebenso wird bei Anwendung von Alkohol der Zellinhalt blau, und farblose, sehr kleine Kügelchen bleiben zurück.

Der zweite Fall fand sich im Laufe der Untersuchung bei den Blüthen von *Tillandsia amoena*: Die Zipfel des äusseren Perigons sind heller, die des inneren dunkel-indigblau gefärbt; die Färbung rührt von heller oder dunkler blau gefärbten Körpern her, welche sich in allen Zellen der Blattspitze je einer, seltener mehrere zugleich, in dem farblosen Zellsaft schwimmend finden (Fig. 2.); dieselben sind kugelförmig, durch Alkohol werden sie allmähig vom Rande aus aufgelöst, und man kann hierbei deutlich sehen, dass sie keine Bläschen, sondern solide Kugeln sind; der farblose Zellsaft wird durch die Auflösung der Kugeln blau gefärbt; dieselben enthalten ausserdem bisweilen Vacuolen, die als solche bei der Auflösung deutlich zu erkennen sind. Der Durchmesser der Farbkugeln ist $\frac{1}{250} - \frac{3}{250}$ Millim.; durch Schwefelsäure werden die-

selben rosenroth gefärbt, und bei diesem Vorgange findet eine Umwandlung in der ganzen Substanz statt, was an der Bewegung im Innern der Kugel bemerklich: es tritt dabei an der einen Seite ein Theil hervor, das ganze scheidet sich in dichtere und weniger dichte Substanz, und zieht sich zuletzt wieder in eine gleichmässig dicke Masse zusammen. Chlorwasserstoffsäure färbt die Kugeln roth und löst sie dann auf, dasselbe thut Salpetersäure; Ammoniak bewirkt eine Auflösung unter grünlicher Färbung; durch Kali werden die Kugeln gleichfalls aufgelöst; Jod färbt sie gelblich.

Die ähnliche blaue Färbung der Perigonablattspitzen bei *Billbergia iridifolia* führte auf den Gedanken, dass hier auch blaue Kügelchen vorhanden sein möchten, doch ergab sich bei der Untersuchung, dass die Färbung von dem blauen Saft der an der Blattspitze gelegenen Zellen herrührte.

V i o l e t t.

Die violette Farbe findet sich immer an den Zellsaft gebunden, z. B. bei *Viola odorata*, *Nemophila atomaria*, *Epimedium violaceum* etc. Nur bei *Amorpha fruticosa* und in den Zellen des Blumenkronenschlundes von *Gilia tricolor* schwammen in dem violett gefärbten Zellsaft in jeder Zelle je ein dunkler-violettes kugelförmiges Körnchen, bei *Gilia tricolor* waren deren manchmal auch mehrere kleinere vorhanden (Fig. 3.); ausserdem fand sich bei einer violett-grauen, rothgestreiften Papaver-Blüthe in den Zellen je ein dunkel-violett gefärbter Körper mit verschwimmenden Umrissen.

R o t h.

Bei dem Roth sind Unterschiede zu machen zwischen Rosenroth und Hochroth; natürlich finden sich Zwischenstufen.

Die rosenrothe Farbe kommt nur an den Zellsaft gebunden vor, z. B. bei den verschiedenen rothen Rosen, bei *Habrothamnus elegans*, *Anemone japonica*, Arten von *Aquilegia*, Varietäten von *Aster chinensis*, *Dahlia variabilis*, *Hyacinthus orientalis* etc.

In gleicher Weise, nur mit einigen Ausnahmen, verhält es sich mit dem Hochroth, z. B. bei *Cydonia japonica*, *Lychnis chalcidonica*, *Phaseolus multiflorus*, *Pelargonium zonale*, *Salvia Heerii* etc.; bei *Salvia splendens* giebt v. Mohl die Färbung als von rothen Körnern herrührend an, es fand sich aber weder bei dieser Art, noch bei anderen hochrother körniger Inhalt in den Zellen, bei *Salvia splendens* führten dieselben einen hochrothen Saft und wenige gelbe

Körnchen. Von roth gefärbten festen Körperchen fanden sich nur folgende Beispiele: Bei *Aloe subverrucosa* ist das Perigon an der unteren Hälfte auf der Aussenseite hellgelblichroth gefärbt, diese Färbung ist hier dadurch bewirkt, dass die äussersten, etwa 6, Zelllagen ausser dem farblosen Saft kleine gelbrothe Körperchen enthalten, in den äusseren Zellen mehr, in den inneren weniger zahlreich; diese Körperchen entfärbten sich bei Anwendung von Alkohol, sie sind kugelig oder wurmförmig und liegen der Zellwandung oder dem sehr grossen Zellkern an. Aehnliche Verhältnisse kommen bei *Aloe incurva* und wahrscheinlich auch bei anderen *Aloe*-Arten vor.

Bei *Verbena chamaedrifolia* ist die Oberseite des flachen Blumenkronensaumes brennend roth gefärbt; die Unterseite ist heller roth; die Zellen der oberen Lage sind nur mit dunkelrothem Saft angefüllt, hingegen enthalten die der untersten Lage einen hellrothen Saft und ausserdem je ein dunkelrothes Körnchen (Fig. 4.); doch kommen auch ganze Zellparthieen auf der Unterseite vor, wo nur rother Zellsaft vorhanden ist und kein festes Kügelchen.

