Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Apios tuberosa Mch.

Von

E. Loew.

(Hierzu Tafel VI.)

In einem früheren Aufsatz dieser Zeitschrift [1]) habe ich bei *Oxytropis pilosa* gewisse Eigenthümlichkeiten im Bau der Blüthenepidermis nachgewiesen, die in deutlicher Beziehung zu der mechanischen Ausrüstung der betreffenden Blüthentheile und deren Inanspruchnahme beim Bestäubungsvorgange stehen. Die Frage lag nahe, wie in dieser Hinsicht sich andere Papilionaceenblüthen verhalten möchten, da kaum anzunehmen ist, dass die bei jener Art gefundene auffallend starke Ausstattung bestimmter Flügel- und Schiffchentheile mit specifisch mechanischen Zellformen isoliert auftreten sollte. Bevor durch vergleichende Untersuchung zahlreicher Papilionaceen diese Frage erledigt wird, schien es mir wichtig, zunächst solche Schmetterlingsblumen in's Auge zu fassen, bei welchen die zur Bestäubung dienende Blüthenconstruction von der bei *Oxytropis* gänzlich abweicht und vor allem die bei dieser Gattung vorhandene Zapfenverbindung zwischen Flügel und Schiffchen fehlt. Ist die von mir den mechanischen Zellen der Oxytropisblüthe beigelegte Deutung richtig, so müssen derartige Zellformen in denjenigen Fällen fehlen oder wenigstens modificiert auftreten, in welchen bei der Benutzung von Flügel und Schiffchen von Seiten des Blumenbesuchers Zug- und Druckkräfte in Folge abweichender Blüthenconstruction gar nicht oder nur in schwächerem Grade zur Wirkung gelangen. Eine derartig construierte Blüthe fand ich bei der nordamerikanischen *Apios tuberosa* Mch., von welcher mir lebendes Material durch die Güte des Kgl. Hofgärtners Herrn Reuter auf der Pfaueninsel bei Potsdam zu Gebote stand.

Zunächst will ich die bisher [2]), wie es scheint, nicht genauer untersuchte Blütheneinrichtung genannter Pflanze beschreiben, um dann erst auf die in Frage kommenden anatomischen Verhältnisse einzugehen.

Die in dichten Trauben stehenden Blüthen von *Apios* sind braunpurpurn gefärbt und verbreiten einen süsslichen Geruch, den Asa Gray [3]) mit dem von Veilchen vergleicht. Der c. 4 mm hohe, hellgrüne Kelch (Fig. 1 bei *k*) ist lippenförmig, indem der nach unten gerichtete Kelch-

1) Flora 1891. Heft 1. p. 83—90.

2) Die Arbeit von Förste (The Nectar-Glands of Apios tuberosa. Bulletin of the Torrey Botanical Club XI. New-York 1884) ist mir nur nach einem Referat im Botanischen Jahresbericht (1884. 1. p. 674) bekannt, aus welchem nicht hervorgeht, wieweit der Autor die biologischen Eigenthümlichkeiten der Apiosblüthe erörtert.

3) Manual of the Botany of the Northern United States. 5. Edit. p. 140.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0162-3

zahn die übrigen an Länge bedeutend übertrifft. Auffallend erscheint zunächst die Form und Ausbildung des Vexillum; der Nagelteil desselben (Fig. 4 bei *ng*) ist sehr kurz (c. 1 mm lang), die Platte beiderseits stark verbreitert (grösste Breite c. 12 mm bei einer Länge von 11 mm) und an der Spitze mit einer eigenthümlichen Einschnürung (Fig. 1 und Fig. 3 bei *e*) versehen, durch welche eine Art von Kapuze zum Festhalten des kreisförmig nach oben gebogenen, schmalen Schiffchens (Fig. 1 und Fig. 2 bei *sch*) gebildet wird. Von der Seite betrachtet erscheint der Umriss der Fahne (Fig. 1 und Fig. 12 bei *fa*) ungefähr beilförmig mit verschmälertem, etwas gekrümmten Grunde, schwach ausgebuchtetem Rande und höckerförmiger Spitze. Im Vergleich zu anderen Schmetterlingsblüthen, wie z. B. der von *Oxytropis* ist hervorzuheben, dass bei *Apios* die Fahnenplatte sich gegen den Nagelthеil und den Kelch (vergl. Fig. 2, die einen Durchschnitt der Blüthe zeigt) nicht aufwärts schlägt, sondern die Richtung derselben fortsetzt und auch die sonst häufig von dem Fahnennagel ausgeübte, mit der einer gespannten, elastischen Feder zu vergleichende Wirkung auf die Basalstücke von Flügel und Schiffchen bei der Kürze des genannten Theils wegfällt. Die Färbung an der Aussenseite des Vexillums ist mattbräunlich purpurn auf grünlichem Grunde; auf der dichtgeaderten und intensiver gefärbten Innenseite bemerkt man eine basale, grüngefärbte Stelle (Fig. 4 zwischen *ng* und *s*), nach welcher purpurne, weiterhin grün auf weissem Grunde erscheinende Längstreifen convergieren und so ein Saftmal (*s*) herstellen. Indem sich Flügel und Schiffchen (in Fig. 1 mit *fl* und *sch* bezeichnet) der Mitte dieser Saftmalstellen einfügen, entstehen rechts und links im Fahnengrunde (Fig. 3 bei *h* [1]) zwei deutlich markierte, grüne, am Rande purpurn geaderte Stellen, die dem blüthenbesuchenden Insect den Ort der Rüsseleinführung andeuten (äussere Honigzugänge).

