

Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten.

Von

Dr. Hermann Müller,

Oberlehrer an der Realschule erster Ordnung zu Lippstadt.

Einleitung.

Wie die Thier- und Pflanzenkunde überhaupt, denen ja bis heute der sich selbst widersprechende Name der »beschreibenden Naturwissenschaften« anklebt, ja sogar noch mehr als die meisten ihrer übrigen Zweige, bestanden bis vor wenigen Jahren auch die Blumen- und Insekten-Kunde der Hauptsache nach in Beschreibungen und systematischen Zusammenstellungen gegebener Formen. Zwar hatten ein RÉAUMUR, ein ROESEL bereits im vorigen Jahrhunderte mit liebevollster Hingabe sich in die unerschöpflich mannigfaltigen Lebenserscheinungen vertieft, welche die Insektenwelt darbietet, zwar hatte, noch vor Schluss des vorigen Jahrhunderts CHRIST. CONR. SPRENGEL [11]*) mit glücklichstem Erfolge die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den sie besuchenden Insekten zum Gegenstande seiner Beobachtungen und seines Nachdenkens gemacht. Aber bei den Nachfolgern LINNÉ's, die vielleicht nicht mit Unrecht eine möglichst sichere Orientirung in dem erdrückenden Formenreichthum als vorläufig wichtigstes Ziel ihrer Fachwissenschaften ins Auge fassten, traten biologische Forschungen mehr und mehr in den Hintergrund, und von den zahllosen Männern der verschiedensten Berufsklassen, welche Insekten und Blumen ihre ganze Liebhaberei zuwandten, ihre gesammte verfügbare Zeit widmeten, waren es immer nur vereinzelte Ausnahmen, denen nicht das Zusammenbringen oder Beschreiben einer möglichst grossen Zahl verschiedener Arten als unverrückbares Ziel ihres rastlosen Strebens vorgeschwebt hätte. Der Inhalt unserer entomologischen Zeitschriften und unserer zahlreichen Floren bis in die letzten Decennien, ja bis in die letzten Jahre hinein gibt davon hinreichend Zeugniß. Auch die Schulen haben sich dieser herrschenden Strömung nicht entziehen können, und wo überhaupt Zoologie und Botanik als Unterrichtsgegenstände in denselben Eingang gefunden haben, da ist es mit nur wenigen Ausnahmen ebenfalls Beschreibung und systematische Anordnung gegebener Formen gewesen, denen man die überwiegende Zeit zugewendet, denen man also auch für die geistige Ausbildung der Knaben eine hervorragende Wichtigkeit beigelegt hat.

Seit fast zwei Decennien ist nun durch das DARWIN'sche Werk über die Entstehung der Arten [2] der Bann gebrochen, welcher bei Betrachtung der Erscheinungen der lebenden Natur die Geister gefangen hielt, gebrochen durch den

*) Die in [] eingeschlossenen Ziffern verweisen auf die am Schlusse der Abhandlung zusammengestellten Bemerkungen.

Nachweis der Möglichkeit, auch auf diesem Gebiete den die Erscheinungen bedingenden ursächlichen Zusammenhang zu erkennen. In der gesammten Naturforschung hat seitdem ein neues reges Leben begonnen; verschiedene Gebiete biologischer Forschung sind von DARWIN selbst durch bahnbrechende Arbeiten eröffnet worden; zuerst und vor allen hat derselbe schon im Jahre 1862 durch sein Werk über Orchideen [18] die längst vergessenen SPRENGEL'schen Forschungen zu neuem Leben erweckt und in dem Vortheil der Kreuzung getrennter Stöcke den Schlüssel zur Lösung der Räthsel der Blumenwelt nachgewiesen, welchen aufzufinden SPRENGEL noch nicht gelungen war.

Eine stetig wachsende Zahl von Botanikern hat sich seitdem an der Bearbeitung dieses höchst anziehenden und dankbaren neuen Forschungsgebietes betheiligt und in wenigen Jahren eine Fülle neuer Beobachtungen und glücklicher Erklärungen zu Tage gefördert, welche, in den mannigfaltigsten Schriften zerstreut, schon kaum mehr von dem Einzelnen überblickt werden konnten. Ich selbst habe deshalb vor einigen Jahren diese zerstreuten Ergebnisse der neuen Forschungsrichtung zu sammeln und durch weitere Thatsachen und Schlussfolgerungen zu vervollständigen gesucht; aber in meinem betreffenden Werke [23] konnte ich, der Natur seiner Aufgabe entsprechend, den auf dem Gebiete der Blumenforschung gewonnenen allgemeinen Ergebnissen nur den kleinsten Theil des Raumes (Abschnitt IV. S. 417—448) widmen, da es mir in erster Linie darauf ankam, die thatsächlichen Grundlagen der heutigen Blumen-Theorie festzustellen. Das Bedürfniss weiterer Kreise von Gebildeten, welche den berechtigten Wunsch hegen, den Reingewinn der Naturforschung an Einsicht in das Naturganze mitzugeniessen und dasjenige naturwissenschaftlicher Lehrer, welche die Begründung einer vernünftigen Weltanschauung in den Köpfen ihrer Schüler als erstes Unterrichtsziel verfolgen, sind daher in dem erwähnten Werke nur in untergeordneter Weise berücksichtigt worden. Gerade diesen Bedürfnissen habe ich nun in der vorliegenden Arbeit, soweit es in meinen Kräften steht, zu genügen gesucht, und zwar in folgender Weise:

Die drei ersten Kapitel enthalten dasjenige, was ich als Grundlage auch für diejenigen ausreichend halte, welche keine botanischen Vorkenntnisse besitzen. In den folgenden Kapiteln ist sodann, auf der Grundlage dieser einfachen Vorbereitung, versucht worden, die hauptsächlichsten Anpassungsstufen, welche sich in der Blumenwelt in Bezug auf die als Kreuzungsvermittler dienenden Insekten erkennen lassen, als unter gewissen Bedingungen unausbleibliche Ergebnisse natürlicher Vorgänge zu erklären, und im Schlusskapitel die Selectionstheorie ebenso auch auf gewisse geistige und körperliche Eigenthümlichkeiten der blumenbesuchenden Insekten angewendet. Da die den allgemeinen Aufstellungen zu Grunde liegenden Thatsachen grösstentheils der Beobachtung, die auf dieselben gegründeten Schlüsse ohne Ausnahme der Beurtheilung eines Jeden unmittelbar zugänglich sind, so hoffe ich durch diese Behandlungsweise des Gegenstandes sowol meinen Collegen, den naturwissenschaftlichen Lehrern, eine erwünschte Beihülfe geliefert zu haben, um ihren Unterricht, soweit er Blumen und blumenbesuchende Insekten betrifft, in anregender Weise ertheilen zu können, als auch den oben bezeichneten weiteren Kreisen eine Veranlassung zu sinnigerer und genussreicherer Betrachtung der im Sommer in freier Natur ihren Blicken alltätig sich darbietenden Erscheinungen. Eben so habe ich im Interesse dieser beiden von mir gewünschten Leserkreise zu handeln geglaubt, indem ich die Bedeutung der in den Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten sich

uns darstellenden Erscheinungen für unsere gesammte Weltauffassung im Schlusskapitel ausdrücklich hervorgehoben habe.

Auch Naturforscher von Fach, welche mit dem gegenwärtigen Stande der Kenntnisse auf dem betrachteten Gebiete völlig vertraut sind, werden in der vorliegenden Arbeit manches Neue finden; namentlich sind zahlreiche mir brieflich mitgetheilte Beobachtungen und Erklärungen meines Bruders FRITZ MÜLLER, welche die brasilianische Blumen- und Insektenwelt betreffen, hier zum ersten Male veröffentlicht worden.

Kapitel I.

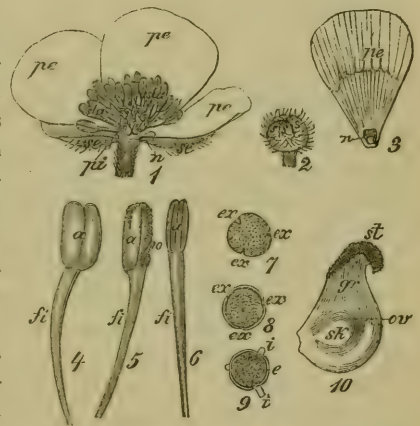
Die gewöhnlichen Bestandtheile einer Blume und ihre Lebensverrichtungen.

Um uns über die Theile, aus welchen eine Blume gewöhnlich zusammengesetzt ist und die Bedeutung, welche dieselben für das Leben der Pflanze haben, vorläufig im Allgemeinen zu orientiren, nehmen wir von einer der gelbblumigen Hahnenfussarten, die sich auf Wiesen und Grasplätzen den ganzen Sommer hindurch häufig finden (z. B. *Ranunculus acris*), Blüten zur Hand und fassen die einzelnen Theile derselben in der Reihenfolge von aussen nach innen näher ins Auge.