Das beste Beispiel für das Vorkommen rother Körnchen liefert *Adonis autumnalis* (vielleicht ähnlich bei *A. flammea* und *aestivalis*); die Zellen der blutroth gefärbten Blütenblätter enthalten (d. h. nur die der äusseren Zelllage) eine grosse Anzahl von dunkelrothen Körnchen, deren Durchmesser etwa $\frac{1}{250}$ Millim. ist, sie schwimmen in einem farblosen Zellsaft; auf der intensiver gefärbten Oberseite sind sie zahlreicher vorhanden als auf der Unterseite; die dunkle, fast schwarze Farbe am Grunde der Blütenblätter rührt daher, dass sich hier in den Zellen ausser den hochrothen Körnchen ein hell- bis dunkelvioletter Saft befindet (Fig. 5.).

Bei den angeführten Blüten wird das hochrothe Ansehen durch die einfache hochrothe Färbung bewirkt; von den anderen Fällen, wo das Hochroth aus den zugleich gesehenen Farben Rosenroth oder bläulich Roth und Gelb entsteht, wird später die Kede sein.

O r a n g e.

In vielen Fällen, wo sich die orange Farbe in den Blüten dem unbewaffneten Auge zeigt, ist dieselbe durch roth gefärbten Saft und gelbe Körnchen hervorgerufen, nur in einzelnen Fällen ist dieselbe einfach vorhanden; und zwar dann immer (mit seltenen Ausnahmen, z. B. einiger Varietäten von *Dahlia variabilis*, von *Mesembryanthemum verruculatum*, sowie *Crocus Savianus*) an feste

Körper gebunden: dahin gehören die Blätter des äussersten Perigons von *Strelitzia Reginae*, hier enthalten alle Zellen einen farblosen Saft, in welchem zahlreiche orange Körper schwimmen (Fig. 6.), dieselben sind spindelförmig und vielfach so lang, dass sie in den Zellen nicht gerade liegen können, sondern sich an den Enden umbiegen; bisweilen sind sie spiralig zusammengerollt, so dass man sie für Ringe hält; man kann sie aber bei ihrer Bewegung im Wasser, wo alle diese Körper unverwandelt bleiben, mit einiger Mühe als spiralig gewundene erkennen.

Die orange gefärbten Blütenblätter bei *Calophora lateritia* erhalten ihre Färbung von sehr kleinen orange Körnchen, welche in dem farblosen Zellsafte schwimmen, ebenso wird die dunkelorange Farbe der Blumenblätter von *Lilium Chalecedonicum* durch zahlreiche orange runde Körnchen hervorgerufen, welche sich in allen Zellen der Blumenblätter finden; gleichfalls durch orange Körner bewirkt wird die Blütenfarbe von *Thunbergia aurantiaca*, *Calendula officinalis*, *Erysimum Perisecianum*, sowie *Dyckia remotiflora*.

Auch noch in anderen Fällen kommen orange Körper vor, sie schwimmen aber zum Theil in einem rothen Zellsaft und sind daher nicht die alleinigen Ursachen der Blütenfarbe; hierher gehören die orange gefärbten Körnchen in der obersten Zelllage bei den Randblüthen von *Zinnia elegans*, ferner die orange Körperchen bei *Eccremocarpus scaber* (Fig. 7.): diese haben eigenthümliche Formen, sie sind entweder spindelförmig, aber bedeutend kürzer als bei *Strelitzia*, oder dreihörnig; sie sind von schleimiger Beschaffenheit, haben ein körniges Ansehen und in ihrem Inneren manchmal einige hellere Punkte. Aehnliche Körper wie bei *Strelitzia Reginae* kamen auch bei einer Art *Aeschinanthus* vor, aber sie waren hier nicht so lang wie dort und weniger zahlreich.

G e l b.

Zwischen Gelb und Orange ist keine scharfe Grenze zu ziehen, ebensowenig wie zwischen den anderen benachbarten Farben, es werden daher einige der schon unter Orange erwähnten Körper auch hierher gezogen werden können, z. B. die von *Strelitzia*, *Eccremocarpus* und *Aeschinanthus*.

Nur in wenigen Fällen rührt die gelbe Färbung der Blüten von einem gelben Zellsafte her, wie bei den gelben Varietäten von *Dahlia variabilis*; in den meisten Fällen ist die gelbe Farbe an

Körper gebunden, welche sich von dem farblosen dünnflüssigen Zellsaft unterscheiden und in ihm schwimmen. Bei den untersuchten Arten von *Acacia*, z. B. *A. floribunda*, *Benthami*, *imbricata*, *dealbata* (Fig. 8.) rührt die gelbe Farbe des Perigons und der Staubfäden zwar daher, dass in den Zellen eine dicke, gelbe, flüssige Masse enthalten ist, diese füllt aber die Zellen nicht ganz aus, unterscheidet sich an Dichtigkeit bedeutend von dem farblosen Zellsaft und ist von diesem scharf getrennt, als ein oder zwei Theile der Zellwand anliegend; bei Anwendung von Alkohol oder Kali fliesst dieser gefärbte dicke Saft mit dem dünnen ungefärbten zusammen und der ganze Zellinhalt erscheint dann gelb gefärbt.