Die verhältnissmässig kurzen und schmalen Flügel (Länge 9 mm, grösste Breite 3 mm) zeigen über dem wenig entwickelten Nagel (Fig. 5 bei *ng*) zunächst einen schmalen und langen (c. 5 mm) Grundtheil, welcher einen kurzen, umgeschlagenen Basallappen (bei *b a*) trägt und der Länge nach eingefaltet (bei *l*) erscheint. Der schmale Grundtheil geht nach der Spitze des Flügels zu in eine ungefähr löffelförmige Verbreiterung über, auf die sich die Längsfalte fortsetzt und an derem Rande eine seichte, längliche Vertiefung (bei *e*) sichtbar ist, während der Flügel im übrigen eine nach oben zu convex gekrümmte Fläche bildet. Der Aderverlauf (Fig. 6) lässt im Vergleich z. B. mit dem im gleichnamigen Theil von *Oxytropis* [1]) eine bedeutend schwächere Ausbildung der zu dem Basallappen (*b a*) gehörigen Bündelzweige [2]) erkennen. Bei Betrachtung der

1) Vgl. in meinem früheren Aufsatz Tafel II, Fig. 8.

2) Die Leitbündel in den Blumenblättern von *Apios* werden von einigen stark in die Länge gestreckten schlauchförmigen Elementen begleitet, die bei Behandlung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0163-9

Blüthe von vorn (Fig. 3) erscheinen die Alae in ihrer natürlichen Lage am Fahnengrunde, dessen Seitenecken sich weit nach aussen schlagen, nur als unbedeutende Anhänge, deren Spitzen sich nicht wie bei der gewöhnlichen Form der Schmetterlingsblüthe über dem Schiffchen zusammenlegen, sondern schräg nach aussen divergieren. Die Verbindung der Flügel mit dem Schiffchen durch einen eingestülpten Hohlzapfen kommt bei Apios ganz in Wegfall; nur der längsgefaltete Grundtheil der Flügel, sowie ihr kurzer Basallappen umschliesst in ziemlich lockerer Weise den unteren Theil der Schiffchenbasis.

Die Ausbildung der Carina steht mit der Verkürzung und Vereinfachung der Alae in engem Zusammenhang; sie ist nämlich wie auch bei anderen, mit *Apios* verwandten Phaseoleen (*Phaseolus*, *Clitoria*, *Rhynchosia*) sichelförmig gekrümmt (Fig. 7 und 8) und stark verschmälert; die Krümmung beschreibt einen vollen Halbkreis von c. 11 mm Umfang; die beiden Blätter des Schiffchens sind von der ausgeschnittenen Spitze bis kaum auf halbe Länge (in Fig. 7 von *x* bis *y*) verwachsen und haben eine durchschnittliche Breite von nur 2 mm; die Adern verlaufen dem gekrümmten Rande parallel, die Länge des Nageltheils beträgt etwa 3 mm, der Basallappen (*ba*) bildet eine stumpfvorgezogene Ecke. Zapfenförmige Ein- oder Ausstülpungen zur Befestigung mit den Flügeln fehlen auch hier vollständig. Indem sich das Schiffchen von seiner Basis aus senkrecht nach oben über den Fahnengrund herumbiegt, erscheint es bei Betrachtung der Blüthe von unten (Fig. 2) zwischen den spreizenden, unterseits etwas ausgehöhlten Flügeln als ein medianer, schmaler Kielstreifen (Fig. 2 bei *sch*); die Spitze des letzteren erreicht (Fig. 3) die Höhe des Fahnenscheitels dort, wo die schon erwähnte, kapuzenartige, innenseits grün gefärbte Einsackung (Fig. 3 bei *e*) liegt; von derselben wird der oberste Theil der Carina derartig fest umschlossen, dass man beide Theile nur mit einiger Mühe zu trennen vermag. Dass ein den Dimensionen der Blüthe entsprechender Besucher im stande sein sollte, diese Trennung auszuführen, erscheint kaum wahrscheinlich; wenigstens ist ohne direkte Beobachtung eines derartigen Falls nicht einzusehen, wie das betreffende Insect dabei verfahren und wo es einen festen Sitzpunkt bei Einführung des Rüssels an der kapuzenförmigen Fahnenspitze gewinnen sollte; auch müsste dann letztere Partie der Träger des Saftmals sein. Vergegenwärtigt man sich, dass bei der gewöhnlichen Form der Papilionaceenblüthe das Hervortreten der im Schiffchen geborgenen Geschlechtstheile dadurch herbeigeführt wird, dass der auf den Flügeln platznehmende Besucher sein Saugorgan am Fahnengrunde einzwängt,

---

der vorher in Alkohol eingelegten Präparate mit verdünnter Kalilauge deutlich hervortreten. Sie scheinen Milchsaftschläuche zu sein, die auch in den übrigen Theilen der Pflanze vorkommen; Asa Gray nennt dieselbe (a. a. O.) »a perennial herb with some milky juice«.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0164-5