Fig. 1. Die gewöhnlichen Bestandtheile einer Blume (*Ranunculus acris*).

1 Blüthe nach Hinwegreissung der dem Beobachter zugekehrten Theile, welche das Innere verdecken würden (2 : 1). 2 Knospe (2 : 1). 3 Einzelnes Blumenblatt 2 : 1). 4—6 Staubgefässe von aussen gesehen (6 : 1), (4 mit noch geschlossenem Staubbeutel, 5 mit zur Hälfte völlig geöffnetem, zur Hälfte eben aufspringendem, 6 mit völlig entleertem Staubbeutel). 7—9 Pollenkörner (etwa 180 : 1), 7 von aussen gesehen, 8 im optischen Durchschnitte, 9 desgl. mit hervortretenden Schläuchen. 10 Stempel (12 : 1).

In allen Figuren bedeutet a Staubbeutel (*anthera*), e Aussenhaut des Pollenkorns (*exine*), ex Austrittsstelle der Innenhaut des Pollenkorns, fi Staubfaden (*filamentum*), gr Griffel (*stylus*), i Innenhaut des Pollenkorns (*intine*), n Saftdrüse oder Honigdrüse (*nectarium*), ov Fruchtknoten (*ovarium*), pe Blumenblatt (*petalum*), pi Stempel (*pistillum*), po Blütenstaub (*pollen*), se Kelchblatt (*sepalum*), sk Samenknospe (*ovulum*), st Narbe (*stigma*), sta Staubgefässe oder Staubblätter (*stamina*).



Wir finden dann zu äusserst einen Kreis von 5 kleineren, derberen, behaarten Blättern von grünlicher Farbe und eiförmig hohler Gestalt, welche während der Knospenzeit die inneren zarten Theile gegen Feuchtigkeit und Kälte schützend umhüllen. Da sie bei anderen Blumen nicht selten zu einem einzigen becher- oder kelchförmigen Gebilde zusammengewachsen sind, hat man sie in ihrer Gesammtheit Kelch, einzeln Kelchblätter benannt.

Innerhalb derselben und mit ihnen abwechselnd stehen, ebenfalls im Kreise, 5 weit grössere, zartere Blätter von lebhaft gelber Farbe, die sich während der Blüthezeit weit auseinanderbreiten und den bei weitem am meisten in die Augen fallenden Theil der Blume bilden. Auch den Insekten, welche ihrer

Nahrung wegen in der Luft umherfliegen, fallen sie leicht von weitem in die Augen und veranlassen manche derselben, auf die Blumen zu fliegen, um da nach Blütenstaub oder Honig sich umzusehen. Wie wir später sehen werden, sind es gerade die von Blume zu Blume fliegenden Insekten, welche die erfolgreichste Befruchtung dieser und mancher anderen Pflanze zu Stande bringen. Anlockung von Insekten und vermittelt derselben erfolgreiche Befruchtung ist also der Lebensdienst, welchen dieser Kreis grosser, lebhaft gefärbter Blätter der Pflanze leistet. Da sie den hervorstechendsten Schmuck der Blume bilden, hat man sie in ihrer Gesammtheit Blumenkrone, einzeln Blumenblätter getauft.

Innerhalb der Blumenblätter folgen dann, ebenfalls im Kreise stehend, beim Hahnenfuss zahlreiche, bei anderen Pflanzen gewöhnlich einige wenige längliche Gebilde, welche den zur Befruchtung nothwendigen Blütenstaub oder Pollen enthalten und daher Staubgefässe genannt werden. Sie sehen hier ganz und gar nicht aus wie Blätter, aber bei der weissen Seerose (*Nymphaea alba*), bei gefüllten Tulpen und in vielen anderen Fällen gehen sie durch kleine Zwischenstufen so allmählich in Blumenblätter über, dass auch sie nur als umgewandelte Blätter betrachtet werden können, weshalb man sie auch wol Staubblätter nennt. An diesen Staubgefässen oder Staubblättern unterscheidet man leicht einen unteren Theil, der hier stabförmig, sonst oft auch fadenförmig gestaltet ist, den Staubfaden, und einen oberen, stärker angeschwollenen, deutlich der Länge nach in zwei Hälften gesonderten Theil, den Staubbeutel. Die Staubfäden fehlen bisweilen ganz; bisweilen dagegen sind sie sehr lang und oft in bestimmter Richtung gebogen. Ueberall, wo sie überhaupt in von Insekten besuchten Blüten vorhanden sind, bringen sie die Staubbeutel in eine solche Lage, dass die besuchenden Insekten mit dem Blütenstaub derselben behaftet werden. Die Staubbeutel dagegen erzeugen und beherbergen in sich bis zur Blüthezeit den Blütenstaub. Jede ihrer Hälften besteht in der Regel aus 2 ringsum geschlossenen Taschen, welche zur Blüthezeit sich öffnen und den aus einzelnen Pollenkörnern bestehenden Blütenstaub aus sich hervortreten lassen. Die Pollenkörner sind im trockenen Zustande meist von länglicher, im feuchten von kugeligem Gestalt, von einer dicken Aussenhaut umschlossen, die an einigen Stellen Unterbrechungen zeigt. Durch diese tritt während des Befruchtungsvorganges der lebendige eiweissartige Inhalt, das Protoplasma des Pollenkornes, von einer dünnen Innenhaut umkleidet, hervor.

Innerhalb der Staubgefässe endlich, in der Mitte der Blüthe, finden wir ein kugeliges Köpfchen, zusammengesetzt aus zahlreichen, seitlich zusammengedrückten, grünen Körpern, in denen man schon nach ihrer Form nach innen zusammengeklappte und mit den Rändern verwachsene Blätter vermuthen kann. Da dieselben sich zur Frucht entwickeln, so hat man sie Fruchtblätter genannt. Bei manchen Blumen, z. B. bei der Schlüsselblume (fig. 28), zeigen sie eine auffallende äussere Aehnlichkeit mit dem Stempel oder Pistill eines Mörsers, wonach sie auch Stempel oder Pistille genannt werden. Der unterste Theil jedes Stempels oder Fruchtblattes erscheint uns auch hier beim Hahnenfusse verbreitert und verdickt. Oeffnen wir ihn, so finden wir darin eine Samenknospe (ein Ei'chen) oder, falls die Blume schon längere Zeit verblüht ist, ein Samenkorn, weshalb wir diesen Theil als den Fruchtknoten oder das Ovarium bezeichnen. Der oberste Theil des Stempels ist hier, und so in der Regel, mit hervorstehenden Wäzchen, Narbenpapillen, besetzt und mit einer klebrigen Feuchtigkeit bekleidet, durch welche die Pollenkörner festgehalten, aufgequellt

und zum Heraustreten ihres Inhaltes veranlasst werden. Sehr häufig, z. B. bei der Schlüsselblume (1 und 6, fig. 28) sind Fruchtknoten und Narbe durch ein längeres oder kürzeres, einem Stifte oder Griffel vergleichbares Stück von einander getrennt, welchem von dieser Aehnlichkeit der Name Griffel zu Theil geworden ist. Auch hier, beim Hahnenfusse, lässt sich zwischen dem Fruchtknoten und der Narbe noch ein Verbindungsstück, ein Griffel, unterscheiden; derselbe geht aber hier ohne scharfe Grenze nach unten in den Fruchtknoten, nach oben in die Narbe über. Wo auch immer in einer von Insekten besuchten Blüthe ein Griffel sich ausgebildet hat, wird durch denselben die Narbe an eine solche Stelle gerückt, dass sich der Blütenstaub, welchen die besuchenden Insekten aus vorher besuchten Blüten mitbringen, zum Theil an dieselbe absetzt. Griffel und Staubfäden entsprechen sich also in ihren Lebensverrichtungen und daher in der Regel auch in ihren Längen.