In allen übrigen Fällen war die gelbe Farbe an solide Körperchen oder an Bläschen, welche im Zellsaite in grösserer oder geringerer Anzahl schwammen, gebunden. Nicht immer lässt sich unterscheiden, ob die gelben Körper Körnchen oder Bläschen sind, gewöhnlich erschienen sie da als Körnchen, wo sie von geringerer Grösse waren, doch kommen auch grössere solide gelbe Körper vor, z. B. bei *Edwardisia grandiflora* und *Gilia tricolor*, wo dieselben ein schleimiges Ansehen haben.

Beispiele für einen feinkörnigen gelben Stoff liefern *Argemone mexicana*, *Kerria japonica*, *Waldsteinia geoides*, *Tulipa sylvestris*, *Gentiana lutea*, *Chrysanthemum segetum* etc., ferner die hochrothen Blüten von *Tulipa suaveolens*, der *Canna*-Arten, von *Lachenalia quadricolor*, *Russelia iuncea* etc., die braunrothen von *Hemerocallis fulva* und *Fritillaria imperialis*, die braunen von *Cheiranthus Cheiri*, *Cypripedium pubescens* etc.

In einzelnen Fällen sind die gelben Körper bei ihrer Grösse deutlich als Bläschen zu erkennen, es ist aber nicht immer genau zu sagen, ob sie durchweg gelb gefärbt sind, oder nur eine feinkörnige Substanz in ihrem Innern, oder allein die diese umgebende Membran die gelbe Färbung besitzt. Bei *Eranthis hiemalis* haben die Bläschen einen Durchmesser von circa $\frac{1}{250}$ Millim., bei *Linum trigynum* von $\frac{1}{250}$ bis über $\frac{2}{250}$ Millim., hier sind dieselben bald ganz, bald nur zum Theil mit sehr feinen gelben Körnchen angefüllt, beim Zerreißen der Zellen schwimmen die Farbebläschen, ohne sogleich zu zerreißen, frei im Wasser. Die grossen Farbebläschen von *Hibbertia dentata* haben gleichfalls einen feinkörnigen Inhalt in starker Molukularbewegung; im Wasser platzen sie auf und entlassen ihren Inhalt; bei dieser Gelegenheit sieht man, dass auch ihre Membran gelb gefärbt ist. Die Farbebläschen von *Dil-*

lenia scandens enthalten bisweilen Vakuolen in ihrem feinkörnigen Inhalt (Fig. 9.). — Bei der citronengelb gefärbten Blüthe von *Sternbergia lutea* finden sich in den Zellen gelbe kugelige Farbläschen, welche beim Austritt ins Wasser nicht zerplatzen; dieselben haben keinen körnigen Inhalt und ihre Färbung scheint allein an die Membran gebunden zu sein.

G r ü n.

Wo die grüne Färbung in den Blüthen auftritt — häufiger kommen einzelne grüne Stellen vor, seltener ganz grün gefärbte Blüthen, wie bei *Evonymus*, *Scleranthus*, *Paris* etc. — ist sie immer durch das, in den betreffenden Zellen vorkommende Chlorophyll hervorgebracht, nur in einem Falle, bei der grünblüthigen Varietät von *Medicago sativa*, fand sich grüner Saft; ich konnte hier nicht bestätigen, dass die grüne Farbe durch das Zusammenliegen von Zellen mit blauem und Zellen mit gelbem Inhalt hervorgebracht würde.

Indem die braune oder graue Farbe nicht als solche in den Blüthen vorkommt, sondern durch das Zusammenwirken zweier verschiedener Farben hervorgebracht wird, so kann auch natürlicher Weise hier nicht von einem braun oder grau färbenden Stoffe gesprochen werden; diese Farben werden besser bei der Vertheilung der Farbstoffe Erwähnung finden. Das schwarze Ansehen wird niemals durch einen schwarz gefärbten Zelleninhalt hervorgebracht, sondern durch den sehr dunklen Ton von Farben, namentlich von Violett.

Anmerkung: Erst bei späterer Untersuchung fanden sich einige Ausnahmen von dem oben Gesagten: bei *Neottia nidus avis* wird die braune Färbung der ganzen Pflanze durch einen festen bräunlichen Stoff hervorgebracht, welcher in Form von Körnchen oder Spindeln in dem farblosen Zellsaft schwimmt; ferner wird die braune Färbung der Blüthenblätter einiger Arten von *Delphinium* durch braunen Zellsaft hervorgebracht; endlich ist das schwarze Ansehen der Flecken auf den Blüthenblättern von *Vicia Faba* eine Folge davon, dass hier die Zellen mit dunkelbraunem Saft erfüllt sind.

2. Vertheilung der färbenden Stoffe in dem Zellgewebe.

Die Farbstoffe sind in verschiedener Weise vertheilt, entweder finden sie sich in allen Zellen des gefärbten Organs, oder sie sind auf die äussersten oder einige der äussersten Zelllagen beschränkt,

so dass also das innere Gewebe farblos ist; einzelne Fälle finden sich auch, wo die ganz äusserste Zelllage farblos ist und die Färbung erst ihren Sitz in den folgenden Lagen hat.