durch gleichzeitiges Herabdrücken der mit dem Schiffchen in fester, seitlicher Verbindung stehenden Flügel eine Abwärtsbewegung der Carina bewirkt und damit sowohl den bei den verschiedenen Gattungen der Papilionaceen in mannichfaltiger Weise variirten Mechanismus der Pollenausstreuung als den Bestäubungsvorgang selbst, d. h. die Belegung der Narbe mit Pollen, auslöst, so ist klar, dass bei *Apios* eine Abwärtsbewegung des Schiffchens in Folge von Hebelwirkung der Flügel schon deshalb nicht erfolgen kann, weil zwischen beiden Theilen die feste Zapfenverbindung fehlt. Auch lässt sich durch versuchsweises Niederziehen der Flügel die Carina keineswegs aus der kapuzenförmigen Fahneneinsackung herausbringen. Wenn ferner ein Auseinanderzwängen dieser letztgenannten Theile von Seiten des Blumenbesuchers erfolgen sollte, so könnte dies nur durch Einführung der festen Basis des Saugorgans, und der Zweck der Honiggewinnung nur durch nachheriges Vorstrecken der Zungenspitze erreicht werden; dabei würde aber der Weg zum Honig, der auch bei *Apios* an der bei diadelphischen Papilionaceen gewöhnlichen Stelle an der Innenseite der Staminalcylinderbasis abgesondert wird, entweder unerreichbar oder wenigstens sehr erschwert sein; auch deuten die oben beschriebenen, rechts und links vom Fahnengrunde liegenden, das Saftmal tragenden Stellen deutlich den Ort an, wo die Rüsseleinführung zu geschehen hat. Alle diese Erwägungen führen übereinstimmend zu der Folgerung, dass bei *Apios* die Einfügung der Schiffchenspitze in die Fahnenkapuze die biologische Aufgabe hat, das Herabdrücken des Schiffchens überhaupt zu verhindern.

Die Frage ist dann nur, auf welche Weise in diesem Fall der Staubgefässapparat und die Narbe der Bestäubung dienstbar gemacht werden. Man könnte zunächst an ausschliessliche Autogamie denken; eine genauere Betrachtung der betreffenden Organe schliesst jedoch eine solche Annahme aus. Der durch Verschmelzung der Filamente zu Stande gekommene Hohlcylinder ist bei *Apios* wie bei allen diadelphischen Papilionaceen an der Oberseite gespalten (Fig. 12 zwischen *hc* und *o*); das obere, freie Staubgefäss (dieselbe Figur bei *o*) legt sich auf die entstandene Lücke und lässt zwei basale, rechts und links liegende Oeffnungen (Fig. 11 bei *h*) frei, durch welche der Zutritt zum Nektar erfolgen kann (innere Honigzugänge). Der Hohlcylinder (Fig. 9 bei *hc*) folgt zunächst der Krümmung des Schiffchens, setzt dieselbe aber noch ein Stück weiter fort, ehe er sich in die einzelnen Filamente (*f*) spaltet; die Antheren kommen dabei auf die eine Seite des Staminalcylinders zu liegen und sind in der angeführten Fig. 9 durch die davor liegenden Theile verdeckt; der aus einem schmalen, ziemlich geraden Fruchtknoten entspringende, eingerollte Griffel (Fig. 9 bei *gr*) beschreibt etwa 1½ Umläufe; sein oberes unbehaartes Ende trägt eine auffallend grosse, stumpfvierlappige, klebrige Narbe (Fig. 8a). In etwas späteren Stadien wird der Krümmungsradius des Staminalcylinders

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0165-0

derartig vergrössert, dass Antheren und Griffel zum Schiffchen die in Fig. 8 dargestellte Lage einnehmen; man sieht hier vom Griffel nur einen Theil seines inneren Bogens (bei *gr*); die Narbe legt sich einseitig über den Rand des Schiffchens, die Filamente der verwachsenen Staubgefässe (*st*) richten sich aufwärts und treten an der der Griffelspitze entgegengesetzten Seite des Schiffchens frei hervor, während das obere Staubgefäss unterhalb des Griffels bei *o* zum Vorschein kommt. Die hier vorhandene nach entgegengesetzten Seiten der Blüthe gerichtete Stellung von Antheren und Narbe lässt kaum eine andere Deutung zu als die, dass dadurch Autogamie vermieden und Fremdbestäubung gesichert werden soll; letztere muss jedesmal eintreten, wenn z. B. ein von links her in einer Blüthe mit Pollen bestreuter Besucher mit derselben Seite die nach rechts übergebogene Narbe einer demnächst besuchten Blüthe streift. Mein Blüthenmaterial hat leider nicht ausgereicht die Frage zu beantworten, in wieweit die entgegengesetzte Orientierung von Narbe und Antheren auf demselben oder auf verschiedenen Exemplaren von *Apios* wechselt oder constant bleibt. Auch habe ich Insectenbesuch an der Blume nicht selbst beobachtet, sondern nur von Herrn Reuter erfahren, dass sie gern von Honigbienen aufgesucht wird; ich muss daher die nähere Art und Weise des Bestäubungsvorgangs vorläufig dahingestellt lassen, zumal dabei in erster Linie die in Nordamerika die Apiosblüthe besuchenden Insecten zu berücksichtigen wären. Soviel geht aber schon aus meinen bisherigen Beobachtungen hervor, dass Autogamie in keinem Falle die einzigmögliche Bestäubungsform bildet. Zu einer gleichen Folgerung gelangt man auch durch nähere Betrachtung der Honigzugänge und der Nectarabsonderung der Blüthe. Letztere ist eine sehr reichliche, so dass der für die Ansammlung des Honigs bestimmte Hohlraum an der Basis des Staminalcylinders oft bis zu den schon erwähnten Saftlöchern (Fig. 11 bei *h*) hin von demselben erfüllt wird. Da nun das Saftmal am Fahnengrunde zwei rechts und links stehende äussere Honigzugänge (Fig. 3 bei h^1) andeutet, so ist kaum zu bezweifeln, dass behufs Honigausbeutung der Blumenbesucher sich vorzugsweise auf den rechten oder linken Flügel stützen muss, um sein Saugorgan passenden Orts einzuführen, wobei die entgegengesetzte Stellung von Antheren und Narbe, sowie ihr seitliches Hervortreten über den nach hinten zu freien Schiffchenrand eine nothwendige Ergänzung der übrigen Blüthenconstruction bildet. Denn da nach unserer Voraussetzung das Schiffchen — wenigstens bei normaler Blüthenausnutzung — gar nicht abwärts bewegt wird, so würden die Geschlechtstheile der Apiosblüthe durch ein den Honig vom Fahnengrunde aus saugendes Insect nicht berührt und eine Belegung der Narbe mit Pollen durch dasselbe überhaupt nicht herbeigeführt werden; erst dadurch, dass die Spitze des Griffels und die Antheren dem Kopf, resp. dem Saugorgan des Besuchers auf dem Wege zum Nectar entgegengestreckt werden, erscheint