Eine fünfte Art von Organen, welche einen süßen Saft, Honig oder Nektar, absondern und daher Honigdrüsen oder Nektarien genannt werden, findet sich in verschiedenen Blumen an sehr verschiedenen Stellen und in sehr verschiedener Form; oft fehlt sie auch ganz. Beim Hahnenfuss sind es die kleinen fleischigen Schuppen am Grunde der Blumenblätter, welche als Nektarien dienen. Um über die gewöhnlichen Bestandtheile einer Blume für das Verständniss der nachfolgenden Auseinandersetzungen hinreichend orientirt zu sein, fassen wir noch ein zweites Beispiel, den als Unkraut überall bei uns verbreiteten Windenknöterich, (*Polygonum Convolvulus*) ins Auge. Wir finden hier in der Mitte der Blüthe statt zahlreicher zu einem kugeligen Köpfchen zusammengestellter einen einzigen Stempel mit viel schärferer Sonderung des Fruchtknotens, des Griffels und der Narbe. Auf dem dreikantigen Fruchtknoten erhebt sich nämlich, scharf von ihm abgesetzt, als kurzer cylindrischer Körper der Griffel, gekrönt von einer dreilappigen Narbe. Statt zahlreicher, in mehreren concentrischen Reihen geordneter finden wir hier nur 8 Staubgefäße um den centralen Stempel gestellt, die auch in ihrer Bildung erheblich von denen des Hahnenfuss abweichen. Namentlich sehen wir hier die beiden Blütenstaubbehälter, welche am Ende desselben Staubfadens sitzen, durch ein zwischen ihnen liegendes Stück, das Mittelband oder Connectiv, deutlich von einander getrennt. Ferner ist statt zweier, die weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane. (Staubgefäße und Stempel) umschliessender Blattkreise, von welchen der äussere, der Kelch, während der Knospenzeit als Schutzhülle, der innere, die Blumenkrone, während der Blüthezeit als Insekten anlockende Fläche dient, hier nur ein einziger vorhanden, der nach einander beiderlei Lebensdienste leistet und daher schlechtweg als Blütenhülle oder Perigon bezeichnet wird. Endlich sind hier die Wurzeln der Staubfäden mit der Innenwand des Perigons verschmolzen und zu fleischigen Anschwellungen verdickt, welche als Nektarien fungiren.

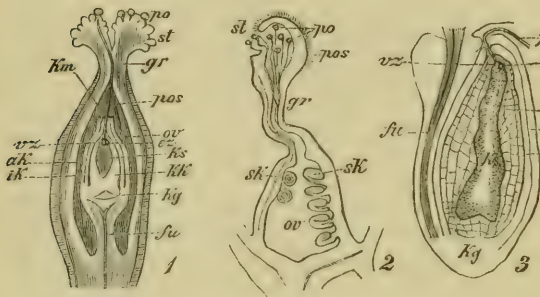
Alle Blüthentheile aber dienen auch hier, wie überhaupt, unmittelbar oder mittelbar der Befruchtung, und die fast unübersehbare Mannigfaltigkeit verschiedener Blumenformen hat sich aus ursprünglich nur dreierlei oder viererlei verschiedenartigen Blüthentheilen dadurch hervorgebildet, dass sich dieselben, verschiedenen Lebensbedingungen entsprechend, eben so verschiedenen Lebensdiensten angepasst haben, welche sämmtlich in engster Beziehung zur Befruchtung stehen. Worin dieselbe besteht, und wie sie bei den Blumen zu Stande kommt, wollen wir jetzt ins Auge fassen.

Kapitel 2.

Der Befruchtungsvorgang.

Die Befruchtung kann erst erfolgen, wenn auf irgend welche Weise, sei es von selbst oder durch Vermittlung des Windes oder lebender Thiere, Blütenstaub auf die Narbe gelangt ist (Bestäubung). Durch die Narbenfeuchtigkeit werden alsdann die Pollenkörner nicht nur festgehalten, sondern auch zu besonderen Lebensäusserungen veranlasst. Waren sie vorher im trocknen Zustande länglich, so quellen sie nun alsbald zu einer kuglig gerundeten Form an, und aus einer, selten aus mehreren Stellen ihrer Aussenhaut (ex 7 8, fig. 1) tritt ihr lebendiger schleimiger Inhalt, das Protoplasma, von der dünnen Innenhaut umschlossen, in Form eines am Ende geschlossenen Schlauchs (i g, fig. 1) hervor.

Fig. 2. Der Befruchtungsvorgang.



1 Stempel von *Polygonum Convolvulus* im Längsdurchschnitt (grösstentheils nach SCHACHT). 2 Stempel von *Viola tricolor* im Längsdurchschnitt. 3 Samenknospen derselben im Längsdurchschnitt (2 und 3 grösstentheils nach SACHS).

ov Fruchtknoten, gr Griffel, st Narbe, po Pollen, pos Pollenschlauch, fu Knospenstiel (*funiculus*), kg Knospengrund, kk Knospenkern, ks Keimsack oder Embryosack,

vz vermittelnde Zelle oder Gehülfin, ez Eizelle, kh Knospenhülle (*integumentum*), ikh innere, akh äussere Knospenhülle, km Knospenmund (*micropyle*).

Die Pollenschläuche dringen zwischen den Narbenpapillen in den Griffel ein und wachsen durch das lockere leitende Gewebe oder in einem Kanale desselben abwärts bis in den Hohlraum des Fruchtknotens, wo ihrer eine (1, fig. 2) oder mehrere Samenknospen (2, fig. 2) harren.

Jede Samenknospe besteht aus einem Knospenkern (kk, fig. 2) und aus einer einfachen oder doppelten Knospenhülle (ikh akh, fig. 2), welche den Knospenkern bis auf eine kleine Eingangsöffnung, den Knospenmund oder die *Micropyle* (km, fig. 2) umschliesst. Der Knospenkern ist ein vielzelliger Körper (kk, fig. 2), in welchem sich eine Zelle von allen übrigen durch ihre Grösse und Entwicklungsfähigkeit hervorthut; in ihr kommt nach erfolgter Befruchtung die Bildung eines neuen Einzelwesens derselben Pflanzenart, eines Keimlings oder Embryo's zu Stande; sie wird daher Keimsack oder Embryosack genannt (ks, fig. 2). Aus dem Protoplasma des Keimsacks sondern sich an seinem dem Knospenmunde zugekehrten Ende 2 schleimerfüllte Bläschen oder Zellen ab, deren eine, die vermittelnde Zelle oder Gehülfin (vz fig. 2), nur eine untergeordnete Rolle bei der Befruchtung spielt, während die andere, die Eizelle (ez fig. 2), befruchtet wird und dann den Ausgangspunkt der Entwicklung des Embryo bildet. Die Befruchtung besteht in der Verschmelzung des lebendigen Inhalts der Eizelle mit dem lebendigen Inhalte eines Pollenkornes, welcher letztere durch den im Griffel hinabwachsenden Pollenschlauch der Eizelle zugeführt wird. Nun wächst aber dieser Zuleitungsschlauch, im Fruchtknoten angehangt, zwar, sobald er an einen Knospenmund kommt, in diesen hinein und

dringt im Knospenkerne bis zum Embryosacke vor; am Scheitel desselben aber trifft er in der Regel nicht auf die Eizelle, da dieselbe nicht unmittelbar am Scheitel, sondern etwas mehr zur Seite gelegen ist, sondern auf die am Scheitel selbst liegende Gehülfin oder vermittelnde Zelle. Der befruchtende Inhalt des Pollenkornes muss also durch den Pollenschlauch erst in die vermittelnde Zelle übergeführt werden, ehe er in die Eizelle selbst gelangen kann. Ist das letztere erfolgt und die Verschmelzung beider lebenden Inhalte vollendet, so beginnt nun das befruchtete Protoplasma der Eizelle ein fortgesetztes Wachsen und Sichtheilen und bildet sich zu einem viellelligen Körper, dem Keimling oder Embryo aus, welcher, zusammen mit dem sich gleichzeitig ausbildenden Nahrungsvorrathe des Keimlings (Sameneiweiss) und seiner Schutzhülle (Samenschale) das Samenkorn bildet.

1. Fig. 2, zeigt uns die einfachste Form der soeben geschilderten Befruchtungsweise. Denn der Fruchtknoten umschliesst hier eine einzige Samenknospe, deren Achse vom Knospenstiel bis zum Knospenmund geradlinig verläuft und deren Knospenmund den durch den Griffel hinabwachsenden Pollenschläuchen gerade zugekehrt ist (eine geradläufige oder orthotrope Samenknospe). In der Regel gestaltet sich der Bau des Fruchtknotens sehr viel complicirter. So umschliesst derselbe beim Stiefmütterchen, *Viola tricolor*, (2 3, fig. 2) in drei Reihen geordnete zahlreiche Samenknospen (2, fig. 2), welche am Ende ihres Stieles plötzlich umbiegen und der Richtung desselben entgegengesetzt verlaufen (3, fig. 2), so dass der Knospenmund neben den Anfang des Knospenstiels zu liegen kommt (gegenläufige oder anatrope Samenknospen). Ausserdem ist die Narbe hier nicht wie beim Hahnenfuss und Windenknöterich aus Papillen gebildet, die am Griffelende frei hervortreten und mit ihnen in Berührung kommende Pollenkörner zwischen sich festhalten, sondern das Griffelende schwillt kopfförmig an, und als Narbe fungirt die mit klebrigem Schleime ausgekleidete und mit einer Oeffnung nach aussen mündende Höhlung dieses Griffelkopfes. Am Befruchtungsvorgange aber wird dadurch nichts geändert.

Kapitel 3.

Wirkungen der Kreuzung und Selbstbefruchtung. Anwendung der Selectionstheorie zur Erklärung der Blumen.