Der erste Fall, bei welchem alle Zellen gefärbt sind, ist im Allgemeinen der seltenere, und wenn er vorkommt, so findet man doch vielfach einen Unterschied in der Intensität der Färbung, indem diese in den mittleren Gewebsschichten schwächer ist, als in den äusseren. Beispiele für die gleichmässige Färbung des ganzen Gewebes fanden sich fast nur bei orange Blüthen, einigen mehr zum Roth, anderen mehr zum Gelb hinneigend; dahin gehören besonders die Blüthen folgender Pflanzen: *Strelitzia Reginae*, *Dyckia remotiflora*, *Lilium Chalcedonicum*; in allen diesen Fällen war der Farbstoff an feste Körper gebunden, die im farblosen Zellsaft schwammen, ebenso wie bei den durchweg blau gefärbten Spitzen der Perigonalblätter von *Tillandsia amoena*.

Ziemlich zahlreiche Beispiele finden sich für den Fall, wo zwar auch alle Zellen des Gewebes gefärbt sind, wo aber diese Färbung eine verschiedenartige ist, anders in den Zellen der äusseren Schicht, anders in denen der inneren, wodurch dann bei dem Durchscheinen der letzteren durch die erstere eine dem unbewaffneten Auge aus beiden zusammengesetzt erscheinende Farbe zu Wege kommt; hierher gehören viele braune und brennend hochroth gefärbte Blüthen: bei *Scopolina atropoides* (Fig. 10.) erscheint die Aussenseite der Blüthenkrone braun, die Innenseite schmutzig gelb; die Farbstoffvertheilung ist hier folgende: die Zellen der äussersten Lage, geschlängelt und platt, enthalten einen reinvioletten Saft und einige grünlichgelbe Körnchen, der Saft aller folgenden Zelllagen ist farblos, sie enthalten aber grünlichgelbe Körner, weniger die Zellen der mittleren als die der letzten Lage, welche eine Papillengestalt haben; das grünliche Gelb und reine Violett zusammengesehen erscheinen als Braun.

Aehnlich verhält es sich bei den Arten von *Asarum*, wo die Innenseite des Perigons braunroth gefärbt ist; hier enthalten die Zellen der inneren Lage einen dunkelvioletten Saft, der Saft der folgenden Zellen ist farblos, sie führen aber Chlorophyll; hier entsteht das Braun aus Violett und Grün. Aehnlich ist er bei *Anona triloba*, wo beide Blattseiten braun gefärbt; die äusseren Zellen enthalten dunkelvioletten Saft und wenig Chlorophyll, bei den mittleren Schichten ist der Saft farblos und das Chlorophyll in grösserer Menge vorhanden; ebenso verhält es sich mit den braun-

rothen Blüthen von *Calycanthus floridus*. Bei den braun gefärbten Perigonalblättern von *Cypripedium pubescens* fanden sich die Zellen der obersten und untersten Lage mit violettem Saft angefüllt und enthielten ausserdem wenige feine gelbe Körnchen; der Saft in den Zellen der mittleren Lagen war farblos, hingegen fanden sich dort zahlreiche grosse gelbe Körner. — Eigenthümliche Verhältnisse kamen bei dem braungrauen Perigon von *Muscari comosum* vor: die Zellen der äussersten Lage enthielten einen gelben Saft, keinen festen Inhalt, der Saft der folgenden war violett, gemischt mit gelben Körnern, die Zellen des inneren Gewebes enthielten gelbe Körner und theilweise violetten, theilweise farblosen Saft. — Aehnlich wie mit diesen bräunlichen Blüthen verhält es sich mit den braunrothen und mehreren brennend roth gefärbten, doch ist hier der Sitz der Farbe meist nur in den äussersten Zelllagen, weshalb bald von ihnen die Rede sein wird.

Die meisten Blüthen sind in der Weise gefärbt, dass nur eine oder wenige der äussersten Zelllagen einen Farbstoff besitzen; bisweilen kommt es sogar vor, dass die Färbung sich nur auf eine Zelllage der Oberseite der Blüthenblätter erstreckt, indem die folgenden und auch die innersten farblos sind; es gehört hierher z. B. *Hepatica triloba*; ausserdem ist in allen übrigen Fällen, wo beide Seiten des betreffenden Organs gefärbt sind, ein Unterschied in der Intensität der Färbung zu bemerken, je nach dem grösseren oder geringeren Einfluss des Lichtes; die scheinbaren Ausnahmen, welche hiervon vorkommen, z. B. in dem dunkel-gefärbten Schlund vieler Blüthen, sind wohl mehr dem Naturell der Pflanzen zuzuschreiben. Geht die Färbung einer Stelle an ihrem Rande allmählig in Farblosigkeit über, so ist das in der Weise bewirkt, dass entweder der Saft allmählig heller wird, die Farbekörper heller und geringer an Zahl, oder es treten zwischen den gefärbten Zellen allmählig farblose auf; meistens gehen beide Fälle Hand in Hand; ähnlich verhält es sich bei dem Uebergange von einer Farbe in eine andere.