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0166-6

angesichts der Festlegung des Schiffchens die Allogamie gesichert. Auf diese Weise erklärt ein Theil der Blütheneinrichtung den anderen.

Besonders hervorzuheben bleibt noch die Erleichterung des Honigzugangs bei *Apios* im Gegensatze zu denjenigen Papilionaceen, deren Blumenblätter mit langen, stark elastischen Nägeln und fester Verbindung zwischen Flügeln und Schiffchen versehen sind; je länger nämlich die ersteren sind, desto mehr rückt der Einsatzpunkt für den Insectenrüssel am Fahnengrunde von den Honigquellen, d. h. von den beiden Löchern am Grunde des oberen freien Staubfadens, ab; je stärker die Nägel sind, desto mehr verstärkt sich der sie umschliessende Kelch und desto mehr verdicken sich auch die Basalfortsätze der Flügel, deren Function bekanntlich theils im Festhalten des Schiffchens in seiner Lage zum Geschlechtsapparat, theils bei abwärts geklappter Carina in der Zurückführung dieses Theils auf die ursprüngliche Stellung besteht. Je fester endlich die in Rede stehenden Blüthentheile in ihrer Anfangslage auf dem starren Geschlechtsapparat (Staminalcylinder nebst eingeschlossenem Fruchtknoten) gehalten werden, eine desto grössere Kraft ist zu der Abwärtsbewegung der Carina mittels des Hebelwerks der Flügel nothwendig, und desto ausgiebiger muss die mechanische Verbindung zwischen den letzteren und dem Schiffchen verstärkt werden. Für die Honiggewinnung sind dies sämmtlich erschwerende Umstände, da der unter dem Fahnengrunde eindringende Rüssel auf seinem Wege zum Honig den Widerstand der Nägel, der Kelchwandung und der Basallappen überwinden muss, wenn er zwischen den genannten Theilen durchkommen will. Insecten, deren Saugorgan diese Arbeit aus irgend einem Grunde nicht zu leisten vermögen, sind daher vom Honiggenuss derartig unzugänglicher Schmetterlingsblumen ausgeschlossen, weshalb letztere auch so häufig unter Honigeinbrüchen [1]) von aussen zu leiden haben. Bei *Apios* fällt ein grosser Theil der angegebenen Hindernisse fort; kurze, schwache Nägel an Fahne und Flügeln, wenig entwickelte Basallappen und Flügelrandfalten, wie sie eben zur Einlenkung nnd zum Festhalten von Flügel und Schiffchen ausreichen, endlich völlige Abwesenheit einer festen Gelenkverbindung zwischen den Alae und der Carina machen auch den Honigzugang zu einem sehr bequemen. Zunächst ist an der vollkommen geöffneten Blüthe rechts und links vom Schiffchen oberhalb der Flügel (Fig. 12 über *fl*) je ein Hohlraum von c. 5 mm Breite und gleicher Höhe frei, in welchen der Kopf des Besuchers bis zu dem längsgestrichelten Saftmal (Fig. 3 bei h^1) eingeführt werden kann. Ein der Blüthenmediane parallel geführter Schnitt (Fig. 12), welcher eines der beiden seitlichen Honiglöcher (*h*) am Grunde des oberen freien Staubfadens (*o*) gerade getroffen hat, lässt die gegenseitige Lage

1) Vgl. u. a. die von Schulz (Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsvertheilung bei den Pflanzen II. p. 208—212) gegebene Liste, die 50 Papilionaceen umfasst.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0167-2

der Blüthentheile in der Umgebung der Honigquellen deutlich erkennen; die angeführte Figur zeigt den auf die halbierte Fahne (*fa*) nach innen zu folgenden Flügel (*fl*), dann weiter nach einwärts den basalen Theil des Schiffchens, dessen oberer Rand etwas nach innen geschlagen erscheint und schliesslich den aufgeschlitzten Staminalcylinder; dieser und das Schiffchen sind in ihrem oberen Theile in der Figur bei *sch* und bei *hc* abgeschnitten dargestellt; das obere freie Staubgefäss (*o*) biegt sich etwas nach aufwärts und lässt bei *h* das Honigloch zwischen ihm und dem Staminalcylinder erkennen. Die von dem Saftmal aus nach dieser Stelle in der Figur gezeichnete Pfeilspitze deutet den Weg des Insectenrüssels an; das Maximum der zur Ausbeutung des Nectars erforderlichen Rüssellänge ist auf c. 5 mm zu schätzen, wenn der Kopf des Besuchers nur bis kurz vor das Saftmal eingeführt wird; bei noch tieferem Vordringen kann der Weg zum Honig natürlich noch um einige mm abgekürzt werden. Weitere Erläuterung über die Lage der Honiglöcher geben die Figuren 10 und 11; erstere stellt einen quer zur Fahne gerichteten Längsschnitt dar, durch welchen der oberhalb liegende Theil von Kelch und Fahne entfernt wurde, so dass die Basis von Flügel und Schiffchen, sowie das obere, freie Staubgefäss und ein Theil des darunter liegenden Staminalcylinders freigelegt ist. Man sieht in der Figur unter dem halbmondförmig erscheinenden Querschnitt von Kelch (*k*) und Fahne (*fa*) die beiden übereinandergreifenden Basallappen der Flügel (*fl*) und unter ihnen die einwärts geschlagenen Ränder des Schiffchens (*sch*), die dem Staminalcylinder (*hc*) aufliegen; die Honiglöcher werden durch die Basallappen, sowie das obere freie Filament verdeckt. Ein etwas tiefer geführter ähnlicher Schnitt (Fig. 11) hat sie freigelegt (bei *h*); derselbe hat den Basaltheil der Fahne nicht mehr getroffen und lässt ausser dem Staminalcylinder (*hc*) und dem oberen Staubgefäss (*o*) nur noch Seitenpartieen von Schiffchen (*sch*) und Flügeln (*fl*), sowie einen Theil der schräg durchschnittenen Kelchwandung (*k*) hervortreten. Aus diesen Figuren geht hervor, dass der unter der Fahne eingeführte Insectenrüssel auf seinem kurzen Wege zum Honigloch nur geringe Hindernisse vorfindet und hauptsächlich nur die schwachen Basallappen der Flügel etwas in die Höhe zu heben hat.