Für den Erfolg der Bestäubung macht es einen grossen Unterschied, ob die Narbe einer Blüthe mit Pollen desselben oder eines getrennten Pflanzenstockes belegt wird. In manchen Fällen ist der Blüthenstaub einer Pflanze auf ihre eigenen Narben so wirkungslos wie eben soviel unorganischer Staub; oder er treibt zwar Schläuche, die aber nicht bis zu den Samenknospen gelangen; oder diese werden zwar erreicht und befruchtet, bilden sich aber nur zu kümmerlichen, keimungsunfähigen Samenkörnern aus. Alle solche Pflanzen können als selbststeril bezeichnet werden. Bei weitem die meisten Pflanzen sind nun zwar nicht selbststeril, sondern bringen, auch mit eigenem Pollen befruchtet, eine kleinere oder grössere Zahl entwicklungsfähiger Samenkörner hervor, aber in der Regel, wenn nicht vielleicht sogar immer, wirkt die Befruchtung mit fremdem Pollen (Kreuzung) günstiger als die mit eigenem (Selbstbefruchtung).

Man kann sich davon durch folgende Versuche überzeugen:

Von den Blüthen eines und desselben Stockes einer nicht selbststerilen Pflanzenart befruchtet man künstlich einige mit eigenem, andere mit fremdem Pollen, zeichnet beiderlei Blüthen mit Fäden bestimmter Farbe, schützt sie bis zum Verblühen durch ein darüber gestülptes, über einen Holzrahmen gespanntes Gazenetz gegen etwaige störende Einwirkungen der Insekten und sammelt zur Zeit der Reife die aus beiderlei Befruchtungsarten hervorgegangenen Samen besonders ein. Dann zeigt sich bisweilen schon in der grösseren Zahl oder dem gesünderen Aussehen der aus

Kreuzung hervorgegangenen Samenkörner die günstigere Wirkung dieser Befruchtungsart. Aber auch, wenn jetzt ein Unterschied noch durchaus nicht bemerkbar ist, tritt er in der Regel deutlich hervor, wenn man den Versuch folgendermassen fortsetzt: Man säet beiderlei Samen in feuchten Sand, pflanzt, so oft ein aus Kreuzung und ein aus Selbstbefruchtung hervorgegangener Samen gleichzeitig keimen, beide Keimlinge neben einander in denselben Blumentopf, gleichweit vom Rande entfernt, und lässt sie hier, gleicher Belichtung, Befeuchtung und Wärmeeinwirkung ausgesetzt, unter möglichst gleichen Lebensbedingungen im Wettkampf mit einander heranwachsen. Um auch im Boden jede Ungleichheit der Bedingungen nach Möglichkeit zu beseitigen, glüht man ihn vorher aus und zerstört dadurch die in ihm enthaltenen Keime, dann sibt man ihn vor dem Gebrauch durch ein feines Sieb und macht ihn dadurch möglichst gleichmässig. Stellt man in dieser Weise alle Lebensbedingungen der aus beiderlei Befruchtungsarten hervorgegangenen Pflanzen möglichst vollkommen gleich her, so können Unterschiede, welche bei der Entwicklung derselben hervortreten und bei Wiederholung des Versuchs regelmässig wiederkehren, offenbar nur in ihrem verschiedenen Ursprunge aus Selbstbefruchtung oder aus Kreuzung begründet sein. Würde man sich bei einer diesem Versuche unterworfenen Pflanzenart auf den Vergleich eines einzigen Pflanzenpaares beschränken, so wäre man allerdings in hohem Grade der Gefahr ausgesetzt, eine individuelle Abänderung einer einzelnen Pflanze als eine Folge der bestimmten Befruchtungsart, welche vorausgegangen ist, anzusehen. Wenn man aber jedesmal eine grössere Zahl in der beschriebenen Weise erhaltener und behandelter Pflanzenpaare dem Vergleiche (ihrer Grösse, Fruchtbarkeit u. s. w.) unterwirft und aus den durch diesen Vergleich sich ergebenden beiderlei Zahlenreihen die mittleren Durchschnitte berechnet, so ist damit auch diese Fehlerquelle beseitigt. CHARLES DARWIN [1] war es, der zuerst durch allgemeine Betrachtungen auf die hohe Bedeutung der Kreuzbefruchtung in der gesammten lebenden Welt aufmerksam wurde, und der dann später den eben beschriebenen Weg, die Wirkungen derselben durch den Versuch festzustellen, aussann und an zahlreichen Pflanzen der verschiedensten Familien und Länder eine lange Reihe von Jahren hindurch erprobte. Aus seinen Versuchen ergibt sich als allgemeine Regel, für die jedoch noch einige, näherer Aufklärung durch weitere Versuche bedürftige Ausnahmen bestehen, Folgendes:

Aus Kreuzung mit einem fremden (unter anderen Lebensbedingungen aufgewachsenen) Stocke hervorgehende Nachkommen sind durchschnittlich grösser, kräftiger und fruchtbarer, sie leisten durchschnittlich feindlichen Einflüssen (wie z. B. plötzlichem Temperaturwechsel oder der Mitbewerbung anderer Pflanzen in dicht besetztem Lande) viel wirksameren Widerstand als die aus Selbstbefruchtung hervorgehenden Nachkommen. Nur unter günstigen Bedingungen für sich aufwachsend lassen die letzteren bisweilen kein Zurückbleiben gegen die ersteren erkennen. In strengen Wettkampf mit ihnen versetzt, werden sie regelmässig von ihnen überwunden.

Diese günstige Wirkung der Kreuzung ist indess nicht etwa davon abhängig, dass überhaupt zwei getrennte Pflanzen vereinigt werden, sondern davon, dass dieselben verschiedenen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesen sind und daher verschiedene Lebensreize empfangen und verschiedene Lebenskräfte entwickelt haben. Nur in diesem Falle geht aus der Combination beider eine verstärkte Lebensfähigkeit hervor. Wurden daher Pflanzen viele Generationen hindurch immer unter denselben Lebensbedingungen gehalten und immer nur durch Selbstbefruchtung oder durch Kreuzung unter sich fortgepflanzt, so dass sich die ursprünglich vorhandenen individuellen Verschiedenheiten von Generation zu Generation mehr ausglich, so brachte dann Kreuzung solcher Pflanzen unter sich keine oder kaum günstigere Wirkungen hervor als Selbstbefruchtung. Wurden dagegen solche, andauernd enger Inzucht ausgesetzt gewesene Pflanzen mit einem frischen Stocke gekreuzt, so war die günstige Wirkung der Kreuzung dann in der Regel um so auffallender. — Ob Blüten mit ihrem eigenen Pollen oder mit Pollen anderer Blüten desselben Stockes befruchtet werden, macht, wie sich hiernach erwarten lässt und wie die DARWIN'schen Versuche wirklich ergeben haben, nur wenig Unterschied.

Diese Versuche DARWIN's haben in Bezug auf das Pflanzenreich eine Erfahrung bestätigt und mit wissenschaftlicher Genauigkeit im Einzelnen nachgewiesen, welche in Bezug auf Menschen

und Thiere, weniger genau, aber kaum weniger zweifelhaft, schon lange vorher gemacht worden war. In Bezug auf Menschen lagen seit lange Erfahrungen vor, dass Heirathen zwischen nahen Verwandten, mehrere Generationen hindurch fortgesetzt, schwächliche oder krankhafte Nachkommen ergeben. In Bezug auf Thiere war es den englischen Viehzüchtern eine feststehende Erfahrung, dass durch andauernde enge Inzucht eine Rasse verschlechtert, durch Vermischung mit einem anderen Stamme dagegen gekräftigt und fruchtbarer gemacht wird.

Dieser Satz scheint aber nicht bloss für die höheren Pflanzen und Thiere, für welche er durch den Versuch erprobt ist, sondern für die ganze Thier- und Pflanzenwelt zu gelten. Denn durch das ganze Thierreich ist Vertheilung der beiden Geschlechter auf getrennte Einzelwesen fast allgemein; selbst von den verhältnissmässig wenig zahlreichen Zwitterthieren befruchten die meisten in der Regel nicht sich selbst, sondern paaren sich zu jeder geschlechtlichen Fortpflanzung mit einem getrennten Einzelwesen, und kein einziges Zwitterthier ist überhaupt bekannt, dem nicht durch die Lage seiner Geschlechtsproducte wenigstens die Möglichkeit gelegentlicher Kreuzung eröffnet wäre. Im Pflanzenreiche finden sich zwar in unzähligen Fällen männliche und weibliche Geschlechtsorgane in derselben Blüthe vereinigt, und nicht wenige Pflanzen befruchten sich unter ungünstigen Umständen regelmässig selbst und pflanzen sich oft viele Generationen nach einander nur durch Selbstbefruchtung fort. Aber auch durch das ganze Pflanzenreich hindurch ist keine einzige zwitterblüthige Art bekannt, welche ausschliesslich auf Selbstbefruchtung angewiesen wäre; dagegen finden sich die mannigfachsten Einrichtungen, durch welche Kreuzung getrennter Stöcke begünstigt oder selbst unausbleiblich gemacht wird.