Von den zahlreichen Beispielen, wo die Färbung nur an die äusserste Zelllage gebunden ist, seien angeführt: die blauen Perigonalblätter von *Strelitzia Reginae*, ferner *Salvia Heeri*, *Pelargonium zonale*, *Nemophila insignis*, Arten von *Verbena* etc.

In den genannten, wie überhaupt den meisten Fällen sind die äusseren Zelllagen nur im Besitz eines einzelnen Farbstoffes; wir haben nun noch den Fall zu besprechen, wo deren zwei zugleich

vorkommen, und für das unbewaffnete Auge eine aus beiden zusammengesetzte Farbe hervorbringen; diese Verhältnisse finden sich bei braunen und braunrothen, einigen brennendrothen und orange Blüten. Von den ersteren Fällen sind schon einige näher besprochen, einige gefärbte Blütenblätter bleiben jedoch noch übrig, bei denen die mittleren Zellschichten farblos sind. Bei den braunen Blüten von *Cheiranthus Cheiri* finden sich in den Zellen der Oberhaut orange Körner in einem violetten Saft schwimmend, ebenso verhält es sich mit den braunen Stellen auf den Randblüthen von *Tagetes pumila* und *Coreopsis delphinifolia*, ferner bei der braunen Varietät von *Tropaeolum minus*; die braungefärbten Stellen auf der Unterseite der Blütenblätter von *Adonis vernalis* werden dadurch bewirkt, dass hier die Zellen ausser dem feinkörnigen citronengelben Stoffe, wie ihn auch die übrigen besitzen, noch einen violetten Saft führen; bei *Bletia Tankervilleae* R. Br. (*Phaius difolius* Lour.), wo ich die merkwürdige Erscheinung der Farbenmischung zuerst beobachtete, führen die Zellen der obersten Lage einen bläulichrothen Saft und zahlreiche gelbe Körner von minder oder mehr spindelförmiger Gestalt, diese sind meistens um den Zellkern geschaart; wo das Braun in Gelb übergeht wird der Zellsaft allmählig heller, bis er zuletzt farblos ist; den Spaltöffnungszellen, die schon dem blossen Auge als helle Punkte im Braun erscheinen, fehlt der gefärbte Saft (überhaupt sind Spaltöffnungen auf Blütenblättern keine seltene Erscheinung). Die entschieden braune Farbe der Blüten von *Lotus Jacobaeus* rührt daher, dass die Zellen der äusseren Schicht sowohl goldgelben körnigen Stoff, als violett gefärbten Zellsaft enthalten; meistens findet sich in dem violett gefärbten Saft ein Theil, der kondensirter erscheint und intensiver gefärbt, namentlich gut ist dies auf der Unterseite des Vexillum zu beobachten. Auch an den braunen Stellen der Varietäten von *Viola tricolor* ist dieselbe Farbe durch goldgelbe Körner und violetten Saft hervorgebracht. In beiden letztgenannten Fällen ist es nöthig, die stark papillösen Zellen von der Seite zu betrachten, nicht nur von oben, um die Trennung der beiden Farben deutlich zu sehen.

Aus allen diesen Beispielen, sowie aus den schon vorher angeführten, sieht man, dass die unbestimmte Farbe Braun, mit Ausnahme der p. 66 angeführten Fälle, aus einer Mischung der drei Hauptfarben entsteht, und zwar aus einer reinen und deren komplementären: aus Gelb und Violett, oder Roth und Grün; oder

aus zwei gemischten: Violett und Grün, oder Orange (Goldgelb) und Violett.

Aehnlich verhält es sich mit dem bei verschiedenen Arten von Iris vorkommenden Grau; namentlich ist Iris Persica reich an Farbenwechsel: an den dunkel-violettbraunen Stellen führen die Zellen einen dunkelvioletten Saft und goldgelbe Körner, an den orange gefärbten Stellen ist der Saft farblos, die zahlreichen Körner goldgelb, an den grauen führen die Zellen einen hellen, blauen oder violetten Saft und goldgelbe Körner (Fig. 11.), das Grau ist mehr bräunlich oder mehr bläulich, je nach der verschiedenen Intensität der dasselbe hervorbringenden Farben. Ueberhaupt zeichnen sich die Iris-Arten durch verschiedene Töne in der Färbung aus, alle diese Verschiedenheiten werden aber hervorgerufen durch die verschiedenen Mischungen von goldgelben oder hellgelben Körnchen mit blauem oder violetttem Zellsaft.

Die braunrothe Färbung wird immer durch das Zusammenwirken gelber oder orange gefärbter Körner mit rothem oder violetttem Saft hervorgebracht; als Beispiele seien nur kurz angeführt: *Fritillaria imperialis*, *Colutea cruenta*, *Hemerocallis fulva*. Bei *Fritillaria imperialis* sind hauptsächlich 4 verschiedene Farbtöne in den Zellen vorhanden (Fig. 12.): das Gelb der Körnchen, d., und die 3 Nüancen des Roth, a, b, c.; die dunklere braune Farbe der Blüthe wird hervorgebracht durch das Zusammenwirken von b. und d., die hellere durch c. und d., die der dunkleren Streifen im helleren Braun durch a. und d. — Bei den rothen Stellen des Perigons von *Hemerocallis rutilans* ist es merkwürdig, dass die äusserste Zellschicht neben den gelben Körnern einen farblosen Saft enthält, erst die Zellen der folgenden Schicht führen violett-rothen Saft.