Fassen wir die bisherigen Erörterungen über die Blüthe von *Apios* zusammen, so erscheint dieselbe als eine Schmetterlingsblume, bei welcher durch Festlegung des Schiffchens eine mechanische Verbindung zwischen letzterem und den Flügeln aufgegeben und damit gleichzeitig das Hervorpressen der Geschlechtstheile aus dem Schiffchen, die gewöhnliche Art der Pollenausstreuung auf die Unterseite des Besucherkörpers und die durch letzteren herbeigeführte Belegung der Narbe mit Pollen unmöglich gemacht ist. Zum Ersatz dafür hat die Blüthe durch entgegengesetzte Orientierung von Narbe und An-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0168-8

theren eine anderweitige Sicherung der Fremdbestäubung gewonnen und ausserdem durch Kürzung und Freilegung der Honigzugänge den Insecten den Nectargenuss erleichtert.

Eine weitere Frage ist nun die, ob und inwieweit diese im Vergleich zu dem gewöhnlichen Papilionaceentypus geänderte Construction der Blüthe auch in ihrer anatomischen Structur sich abspiegelt. Wie bei *Oxytropis* bauen sich auch bei *Apios* die Nageltheile (Fig. 13) vorwiegend aus längsgestreckten, die Platten (Fig. 14) dagegen aus mehr isodiametrischen Elementen auf. Da die mechanisch bedeutsamen Zellformen der Blumenblätter, wie u. a. auch aus meiner früheren Arbeit über *Oxytropis* hervorgeht, vorzugsweise in der Epidermis ihren Sitz haben, so kann sich die folgende Schilderung des anatomischen Befundes auf die genannte Gewebeschicht beschränken.

Die Oberhaut der Fahnenplatte wird an der Oberseite letzterer von regelmässig polygonalen, im Querschnitt meist sechseckigen Zellen von c. 27—34 μ Durchmesser gebildet (Fig. 15). Ungefähr in der Mitte der einzelnen Zelle bemerkt man bei Ansicht von der Fläche eine scharfcontourierte Kreislinie (bei *z*), welche von einer zweiten, am Rande schwach gekerbten und mit der ersten mehr oder weniger concentrischen Linie umgeben wird, so dass eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Hoftüpfel entsteht. Der Raum zwischen den beiden Linien erscheint stärker lichtbrechend als die Umgebung; ausserhalb dieses Raumes erblickt man bei Einstellung auf die Aussenwand auf derselben radiär ausstrahlende, nicht sehr dichte und hier und da unregelmässig abgesetzte Cuticularstreifen (Fig. 15 und 17 bei *c*). Statt der einfach contourierten, inneren Kreislinie lässt sich bei genauer Einstellung meist eine doppelte Begrenzung (Fig. 17 bei *m*) nachweisen, die von dem stärker lichtbrechenden Ringe (Fig. 17 bei c^1) umgeben wird. Selbstverständlich sind die in Rede stehenden Gebilde keineswegs Hoftüpfel, sondern die Kreislinien sind, wie die Profilansicht der betreffenden Zellen (Fig. 16) lehrt, nichts anderes als der optische Durchschnitt von breitzapfenförmigen Ausstülpungen (bei *z*), welche ungefähr die Mitte der im übrigen bauchig gestalteten Epidermiszellen einnehmen; die Höhe dieser Zapfen beträgt c. 11—20 μ, ihr Durchmesser 10—11 μ. Von der Fläche gesehen erscheint der starke Cuticularüberzug als stark lichtbrechender, am Rande gekerbter Ring (Fig 17 bei c^1), die Zellmembran selbst (Fig. 17 bei *m*) als innerer, einfacher oder doppelter Kreis. Der eigenthümliche Eindruck der betreffenden Oberhautzellen wird nur durch die regelmässige Anordnung der Zapfenvorsprünge und durch das hoftüpfelähnliche Bild derselben bei der Flächenansicht hervorgerufen; im übrigen sind derartige Epidermisausstülpungen auf den Blumenblättern eine vielfach verbreitete und bei dichterer Anordnung, sowie stärkerer Längsentwicklung in biologischer Hinsicht als Schutztrichome, Sperr- oder