Nach den angeführten Thatsachen kann man wohl sagen:

Es lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass durch die ganze lebende Natur Kreuzung kräftigere und fruchtbarere Nachkommen liefert als Selbstbefruchtung.

Ist aber diese Annahme richtig, so ist uns damit die Möglichkeit eröffnet, ein reiches Gebiet sonst unverständlicher Thatsachen, namentlich auch die Räthsel der Blumenwelt, als nothwendige Ergebnisse eines natürlichen Entwicklungsganges zu begreifen. Es wird am zweckmässigsten sein, dies vorläufig nur in den allgemeinsten Zügen festzustellen, und erst, indem wir in das Gebiet dieser Räthsel einen näheren Einblick thun, an bestimmten Beispielen im Einzelnen nachweisen.

Grundzüge der Selectionstheorie [2].

Wir kennen keine Thier-, keine Pflanzenart, die nicht eine grössere Zahl von Nachkommen hervorbrächte, als zur Erhaltung der bereits vorhandenen Individuenzahl nöthig wäre. Unausbleiblich muss also von Generation zu Generation entweder eine Steigerung der Individuenzahl in geometrischer Reihe oder eine Vernichtung eines Theiles der Individuen vor voller Entwicklung und Fortpflanzung erfolgen. Eine Steigerung der Individuenzahl in geometrischer Reihe ist bei der Beschränktheit der Erdoberfläche und bei ihrer Besetztheit mit zahllosen anderen Arten immer nur sehr vorübergehend möglich. In der Regel muss also die Beschränktheit des noch freien Raumes, der Nahrung etc. einen Wettkampf der an demselben Orte gleichzeitig lebenden Individuen derselben Art um die Lebensbedingungen hervorrufen, in welchem ein Theil derselben zu Grunde geht. So wenig nun jemals die Kinder desselben Elternpaares oder gar die gleichzeitig neben einander lebenden Individuen derselben Art einander absolut gleich sind, so wenig kann die Wahrscheinlichkeit, zur vollen Entwicklung und zur Fortpflanzung zu gelangen, für dieselben gleich sein. Jede Abänderung, welche einem Einzelwesen unter gegebenen Lebensbedingungen einen Vortheil gewährt, steigert also die Wahrscheinlichkeit seines Erhaltenbleibens und seiner Fortpflanzung, jede nachtheilige Abänderung steigert die Wahrscheinlichkeit seines

frühzeitigen Todes und seines Aussterbens ohne Hinterlassung von Nachkommen. Da von Generation zu Generation dieselbe Verknüpfung von Ursache und Wirkung sich wiederholt und im Ganzen die Eigenschaften der Erzeuger sich auf die Nachkommen vererben, so müssen ihren Lebensbedingungen besser entsprechende Abänderungen, sobald sie einmal entstanden sind, von Generation zu Generation ein grösseres Uebergewicht über ihre Artgenossen erlangen und schliesslich allein übrig bleiben, während ihre unvollkommeneren Artgenossen aussterben. Da aber auch jede Eigenthümlichkeit, welche zur Ausfüllung eines noch unbesetzten Platzes im Naturhaushalte führt, im Kampfe um das Dasein ein unbestreitbarer Vortheil ist, so führt derselbe ursächliche Zusammenhang, welcher eine immer vollkommeneren Anpassung der Lebensformen an ihre Lebensbedingungen bewirkt, falls es am Erscheinen neuer Abänderungen nicht fehlt, mit gleicher Nothwendigkeit auch zu einer stetigen Divergenz der Lebensformen.

Dies sind in gedrängtester Kürze die Grundzüge der DARWIN'schen Selectionstheorie, der Theorie des Erhaltenbleibens des Passendsten durch Naturauslese, der Entstehung der Arten durch Naturzüchtung, welche uns in den Stand setzt, auch für die organische Welt eine stetige Verknüpfung von Ursache und Wirkung anzunehmen, auch die zum Theil wunderbar vollkommenen Ausrüstungen der lebenden Wesen als Ergebnisse einer natürlichen Entwicklung aufzufassen.

Wie diese Auffassungsweise allen folgenden Auseinandersetzungen zu Grunde liegt, so gestattet sie auch auf die Vortheile der Kreuzung gegenüber der Selbstbefruchtung eine eben so einfache als umfassende Anwendung. Wenn nämlich die aus Kreuzung hervorgegangenen Nachkommen im Wettkampf um die Daseinsbedingungen mit aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen stets den Sieg davon tragen, wie es nach DARWIN's langjährigen Versuchen der Fall zu sein scheint, so müssen und mussten von jeher alle auftretenden Abänderungen, welche die Wahrscheinlichkeit der Kreuzung steigern, durch Naturauslese erhalten bleiben. Nur bei denjenigen Lebewesen, welche, von erfolgreicheren Concurrenten überholt oder sonst ungünstigeren Bedingungen ausgesetzt, der Kreuzung nicht oder nur ausnahmweise theilhaftig werden, können und müssen, sofern sie nicht eben ganz erlöschen, Selbstbefruchtung sichernde und daneben doch die Möglichkeit der Kreuzung offen lassende Befruchtungseinrichtungen sich ausprägen.

Diese Erkenntniss allein ist der Zauberschlüssel, der uns die Befruchtungseinrichtungen im ganzen Thier- und Pflanzenreiche verständlich macht, der uns namentlich auch die zahllosen Räthsel der Blumenwelt aufschliesst. Versuchen wir es deshalb, uns zunächst über die verschiedenen Arten der Kreuzungsvermittlung in der gesammten lebenden Natur im Allgemeinen zu orientiren, sodann in die Geheimnisse der Blumenwelt etwas mehr im Einzelnen einzudringen, um endlich, soweit es der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse gestattet, die verschiedenen Arten der Kreuzungsvermittlung als naturnothwendige Glieder der fortschreitenden Entwicklung des Lebens unseres Planeten zu überblicken.

Kapitel 4.

Die verschiedenen Arten der Kreuzungsvermittlung.

Die Befruchtung besteht, wie wir im 2. Kapitel gesehen haben, in der Verschmelzung zweier verschiedenen Protoplasamassen zu einer einzigen, die dadurch befähigt wird, sich zu einem Organismus gleich den elterlichen zu ent-

wickeln. Diejenige lebendige Protoplasmanasse, welche bei der Befruchtung ruhig an ihrer Stelle verharrt, heisst die weibliche oder die Eizelle, diejenige, welche zur Eizelle bewegt wird oder sich bewegt, die männliche oder die Spermazelle. In den von uns betrachteten Beispielen war das männliche Protoplasma, die Spermazelle, von einer festen Haut umschlossen und deshalb unfähig, sich selbst von der Stelle zu bewegen; es musste durch irgend welche äussere Vermittlung in unmittelbare Nähe der Eizelle gebracht werden, wenn Befruchtung erfolgen sollte. Solche starr umschlossene, nur passiver Bewegung fähige männliche Befrütungskörper nennen wir Pollenkörner. Sie finden sich bei allen denjenigen Pflanzen, bei welchen die Uebertragung der Spermazellen zu den Eizellen anderer Stöcke durch die Luft hindurch erfolgt. In diesem Falle müssen die ersteren von einer festen Haut umschlossen sein, weil ein selbstthätiges Bewegen durch die Luft hindurch einem nackten Eiweisskörper natürlich unmöglich ist, und weil derselbe, um durch äussere Vermittler unbeschädigt auf andere Pflanzenstöcke übertragen werden zu können, einer schützenden Umhüllung bedarf.

Bietet sich dagegen das Wasser als Mittel dar, durch welches die Spermazellen zu den Eizellen getrennter Stöcke gelangen können, so bedarf es keiner äusseren übertragenden Kraft; denn durch das Wasser hindurch kann ein lebendiger Eiweisskörper von ungefähr demselben specifischen Gewicht sich selbst fortbewegen; die Kreuzung ist dadurch von äusseren Zufälligkeiten nur um so unabhängiger, und in der That sehen wir dieselbe in diesem Falle fast immer durch nackte selbstbewegliche Spermazellen vermittelt.

Wenn wir daher die verschiedenen Arten der Kreuzungsvermittlung in der ganzen lebenden Natur überblicken, so treten uns in erster Linie nackte selbstbewegliche Spermazellen, die sich aus eigener Kraft durch ein flüssiges Medium nach den Eizellen hinbewegen, und in eine starre Hülle eingeschlossen, nicht selbstbewegliche Spermazellen, welche durch irgend eine fremde Kraft zu den Eizellen hingetragen werden müssen als wesentlich von einander verschieden entgegen. Im ganzen Thierreiche finden sich, soweit bekannt, ausschliesslich nackte, selbstbewegliche, im Pflanzenreiche theils solche, theils der Uebertragung bedürftige, umhüllte Spermazellen.