Es bleiben noch die brennendrothen und orangefarbenen Blüten zur Besprechung übrig, welche ihre Farben durch eine Mischung von Roth mit Gelb oder Orange erhalten, und zwar in der Weise, dass die äussere Zellschicht bläulich-rothen Saft und gelben körnigen Inhalt führt, während die folgenden immer entweder ganz farblos sind, oder gelben oder orangefarbenen körnigen Inhalt haben. Einige Beispiele mögen näher erwähnt werden: die Perigonalblätter von *Tulipa suaveolens* haben auf der Ober- und Unterseite eine feuerrothe Farbe, die nach der Spitze zu allmähig, am Grunde plötzlich in citronengelb übergeht; die Zellen der Aussen- seite sind langgezogen, und enthalten, wo sie an den gelben Stellen

liegen, kleine gelbe Körner und farblosen Saft, an den feuerrothen Stellen ausser den gelben Körnern einen blaurothen Saft; an dem Uebergange ins Gelbe sind Zellen mit farblosem und solche mit rothem Saft gemischt; auf die äusserste Zelllage folgt eine, deren Zellen zahlreiche gelbe Körner und farblosen Saft enthalten, die mittleren Zellen führen weniger gelbe Körner. Andere Beispiele sind diese:

Tropaeolum minus, feuerroth.

Oben: gelbe körnige Substanz und rother Saft;

Mitte: farbloser Saft und gelbe Körner;

unten: rother Saft und gelbe körnige Substanz (heller wie oben).

Canna gigantea, brennendroth.

Oberste Lage: rother oder farbloser Saft und gelbe Körper (Fig. 13.);

folgende: gelbe Körper und farbloser Saft;

mittlere: ganz farblos;

vorletzte: gelbe Körper und farbloser Saft;

unterste Lage: rother oder farbloser Saft und gelbe Körper.

Zinnia elegans, Randblüthen: Oberseite brennendroth, Unterseite hellgelb.

Oberste Lage: blaurother Saft und orange Körner;

alle folgenden: farbloser Saft und weniger hellgelbe, mehr spindelförmige Körper.

Rosa bicolor: Oberseite brennendroth, Unterseite gelb.

Oberste Lage: blaurother Saft und gelbe Körner;

alle folgende Lagen: farbloser Saft und gelbe Körner.

Aehnliche Verhältnisse kommen noch vor bei mehreren Gesneriaceen, z. B. *Achimenes Giesbrechti*, ferner bei *Russelia iuncea multiflora*, *Ruellia formosa*, *Eccremocarpus scaber* (Fig. 7.), *Mimulus cardinalis*, *Quamoclit luteola* etc. In allen diesen genannten Fällen wird das Orange und brennende Roth durch gelbe oder orangene Körper und bläulichrothen Zellsaft bewirkt; in eigenthümlich abweichender Weise verhält es sich mit dem brennenden Roth bei *Euphorbia fulgens* (Fig. 14.), indem dieses dadurch hervorgebracht wird, dass die äusserste Zelllage einen rothen Saft enthält, die folgenden einen röthlich gelben; die inneren Zellen sind farblos, hier und da mit röthlich gelbem Saft.

Im Allgemeinen kann man für die orangefarbenen und brennendrothen Blüthen die Regel aufstellen, dass bei denen, wo das Roth oder Orange an Stellen in Gelb, oder das Roth in Orange übergeht, die brennend rothe Farbe oder das Orange aus bläulichem Roth und Gelb oder Orange zusammengesetzt sei; kommen aber diese Uebergänge nicht vor, und ist die Blüthe ganz einfarbig, so kann man immer vermuthen, dass auch der Zellinhalt nur mit einer Farbe gefärbt ist; für ersteres bieten gute Beispiele: *Tulipa suaveolens*, die *Canna*-Arten, *Zinnia elegans*, *Rosa bicolor*, *Tropaeolum minus*, *Quamoclit luteola*; für letzteres: *Pelargonium zonale*, *Lychnis Chalcidonica*, *Phaseolus multiflorus*, *Cydonia japonica* etc. — Eigenthümlich ist es, dass man beim Malen zur Hervorbringung des brennenden Roth dieselbe Methode anwendet, wie wir sie in einzelnen Blüthen verwirklicht finden; man mischt nicht Dunkelroth und Gelb, was durchaus keine brennende Farbe hervorbringt, sondern trägt erst die eine Farbe auf und legt dann über diese, wenn sie getrocknet, die andere — man hat dies wohl kaum von der Natur gelernt.