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0169-6

Reusenhaare u. dgl. gedeutete, wohl bekannte Bildung. Um vorläufig ihre Function ausser Betracht zu lassen, mögen die eben beschriebenen Epidermiselemente als »Zapfenzellen« bezeichnet werden. Die Verbreitung derselben auf der Blüthenepidermis von *Apios* ist keineswegs eine regellose; sie nehmen zunächst vorwiegend die grünlich gefärbte Aussenfläche der Fahne ein, bilden dann am Rande der Innnenseite eine c. 0,15 mm Zone, fehlen in der mittleren Partie der Fahne und treten erst wieder an derem Grunde in der Gegend des oben beschriebenen grüngefärbten Basalflecks auf; der Fahnennagel und der ihm zunächst benachbarte Theil der Platte sind gänzlich frei davon. Characteristisch für die Zapfenzellen der Fahne erscheint die Kürze und die am oberen Ende quer abgestutzte Form der Ausstülpung (Fig. 16 bei *z*).

Auf den Flügeln fehlen die Zapfenzellen zunächst auf dem Nagel, finden sich aber bereits am Rande des Basallappens (Fig. 19) in stärkerer Entwicklung vor als auf der Fahne. Die Ausstülpungen erscheinen hier länger und schmäler, nach dem oberen Ende zu verjüngt und abgerundet. Die betreffenden Zellen sehen in dieser Form anderen auf Blumenblättern vorkommenden, papillösen Bildungen — ich erinnere z. B. an die von mir beschriebenen und abgebildeten [1]) Trichome auf den Schlundklappen der *Symphytum*-Arten — ähnlich und treten auch wie diese an bestimmten Stellen der Blüthe in dichter Aneinanderhäufung auf. Besonders ist dies auf den basalen Theilen der Flügelränder (Fig. 18) der Fall; ausserdem umsäumen sie die Aussenseite der Flügelplatte in einer c. 0,2 mm breiten Zone und greifen auch in einem schmalen Streifen auf die Innenseite des oberen Flügelrandes über, fehlen aber sonst auf dieser Seite gänzlich; hier besteht vielmehr das Epidermisgewebe aus ähnlichen isodiametrischen und im Querschnitt meist sechseckigen Zellen (Fig. 14), wie auf den zapfenfreien Partieen der Fahne.

Das Schiffchen zeigt sich wie die übrigen Blüthentheile am Nagel frei von Zapfenzellen; dagegen ist sein Oberrand stark papillös; besonders trägt die Spitze des Organs auffallend lange Trichome der erwähnten Art. Das übrige Oberhautgewebe des Schiffchens besteht aus parenchymatischen Elementen, die an der Aussenwand zum Theil längsverlaufende Cuticularstreifen und an den Radialwänden hier und da schwache Biegungen erkennen lassen. Von einer sonstigen mechanischen Ausstattung dieser Wandungen mit Falten oder Rippen ist weder hier noch auf den übrigen Blüthentheilen etwas zu sehen; die z. B. bei *Oxytropis* so auffallenden geknickten, gefalteten oder gerippten Zellformen fehlen bei *Apios* gänzlich.

Es liegt nahe, dieses Fehlen mit der Blüthenconstruction von *Apios* in Beziehung zu bringen, die weder eine Zerrung der Flügel- und Schiffchen-

1) Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger Borragineen. Bericht. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. IV. p. 159 und Taf. VIII. Fig. 6d, 7b etc.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0170-7

basis noch verstärkten Druck auf den Flanken dieser Organe auszuhalten hat, noch die Verzapfung oder Verwachsung letzterer erforderlich macht. Freilich kann die mechanische Verstärkung der Epidermis durch Faltung und Rippung, die nach Hiller [1]) vorzugsweise eine Aussteifungsvorrichtung gegen Collaps der Zellmembran darstellt, sehr wohl auch an Blüthen auftreten, deren Theile einem Zerren oder Drücken von Seiten muskelkräftiger Besucher wenig oder gar nicht ausgesetzt sind. Es liegt mir daher auch fern, die genannten Zellformen der Blumenepidermis ursächlich auf die zerrende und drückende Thätigkeit der blumenbesuchenden Insecten zurückführen zu wollen. Vielmehr scheint es mir, dass die histologische Differenzierung der Blumenblattepidermis sich in jener Hinsicht nicht anders verhält, wie der gröbere Gesammtaufbau der Blüthe. Ebenso wie letzterer durch die Thätigkeit der Insecten zwar nicht direct aus den ursprünglichen Stammformen gezüchtet worden ist, sich aber trotzdem jener auf das genaueste anschmiegt, findet das Gleiche auch bezüglich der mechanischen Ausstattung der Epidermiszellen statt. Die früher von mir beschriebene Blüthe von *Oxytropis* und die von *Apios* bilden möglicherweise zwei extreme Fälle unter einer grossen Stufenreihe von Papilionaceen mit oder ohne mechanische Verstärkung der Blüthenepidermis, wie damit parallelgehender, stärkerer oder schwächerer Inanspruchnahme der betreffenden Blüthentheile durch zerrende und drückende Besucher. Selbst wenn diese Vermuthung durch spätere Untersuchungen bestätigt werden sollte, würde damit noch immer nicht objectiv bewiesen sein, dass in der Blüthe von *Apios* die Ausbildung specifisch mechanischer Epidermiselemente unterblieben ist, weil Flügel und Schiffchen derselben nicht in gewöhnlicher Weise von den Blumenbesuchern benutzt werden konnten.