Die Pflanzen zerfallen daher nach der Art ihrer Kreuzungsvermittlung in:

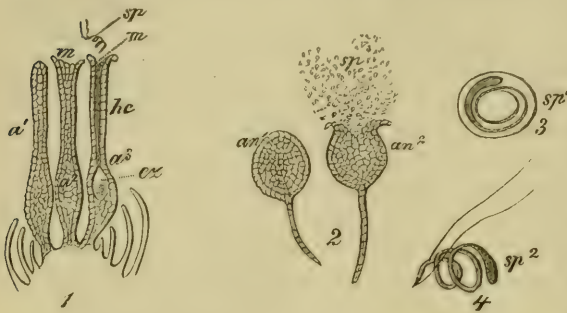
- I. Nacktblüthler (*Gymnogamac*) [3]. d. h. Pflanzen mit nackten Spermazellen, welche aus eigener Kraft durch das Wasser hindurch zu den Eizellen gelangen.
- II. Pollenblüthler (*Angiogamac*): Pflanzen, deren Spermazellen in eine Schutzhülle eingeschlossen sind und durch eine fremde Kraft zu den Eizellen getragen werden.

Alle Sporenpflanzen oder Kryptogamen sind Nacktblüthler, alle Samenpflanzen oder Phanerogamen Pollenblüthler.

I. Bei den Nacktblüthlern (*Gymnogamac*) bestehen die weiblichen Blüten in der Regel aus flaschenförmigen Gebilden, Archegonien (1, fig. 3, a¹ noch geschlossen, a² geöffnet, a³ im Längsdurchschnitt), deren jedes eine Eizelle (ez, 1, fig. 3) umschliesst. Zur Zeit der Reife öffnen sich dieselben, und es bietet sich nun umherschwimmenden Spermazellen durch die Mündung (m, 1, fig. 3) und den Halskanal (hc) des Archegonismus ein freier Zugang bis zur Eizelle (ez, 1, fig. 3) dar. Die männlichen Blüten bestehen in der Regel aus Spermazellenbehältern, Antheridien, (an, 2, fig. 3), welche zur Zeit der Blüthe

sich ebenfalls öffnen (an^2) und zahlreiche Spermazellen in das Wasser entlassen. (sp^2 , fig. 3). Diese, anfangs noch in der Zellhaut eingeschlossen (sp^3 , 3, fig.

Fig. 3. Befruchtungsorgane eines Nacktblüthlers, (*Sphagnum* Torfmoos) zum Theil nach SCHIMPER.



Erklärung im Text.

3) werden alsbald aus derselben frei, schwimmen, mittelst zweier Geisselfäden das Wasser peitschend, (sp^2 , 4, fig. 3) in demselben umher, und gelangen so zum Theil zu getrennten Stöcken. Diejenigen von ihnen, welche hier die bereits geöffnete Mündung eines Archegoniums erreichen (sp^1 , 1, fig. 3) schlüpfen durch dieselbe hinein, und durch den Halskanal bis zur Eizelle, mit der sie nun verschmelzen.

II. Den Pollenblüthlern (*Angiogamæ*) bieten sich als natürliche Uebertrager ihrer Befruchtungskörper bewegtes Wasser, Wind und lebende Thiere dar, so dass sie sich in A. Wasserblüthler (*Hydrophilæ*), B. Windblüthler (*Anemophilæ*) und C. Thierblüthler (*Zoidiophilæ*) unterscheiden lassen. Die ursprünglichsten und einfachsten Samenpflanzen, die Ursamenpflanzen (*Archispermæ*), zu welchen von unseren einheimischen Gewächsen nur die Nadelhölzer gehören, sind alle ohne Ausnahme Windblüthler [4]; unter den Nachsamenspflanzen (*Metaspermæ*) finden sich neben ganz vereinzelt Wasserblüthlern zahlreiche, über sehr verschiedene Familien vertheilte Windblüthler; ihrer weit überwiegenden Mehrzahl nach aber sind sie Thierblüthler.

A. Wasserblüthler (*Hydrophilæ*).

Die Zahl der Pollenblüthler, welchen das Wasser als natürliches Transportmittel der Befruchtungskörper zu den weiblichen Geschlechtsorganen getrennter Stöcke dient, ist äusserst gering. Eines der bekanntesten Beispiele liefert die in Italien auf dem Boden von Kanälen häufige *Vallisneria spiralis* (welche sich z. B. in LEUNIS' Synopsis der Pflanzenkunde S. 2. abgebildet findet). An den weiblichen Stöcken dieser Pflanze rollen sich zur Blüthezeit die in dichten Schraubelinien gewundenen Blütenstiele so lange auseinander, bis die weiblichen Blüten die Oberfläche des Wassers erreicht haben, an welcher diese nun erst sich öffnen. Gleichzeitig lösen sich von den männlichen Stöcken die tief unter dem Wasser sitzenden Blüten los, steigen an die Oberfläche des Wassers, öffnen sich hier gleichfalls und führen, durch die Strömung des Wassers getrieben, den weiblichen Blüten ihren Pollen zu. Von einheimischen Pflanzen dürften die *Ceratophyllum*-arten vielleicht die einzigen Wasserblüthler sein; ihre Kreuzung erfolgt aber nicht wie bei *Vallisneria* an der Oberfläche des Wasserspiegels, sondern unter demselben.

B. Windblüthler (*Anemophilæ*).

Alle Windblüthler stimmen darin überein, dass sie 1. eine grosse Menge loser, glatter, leicht verstreubarer Pollenkörner erzeugen, die bei leichtem Anstosse als Staubwölkchen in die Luft fliegen und von derselben, wenn sie bewegt ist, leicht weithin fortgeführt werden, 2. dass ihre weiblichen Befruchtungsorgane für Auffangung von der Luft zugeführter Pollenkörner besonders ausgerüstet sind.

Im Uebrigen sind die Windblüthen der Ursamenpflanzen (Archispermen) von denen der Nachsamenpflanzen (Metaspermen) durchgreifend verschieden.

Fig. 4. Windblüthen.

1—6 Archispermische Windblüthen (grösstentheils nach SACHS und STRASBURGER).

1 Männliche Blüthe der Eibe (*Taxus baccata*); a Anthere. 2 Weibliche Blüthe derselben; sk Samenknospe. 3 Samenknospe vergrössert. kk Knospenkern, h Hohlraum, welcher die Pollenkörner aufnimmt, u Schützende Umhüllung des Knospenkerns, tr Pollensammelnder Tropfen. 4 Pollenkörner der Edeltanne (*Pinus picea*). 5 Oberster Theil des Knospenkerns derselben mit Pollenkörnern, welche Schläuche in denselben treiben. 6 Eine Zapfenschuppe zur Blüthezeit, mit 2 Samenknospen (sk). 7—9 Metaspermische Windblüthe mit heraushängenden Antheren.



7 Blüthe des Weizens (*Triticum vulgare*) nach Entfernung der beiden umschliessenden Spelzen. 8 Innere Spelze. 9 Aeussere Spelze. (Nach MAOUT und DECAISNE.) 10—12 Losschnellende metaspermische Windblüthe. 10 Männliche Blüthe der kleinen Brennnessel (*Urtica urens*), vor dem Losschnellen der Staubfäden (10:1). 11 Dieselbe nach erfolgter Explosion (4:1). 12 Weibliche Blüthe (18:1).

1. Archispermische Windblüthler.

Bei den Ursamenpflanzen (*Archispermae*) haben die weiblichen Blüthen in der Regel Zapfenform, bei den Tannen mit je 2 Samenknospen am Grunde jeder Zapfenschuppe (6, fig. 4), bei der Eibe mit einer einzigen gipfelständigen Samenknospe (2, fig. 4). Fruchtknoten, Griffel und Narbe sind bei diesen auf der tiefsten Entwicklungsstufe der Phanerogamen stehen gebliebenen Pflanzen noch nicht vorhanden. Eine schützende Umhüllung [5] überwächst den Knospenkern so weit, dass zwischen ihm und dem Knospenmund ein erheblicher Hohlraum (h 3, fig. 4) bleibt. Aus dem Knospenmunde tritt nun zur Blüthezeit ein Flüssigkeitstropfen (tr 3, fig. 4) hervor, welcher die durch den Wind zugewehten Pollenkörner auffängt. Indem sich dieser Tropfen sodann, sei es durch Verdunstung, sei es durch Aufsaugung, in den Hohlraum (h) zurückzieht, nimmt er die Pollenkörner mit sich, so dass sie nun unmittelbar auf den Knospenkern zu liegen kommen und direct in diesen ihre Schläuche treiben können (5, fig. 4). Die männlichen Blüthen bestehen in der Regel aus einer Zusammenhäufung zahlreicher Staubgefässe, an welchen die später vorherrschend gewordene zweitheilige Antherenform noch nicht zur Ausprägung gelangt ist (a 1, fig. 4). Die Pollenkörner der Nadelhölzer sind überdies dadurch ausgezeichnet, dass sie durch zwei flügelartige Ausbreitungen der sie tragenden Luft vergrösserte Angriffsflächen darbieten (4, fig. 4).