Endlich sind noch die seltenen Fälle zu erwähnen, wo die äusserste Zelllage farblos ist; erst die zweite und dritte Lage sind der Sitz der Farbe, seltener alle inneren. Dahin gehört *Echeveria campanulata*: hier ist die äusserste Zelllage ganz farblos, erst die Zellen der folgenden Lage enthalten einen blaurothen Saft und gelbe Körner (wodurch die brennendrothe Farbe hervorgebracht), die inneren Zelllagen sind wieder farblos; ähnlich verhält es sich bei *Lachenalia quadricolor*: eine Lage farbloser Zellen, dann 2 bis 3 Lagen von Zellen mit gelben Körnern, welche dicht gedrängt den Zellwandungen anliegen; an den orangerothern Stellen befindet sich ausser den gelben Körnern ein bläulich rother Saft in den Zellen. Noch ein anderes Beispiel bietet *Echeveria fulgens*. Auch bei *Pulmonaria Virginiana* sind die Zellen der äussersten Lage farblos, während alle inneren Zellen einen blauen Saft enthalten.

Eine ganz eigenthümliche Vertheilung der Farben kommt noch bei den drüsigen Hüllblättern von *Euphorbia splendens* vor, welche, mit unbewaffnetem Auge gesehen, orange erscheinen: die oberste Lage des Gewebes besteht hier aus pallisadenartigen Zellen mit sehr kleinem Querdurchmesser; ein Theil von ihnen ist mit dunkelrosenrothem Saft erfüllt, und diese Zellen liegen so angeordnet, dass sie die Maschen eines Netzes bilden; die in den Zwischenräumen liegenden gleichgestalteten Zellen führen einen farblosen

Saft; die unmittelbar unter dieser oberen Zellschicht befindlichen mehr kugeligen Zellen haben einen farblosen Saft und eine körnige, gelbe Substanz in sich, welche, durch den rothen oder farblosen Saft der oberen Zellschicht hindurchscheinend, für das unbewaffnete Auge die orange Farbe hervorruft; ein gleiches Verhältniss findet bei *Euphorbia Bojerii* Statt.

Um die interessanten Verhältnisse der Farbenmischungen zu beobachten, kommt man oft schon zum Ziele, wenn man einfach die Oberhaut der betreffenden Blüthentheile abzieht und von oben betrachtet; in vielen Fällen hat man aber einen senkrecht geführten dünnen Schnitt nöthig, namentlich wo der Saft in den papillösen Zellen sehr dunkel ist und wo dadurch die noch etwa in ihm befindlichen festen, anders gefärbten Stoffe verdeckt werden, und so die Farbenmischung auch bei der Beobachtung mit dem Mikroskop zu Wege kommt. In den meisten Fällen wird man ohne Mühe die Trennung zweier Farben in einer und derselben Zelle deutlich wahrnehmen. Dass es bei der papillösen Gestalt vieler Oberhautzellen, bei der Betrachtung von oben manchmal so aussieht, als ob sich ein kugelig Körper in der Mitte der Zelle befände, darf wohl kaum erwähnt werden, und wird zu keiner irrigen Ansicht führen.

Eine eingehende Darstellung davon, wie die Farbe in den Blüthen stellenweise dunkeler oder heller, und wie eine Blüthe mehrere Farben zugleich zeigt, erscheint kaum nöthig, da diese Verhältnisse und ihre Gründe leicht dem Beobachter in die Augen springen: der dunklere oder hellere Ton einer Farbe wird, wie schon erwähnt, dadurch bewirkt, dass der Zellsaft entweder dunkler oder heller gefärbt ist, oder die festen Körper mehr oder weniger zahlreich vorhanden sind, oder dass sich zwischen den gefärbten Zellen farblose finden.

Bei den Angaben der Farben werden vielleicht dem Einen oder dem Anderen Irrthümer vorzukommen scheinen, in welchem Falle daran erinnert werden muss, dass die Erscheinungen der Farben sehr subjectiv sind, dass namentlich die Zwischenfarben Grün, Violett und Orange in verschiedenen ihrer Töne bald zu der einen, bald zu der anderen einfachen Farbe von den verschiedenen Personen gezogen werden; in dem vorliegenden Falle wird das aber von weniger Wichtigkeit sein, da die Hauptsachen, welche auch einige Andere vorurtheilsfrei gesehen, wohl einem Jeden klar in die Augen springen werden; diese sind zum Schluss etwa folgende:

1. Die Farben der Blüthen sind nie an die Zellmembran, sondern immer an den Zellinhalt gebunden.

2. Blau, Violett, Rosenroth und, wenn kein Gelb in den Blüthen, auch Hochroth sind durch den entsprechend gefärbten Zellsaft mit wenig Ausnahmen bedingt.

3. Gelb, Orange und Grün sind zum grössten Theil an feste, körnige Stoffe oder Bläschen gebunden.

4. Braun und Grau, in vielen Fällen auch brennend Roth und Orange, erscheinen nur dem unbewaffneten Auge als solche (Ausnahme s. p. 66); bei der Vergrösserung erkennt man, dass sie aus anderen Farben zusammengesetzt sind, und zwar:

Braun und Grau aus Gelb und Violett oder Grün und Violett, Orange und Violett, Grün und Roth;

brennend Roth und Orange aus bläulich Roth mit Gelb oder Orange.