Nach dieser Bemerkung, die nur dazu dienen soll, etwaigen Missverständnissen über die Deutung der oben mitgetheilten Thatsachen vorzubeugen, mag schliesslich noch die Frage beantwortet werden, welche Function den als »Zapfenzellen« bezeichneten Trichombildungen beizulegen ist. Aus dem lokalen Auftreten derselben vorzugsweise auf den Randtheilen von Flügel und Schiffchen, sowie aus ihrer Vertheilung auf der das Saftmal tragenden Fahne scheint in Analogie mit ähnlichen Vorkommnissen bei anderen Blüthen hervorzugehen, dass sie eine Schutzeinrichtung gegen herankriechende kleine Insecten darstellen und letztere ähnlich wie sonst Haargitter u. dgl. vom Honigraub abhalten sollen. Die oben erwähnte grössere Zugänglichkeit der Honiglöcher von *Apios* giebt dieser Deutung eine thatsächliche Unterlage; auch kann es an dieser Blüthe für Insecten von entsprechender Körpergrösse nur zwei Methoden der diebsweisen Honiggewinnung geben, nämlich entweder ein möglichst

1) Untersuchungen über die Epidermis der Blüthenblätter. Pringsheims Jahrb. f. wissensch. Bot. XV. p. 436.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0171-3

weites Herabkriechen an der Innenfläche der Fahne oder ein Ueberklettern der Flügel- und Schiffchenränder: auf beiden Wegen wird einem derartigen Bemühen durch den Besatz mit weit vorragenden Papillenspitzen oder hügelartigen Stumpfhöckern ein wirksames Hinderniss entgegenstellt.

Bei *Apios tuberosa* findet nach der vorausgehenden Darstellung sowohl der Verlust der bei anderen Papilionaceen vorkommenden mechanischen Function von Flügel und Schiffchen als auch die damit verbundene, offenere Lage der Honigquellen ein deutliches Gegenbild in entsprechenden anatomischen Characterzügen der Blüthenepidermis, indem letztere zwar keine mechanischen Zellformen, aber sehr entwickelte Schutztrichome gegen Honigraub ausbildet.

Erklärung der Tafel.

Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Vergrösserung an.

In den Figuren bedeutet: *f* = Filament, *fa* = Fahne, *fl* = Flügel, *gr* = Griffel, *h* = Honigloch, *hc* = Hohlcylinder der verwachsenen Staubgefässe, *k* = Kelch, *na* Narbe, *o* = oberes freies Staubgefäss, s = Saftmal, *sch* = Schiffchen, *st* = verwachsene Staubgefässe.

Fig. 1. Blüthe von *Apios tuberosa* von der Seite, bei *e* Einschnürung an der Spitze der Fahne. — $\left(\frac{2}{1}\right)$.

Fig. 2. Blüthe von unten. — $\left(\frac{2}{1}\right)$.

Fig. 3. Blüthe schräg von vorn, bei *e* die das Schiffchen festhaltende Einschnürung, bei h^1 die äusseren Honigzugänge. — $\left(\frac{2}{1}\right)$.

Fig. 4. Fahne von innen (vorn), bei *ng* der Nagel. Die weissgelassenen Stellen an der Spitze und Basis sind grün, die schattierten braunpurpurn; die im Umkreis der grünen Basis convergierenden, purpurnen Saftmalstreifen sind bei *s* angedeutet. — $\left(\frac{2,5}{1}\right)$.

Fig. 5. Linker Flügel von aussen, bei *ng* Nagel, *ba* Basallappen, *l* Längsfalte, *e* seichte Vertiefung. — $\left(\frac{2,5}{1}\right)$.

Fig. 6. Aderverlauf im Flügel, bei *ba* Basallappen, bei *l* die Längsfalte. — $\left(\frac{5}{1}\right)$.

Fig. 7. Schiffchen von der Seite, bei *ba* Basallappen; die Verwachsung der beiden Blätter geht von *x* bis *y*. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 8. Schiffchen mit eingeschlossenen Geschlechtstheilen von der Seite. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 8a. Oberer Theil des Griffels mit der Narbe. — $\left(\frac{20}{1}\right)$.

Fig. 9. Geschlechtstheile nach Entfernung der Blumenkrone. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 10. Durch die Blüthenbasis geführter Schrägschnitt, um die gegenseitige Lage des Staminalcylinders (*hc*), des Schiffchens und der Flügel in ihrer basalen Region zu zeigen. — $\left(\frac{5}{1}\right)$.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0172-9

Fig. 11. Ebensolcher etwas tiefer geführter Schnitt, der die Honiglöcher (*h*) gerade freigelegt hat. — $\left(\frac{5}{1}\right)$.

Fig. 12. Parallel zur Blüthenmediane geführter Längsschnitt, um die Lage des Honiglochs (*h*) zum Saftmal und die Zugänglichkeit des ersteren auf dem Wege zwischen Fahne und Flügel zu zeigen; die Pfeilspitze deutet die Richtung an. — $\left(\frac{4}{1}\right)$.

Fig. 13. Längsgestreckte Epidermiszellen vom Flügelnagel. — $\left(\frac{150}{1}\right)$.

Fig. 14. Isodiametrische Epidermiszellen von der Unterseite der Flügelplatte; ähnliche Zellen auch auf der Fahne. — $\left(\frac{225}{1}\right)$.

Fig. 15. Epidermiszellen mit centralen, zapfenförmigen Vorsprüngen *z*, die in der Flächenansicht als Kreise erscheinen, und mit Cuticularstreifen *c* (von der Aussenseite der Fahne); ähnliche Zellen auch auf dem inneren Rande und der Basis der Fahne — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 16. Epidermiszellen mit Zapfenvorsprüngen (*z*) im Profil. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 17. Zapfenvorsprung nebst einem Theil der Aussenwand in seiner Umgebung von der Fläche gesehen. *m* Cellulosemembran, c^1 Cuticularüberzug des Vorsprungs, *c* Cuticularstreifen in der Umgebung. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 18. Theil der Epidermis mit schmal zapfenförmigen Papillen vom Flügelrande; die Zellgrenzen sind weggelassen. — $\left(\frac{300}{1}\right)$.