2. Metaspermische Windblüthler.

Bei den Nachsamenpflanzen (*Metaspermae*) dagegen sind die Samenknospen stets von einem besonderen Behälter, dem Fruchtknoten umschlossen, welcher unmittelbar oder an einer schmalen Verlängerung, in welche er ausläuft, dem Griffel, mit einer besonderen Vorrichtung zum Festhalten der Pollenkörner, mit einer Narbe, ausgerüstet ist, und bei den Windblüthlern unter ihnen, welchen die Pollenkörner getrennter Stöcke durch die Luft zugeweht werden, sind die sie auffangenden Narben, ihrem Dienste entsprechend, stets aus der

Blüthenhülle hervorstehend und sehr gewöhnlich mit zahlreichen frei in die Luft ragenden Aesten ausgestattet (7, 12, fig. 4). Die Staubgefäße dieser Windblüthler haben die bei den Nachsamenpflanzen überhaupt gewöhnliche zweitheilige Form der Antheren. Diese enthalten glatte, lose Pollenkörner ohne flügelartige Ausbreitung; um dieselben der Vermittlung des Windes überliefern zu können, müssen sie aber natürlich ebenso wie die Antheren der Ursamenpflanzen dem Luftzuge frei ausgesetzt sein, und das ist bei verschiedenen metaspermischen Windblüthlern in ganz verschiedener Weise zur Ausprägung gelangt.

Bei den in unseren stehenden und fließenden Gewässern häufigen Laichkraut- (*Potamogeton*) arten z. B. erhebt sich nur die Blüthenähre des untergetauchten oder auf dem Wasserspiegel schwimmenden Stengels in die Luft, anfangs aus dem fest geschlossen bleibenden Perigon jeder Blüthe 4 ausgebreitete Narben hervorstreckend, nach dem Welken derselben aber die 4 Perigonblätter jeder Blüthe so weit auseinander rückend, dass der Luftzug frei zwischen ihnen hindurchgeht und den losen Blüthenstaub der dicht um den Fruchtknoten sitzenden Antheren mit sich nimmt und zum Theil jüngeren Blüthenähren zuführt.

Bei Pappeln, Eichen, Haselnüssen u. s. w. hängen die ganzen Blüthenkätzchen an schlaffen Fäden frei in die Luft, beim Sauerampfer die einzelnen Blüthen, bei den Gräsern (7, fig. 4) die einzelnen Antheren; jeder Luftzug schüttelt sie hin und her und führt einen Theil des leicht verstäubenden Pollens mit sich. Hat irgend einer dieser Windblüthler mit reifen Antheren eine Zeit lang unberührt in ruhiger Luft gestanden, so genügt ein leichter Stoss, um ein Blüthenstaubwölkchen aus seinen Blüthen hervortreten zu sehen.

Bei den Brennesseln werden durch den Blüthenmechanismus selbst die Pollenkörner in die Luft geschleudert und von derselben, wenn sie bewegt ist, noch erhebliche Strecken weiter geführt. Hier sind nämlich die Staubfäden mit den an ihren Enden befindlichen Staubbeuteln, wie gespannte Federn unter die zusammengeneigten Perigonblätter zurückgekrümmt (10, fig. 4) und schnellen, sobald sich diese etwas weiter auseinanderthun und die ausgetübte Hemmung lösen, aus derselben hervor, indem sie sich steif ausstrecken und auseinanderspreizen (11, fig. 4), so dass der als Staubwölkchen in die Luft geschleuderte Blüthenstaub selbst bei ruhiger Luft bis zu benachbarten Stöcken gelangt und zum Theil in den frei hervorragenden, strahlig auseinander stehenden Narbenästen der kleinen weiblichen Blüthen (st, 12, fig. 4) haften bleibt.

C. Thierblüthler (*Zooidiophilae*).

Bei Wasser- und Windblüthlern können natürlich nur solche Eigenthümlichkeiten der Blüthen die Kreuzung getrennter Stöcke begünstigen, welche unmittelbar das Uebertragenwerden des Pollens auf die Narben durch Wasser oder Wind erleichtern, und da diese natürlichen Uebertragungsmittel sehr einfach und gleichmässig wirken, so bieten auch die Einrichtungen der ihnen angepassten Blüthen nur eine sehr geringe Mannigfaltigkeit dar. Bei den Thierblüthlern dagegen steigert sich die Mannigfaltigkeit der Blütheneinrichtungen in ausserordentlich hohem Grade, nicht nur dadurch, dass die Thiere, welche überhaupt Blüthen aufsuchen, an Grösse, Form und Bewegungsweise im höchsten Grade verschieden sind, so dass die Uebertragung des Pollens auf die Narben getrennter Stöcke bei Anpassung an verschiedene Thiere durch die allerverschiedenartigsten Abänderungen unmittelbar begünstigt werden kann, sondern auch dadurch, dass bei Thierblüthlern mittelbar auch jede solche Eigenthümlichkeit vorthellhaft

werden kann, welche auf die Sinne der Besucher in der Weise einwirkt, dass sie dieselben zu wiederholten Blütenbesuchen veranlasst. Es treten daher bei den Thierblütlern zu den unerschöpflich mannigfaltigen Einrichtungen, durch welche der Pollen bestimmten Körperstellen der Besucher angeheftet und von diesen an die Narben anderer Blüten abgesetzt wird, noch mannigfache auf die Sinne der Kreuzungsvermittler wirkende Eigenthümlichkeiten der Blüten hinzu.

Nur drei Thierklassen sind, so viel bis jetzt bekannt ist, an der Kreuzungsvermittlung der Pollenblüthler wesentlich betheiliget: Insekten, Vögel und Schnecken, so dass sich die Thierblüthler in Schneckenblüthler (*Malacophilae*), Insektenblüthler (*Entomophilae*) und Vogelblüthler (*Ornithophilae*) unterscheiden lassen. Nach dem Wenigen, was in Bezug auf Schneckenblüthler bis jetzt durch directe Beobachtungen festgestellt ist, lässt sich wohl kaum mit Sicherheit entscheiden, ob die gefräßigen, träge dahinschleichenden Schnecken durch den Geschmackssinn allein oder zugleich auch durch Farben und Gerüche zum Aufsuchen derjenigen Blüten, über welche dahingleitend sie Pollenkörner auf Narben verschleppen, veranlasst werden. Von Vögeln und Insekten dagegen steht es unzweifelhaft fest, dass sie sich durch Geschmacks-, Gesichts- und Geruchseindrücke in der Auswahl der Blumen, denen sie ihre Besuche zuwenden, bestimmen lassen. Die ihrer Kreuzungsvermittlung angepassten Pflanzen, die Vogelblüthler und Insektenblüthler, bieten daher nicht nur ebenfalls allgemein ihren Liebesboten irgend ein schmackhaftes Genussmittel dar, sondern wirken ausserdem in der Regel auch noch auf ihren Gesichts- und Geruchssinn. Die Kolibris z. B. werden durch Ausbeute an Honig oder Insekten zu immer erneuten Besuchen ihrer oft prächtig gefärbten und bisweilen wohlriechenden Lieblingsblumen veranlasst. Auch die Insekten pflegen in der Regel nur mit gefärbten Hüllen geschmückte und oft mit besonderen Düften ausgerüstete Blüten andauernd zu besuchen, und zwar meistens, um ihnen Blütenstaub oder Honig zu entnehmen.

Bei weitem die meisten Vogel- und Insektenblüthler sind daher durch bunte Farben, oder durch Wohlgerüche, oder durch Honig, welchen ihre Blüten darbieten, augenblicklich als solche zu erkennen. Wie ihren Kreuzungsvermittlern, so machen sie auch uns sich schon aus einiger Entfernung in angenehmster Weise bemerkbar. Auch wir Menschen haben sie als auserwählte Lieblinge in unser Herz geschlossen, sie mit dem Namen Blumen vor den schmucklosen und geruchlosen Windblüthen ausgezeichnet und in unseren Gärten und in den Fenstern unserer Wohnzimmer ihnen die bevorzugtesten Plätze eingeräumt.

Einige wenige Insektenblüthler, welche Aasfliegen oder anderen Fäulnissstoffe liebenden Zweiflüglern angepasst sind, entwickeln allerdings, der Geschmacksrichtung ihrer Kreuzungsvermittler entsprechend, Düfte, welche uns anwidern. Aber diese bilden mit den wenigen Schneckenblütlern zusammen, gegenüber den zahllosen uns sympathisch berührenden Thierblütlern, eine so verschwindende Zahl, und überdiess bieten die von den Zweiflüglern bevorzugten Blüten so allmähliche Abstufungen von uns antipathischen zu uns erträglichen oder selbst angenehmen Düften dar, dass es sich für biologische Betrachtungen wol empfiehlt, mit dem Namen Blumen alle diejenigen Blüten zu bezeichnen, welche sich der Kreuzungsvermittlung empfindender Wesen angepasst haben, also die Blüten der sämtlicher Thierblüthler. Nur in diesem Sinne ist in der vorliegenden Arbeit das Wort Blumen zu verstehen.