5. Das Schwarz rührt, mit Ausnahme von *Vicia Faba*, immer von einem sehr dunkel gefärbten Zellsaft her.

6. In nur wenigen Fällen sind alle Zellen des Organes gleichmässig gefärbt.

7. Meistentheils liegt die Färbung nur in einer oder einigen der äusseren Zellschichten.

8. Ausnahmsweise sind die gefärbten Zellen von einer Schicht ungefärbter eingeschlossen.

9. Die Zusammensetzung der Farben wird in der Weise bewirkt, dass entweder eine und dieselbe Zelle verschieden gefärbte Stoffe enthält, oder dass die verschiedenen übereinander oder nebeneinander liegenden Zellen verschieden gefärbt sind.

Eine kurze Bemerkung sei noch über die Farbenveränderungen in der Blüthe zu verschiedenen Zeiten ihres Aufgeblühtseins erlaubt. Dass viele Boragineen erst während ihres Aufblühens und auch noch unmittelbar nach diesem blau werden, während sie früher eine rothe Farbe hatten, ist wohl allgemein bekannt; manchmal kommt es sogar vor, dass die rothe Farbe während der ganzen Zeit der Blüthe zurückbleibt, wie bei einzelnen Exemplaren von *Myosotis palustris*; am schönsten ist wohl diese Farbenwandlung bei *Lithospermum purpureo-coeruleum* und *Pulmonaria officinalis* zu beobachten. Auch die Blüthen der *Ipomaea*-Arten haben eine eigenthümliche Farbenwandlung von Roth und Blau, namentlich

ist dies schön zu sehen bei *Ipomaea Learii*: die Blumenkrone ist hier in der fast zum Aufbrechen entwickelten Knospe roth, beim Aufblühen wird sie rein blau, auf Mittag fängt sie an, sich violett zu färben, und bis sie sich schliesst, ist sie wieder rein roth geworden. Beispiele dafür, dass der Anfangs farblose Zellsaft sich während des Blühens roth färbt, giebt es mehrere: die Anfangs weissen Blüten von *Anemone nemorosa* und *Trientalis europaea* färben sich bisweilen nach und nach rosenroth, regelmässig ist dies bei *Trillium grandiflorum* der Fall; ein anderes Beispiel giebt Schacht a. a. O., II. p. 293 von *Hibiscus mutabilis* an, welcher sich am Morgen mit schneeweissen Blumenblättern öffnet, und sich am Abend in dunkelrosenrother Färbung schliesst. Auffallend ist diese allmälige Rothfärbung auch bei *Aesculus hippocastanum*, wo man zugleich Blüten mit gelben, orange und leuchtend rothen Flecken sieht; die ersteren sind die jüngsten, hier ist in den Zellen ein farbloser Saft und gelbe körnige Substanz enthalten, allmähig färbt sich der Saft rosa, wodurch dann der zuerst gelbe Fleck orange erscheint, zuletzt wird der rosa Zellsaft dunkler und das Gelb verschwindet mehr und mehr, wodurch dann der rothe Fleck zum Vorschein kommt. Aehnliches findet bei *Caragana Chamlago* Statt, wo zuerst die Blüten gelb sind und sich erst später durch die blaurothe Färbung des Zellsaftes braun färben.

Bonn im October 1860.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IV.

Fig. 1. Zellen von der Oberfläche der blauen Perigonalblätter von *Strelitzia Reginae*.

Fig. 2. Zellen aus den Perigonalspitzen von *Tillandsia amoena*.

Fig. 3. Zelle aus dem Blüthenschlunde von *Gilia tricolor*.

Fig. 4. Zellen von der Unterseite der Blumenkrone von *Verbena chamaedrifolia*.

Fig. 5. Zelle aus einem Blumenblatt von *Adonis autumnalis*, der Stelle entnommen, wo das Blutroth in Schwarz übergeht.

Fig. 6. Zellen aus den gelben Perigonalblättern von *Strelitzia Reginae*.

Fig. 7. Zellen aus der Blumenkrone von *Eccremocarpus scaber*.

Fig. 8. Zellen aus den Staubfäden (filamenten) von *Acacia dealbata*.

Fig. 9. Zelle aus einem Blumenblatt von *Dillenia scandens*, daneben ein stärker vergrößertes Farbebläschen.

Fig. 10. *Scopolina atropoides*, links Zellen der Aussenseite der Blumenkrone, rechts Querdurchschnitt durch die Blumenkrone, in der Mitte die Farbe derselben an der Aussenseite.

Fig. 11. Zelle aus der Blüthe von *Iris Persica*, einer grau erscheinenden Stelle entnommen.

Fig. 12. Farben von *Fritillaria imperialis*, s. p. 70.

Fig. 13. *Canna gigantea*, links Zellen der obersten Schicht einer hochroth gefärbten Stelle entnommen; rechts eine Zelle aus einer gelben Stelle; in der Mitte die Farbe der Blüthe.

Fig. 14. *Euphorbia fulgens*, einige der oberen Zelllagen der Hüllblättchen senkrecht durchschnitten.

Bei einer Vergrößerung von 280 sind gezeichnet die Figuren 3., 5., 10., 11.; von 440: 1., 2., 4., 6., 7., 8., 9., 13. und 14.; von 770: das Farbebläschen bei Figur 9.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Hildebrand Friedrich Hermann Gustav

Artikel/Article: [Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüten. 59-76](#)