Fig. 19. Aehnliche Epidermiszellen vom Basallappen des Flügels. — $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Systematische Uebersicht der bisher bekannten Gattungen der echten Fucoideen.

Von

J. B. de Toni.

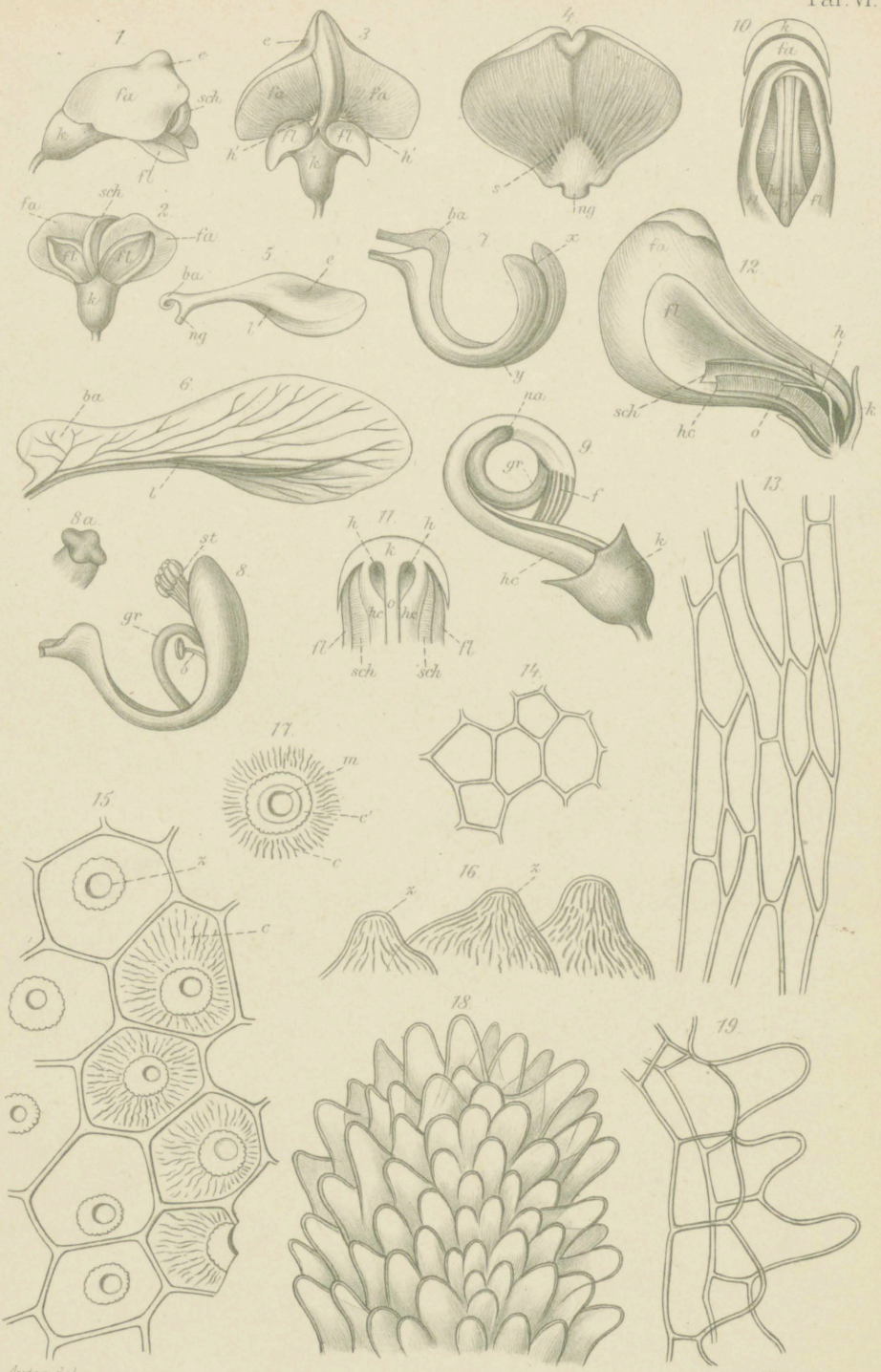
Mit der Systematik der Fucoideen haben sich in den letzten Jahren Areschoug, Ardissone, De Toni u. Levi, Hauck, Kjellman, Oltmanns und Reinke beschäftigt, welche gesucht haben, nach mehr oder weniger verschiedenen Begriffen die zahlreichen Gattungen dieser im weitesten Sinne[1]) die Fucoideae, die Syngeneticae und die Bacillarieae enthaltenden Gruppe zu ordnen.

Die Fucoideen, wovon ich bei der Verarbeitung eines der künftigen Bände meiner Sylloge algarum omnium eine systematische Uebersicht aller bisher bekannten Gattungen veröffentliche, umfassen drei grosse Klassen nämlich die Cyclosporinae (Fucaceae), Tetrasporinae (Dictyotaceae) und Phaeozoosporinae (Phaeozoosporeae).

1) P. van Tieghem, Traité de Botanique, II. édit. 1890, p. 1270.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0173-5



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0542-4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 74

Autor(en)/Author(s): Loew Ernst

Artikel/Article: Ueber die Bestäubungseinrichtung und den anatomischen Bau der Blüthe von Apios tuberosa Mch. 160-171