1. Schneckenblüthler (*Malacophilae*.)

Um von über sie hingleitenden Schnecken befruchtet werden zu können, müssen die Blüthen einer Pflanze mit nach oben gekehrten Staubgefässen und Narben so dicht gedrängt neben einander stehen, dass diese beiderlei Geschlechtsorgane in eine zum Darüberhinweggleiten geeignete Fläche zu liegen kommen. Wenn dann den Schnecken gewisse Blüthentheile der Pflanze (z. B. dickfleischiges Gewebe des Perigons) so munden, dass sie sich zum Besuch mehrerer Stöcke nach einander veranlasst fühlen, so vermögen sie wol an der schleimigen Fläche ihrer Unterseite haften gebliebene Pollenkörner auf die Narben getrennter Stöcke zu übertragen, und so als Kreuzungsvermittler zu wirken.

Es sind bis jetzt nur erst ein paar ganz vereinzelte ausländische Blumenarten von einem einzigen Beobachter, DELPINO (jetzt Professor in Genua), als Schneckenblüthler gedeutet worden; aber unsere einheimische Blumenwelt bietet wenigstens einige Blumen dar, an deren Befruchtung über sie hingleitende Schnecken in gewissem Grade mit betheilig't zu sein scheinen, und die vollständig geeignet erscheinen, sich von den Eigenthümlichkeiten der Schneckenblüthler aus eigener Anschauung eine klare Vorstellung zu bilden.

Der in Sümpfen durch ganz Deutschland zerstreut vorkommende Drachenwurz (*Calla palustris*) besitzt (ebenso wie die als Topfblume beliebte *Richardia* (*Calla aethiopica*) eine verdickte Blüthenachse, welche mit von Staubgefässen umgebenen Stempeln, also hüllenlosen Blüthen, ringsum ganz dicht und zwar derartig besetzt ist, dass die Narben und die nach oben gekehrten Staubgefässe in einer Fläche liegen und von darüber hingleitenden Schnecken gestreift werden müssen. Da nun überdies in allen Blüthen die Staubgefässe erst lange nach dem Verblühen der Narben sich zur Reife entwickeln, so zwar, dass nur eine Zeit lang die Staubgefässe der untersten mit den Narben der obersten Blüthen desselben Blüthenstandes noch gleichzeitig entwickelt sind, so unterliegt es kaum einem Zweifel, dass Schnecken, welche mehrere Blüthenstände nach einander besuchen, eine Kreuzung getrennter Stöcke bewirken würden. Ich habe die Blüthen hauptsächlich von kleinen Fliegen, E. WARMING in Kopenhagen hat sie jedoch auch von Schnecken besucht gefunden. Man begreift daher leicht, wie unter veränderten Lebensbedingungen, welche den Fliegenbesuch beschränkten und den Schneckenbesuch steigerten, die Pflanze durch Naturauslese zum Schneckenblüthler ausgeprägt werden könnte. (Vgl. *Kosmos*, Jahrgang II. Heft 4. Die Insekten als unbewusste Blumenzüchter.)

Aehnlich verhält es sich mit *Chrysosplenium*, wie ich in meinem Buche über Befruchtung der Blumen durch Insekten S. 93 auseinandergesetzt habe.

2. Vogelblüthler. (*Orniithophilae*.)

In Europa sehen wir Vögel nur ausnahmsweise von Blumen angelockt. Sperlinge z. B. beißen gern die Blüthen der gelben *Crocus* ab, Dompfaffen beißen mit ererbter Geschicklichkeit aus Schlüsselblumen gerade denjenigen Querschnitt aus dem untersten Theile der Blüthe heraus, welcher den Honig enthält [39]. Irgend welche Anpassung der Blumen, welche solche gelegentlichen feindlichen Angriffe von Vögeln unschädlich machte oder gar in einen Vortheil für die Pflanze verwandelte, hat sich daher, eben wegen der Seltenheit dieser Angriffe, bei keiner unserer Blumen durch Naturauslese geeigneter Abänderungen ausprägen können.

In der tropischen und subtropischen Zone dagegen nähren sich zahlreiche kleine Vögel, namentlich Kolibris (*Trochilus*) und Honigvögel (*Nectarinia*) fast ausschliesslich von Blumenhonig und von kleinen Insekten, die ihrer Nahrung wegen Blumen besuchen, und nicht wenige Blumen dieser Zonen haben sich diesen Vögeln als Vermittler ihrer Kreuzung angepasst. Viele derselben sind durch grosse Blüthen mit brennenden, besonders häufig scharlachrothen Farben, sackartige Gestalt, wagerechte Stellung und massenhafte Honigabsonderung aus-

gezeichnet; aber nur wenige sind bis jetzt in Bezug auf ihre Anpassungen näher untersucht worden. Ein wunderhübsches Beispiel von Vogelblüthlern beschreibt BELT, der Naturforscher in Nicaragua [6]. Es ist die hier abgebildete *Marcgravia nepenthoides*.

»Die Blüthen dieser sich hoch in die Luft erhebenden Kletterpflanze sind in einen Kreis geordnet, der, wie ein umgekehrter Kronleuchter, nach unten hängt. Von der Mitte des Blütenkreises hängt eine Anzahl krugförmiger Gefässe herab, die im Februar und März, wenn die Blüthen sich entfalten, mit einer süsslichen Flüssigkeit gefüllt sind. Diese Flüssigkeit lockt Insekten an, und die Insekten zahlreiche insektenfressende Vögel, darunter viele Arten von Kolibris. Die Blüthen sind, mit ihren abwärts hängenden Staubgefässen, so gestellt, dass die Vögel, um zu den Honigkrügen zu gelangen, sie abstreifen und so den Pollen von einer Pflanze auf die andere übertragen müssen.«

Weit seltener sind grössere Vögel die hauptsächlichsten oder ausschliesslichen Kreuzungsvermittler einer Blume geworden. So werden in Südbrasilien die grossen Blüthen der *Carolinea* mit ihren ungeheuer langen Staubfäden nicht von Kolibris, die dazu viel zu klein wären, sondern von Spechten und anderen grösseren Vögeln befruchtet.

Spechte mögen in denselben neben Honig auch Insekten suchen, doch sicher auch ersteren; denn wenn sie Apfelsinen anpicken, was sie sehr viel thun, so können sie natürlich nur süssen Saft, nicht aber Insekten erwarten [7].

3. Insektenblüthler (*Entomophilae*).

Alle einheimischen »Blumen« ohne Ausnahme sind Insektenblüthler. Mit diesen allein und den Wechselbeziehungen zwischen ihnen und den Insekten werden wir es in den nun folgenden Kapiteln zu thun haben. Unsere nächste Aufgabe wird es daher sein, uns mit den als Kreuzungsvermittler thätigen Insekten im Allgemeinen vertraut zu machen.

Kapitel 5.

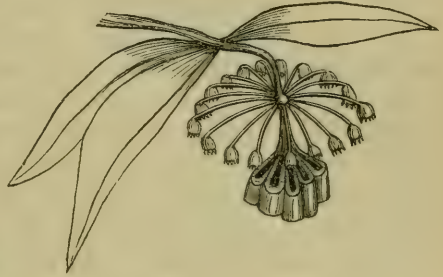
Die als Kreuzungsvermittler thätigen Insekten und ihre Ausrüstung zur Gewinnung von Blumennahrung.

Die verschiedenen Hauptzweige des Insektenstammes sind an dem Besuche und der Kreuzungsvermittlung der Blumen in ausserordentlich verschiedenem Grade betheilig; eben so bedeutend ist ihre Gradverschiedenheit in Bezug auf die Umbildungen ihrer Organisation, welche sie durch Anpassung an die Gewinnung von Blumennahrung erlitten haben.

Einheimische **Geradflügler**, *Orthoptera* (Schaben, Gryllen, Heuschrecken und Ohrzangen) und **Netzflügler**, *Neuroptera* (Libellen, Florfliegen, Scorpionfliegen u. a.), werden zwar zum Theil gelegentlich einmal auf Blumen, besonders

Fig. 5.

Ein Vogelblüthler (*Marcgravia nepenthoides*).



der Schirmpflanzen, angetroffen; als Kreuzungsvermittler derselben aber kommen sie wenig oder gar nicht in Betracht; auch zeigen sie keinerlei Anpassung an Gewinnung von Blummahrung.

Mit ausländischen Geradflüglern und Netzflüglern mag es sich zum Theil anders verhalten. In Neuseeland sollen nach DARWIN'S Angabe mehrere Heuschreckenarten als Befruchter von *Papilionaceen* beobachtet worden sein. Mein Bruder FRITZ MÜLLER theilt mir brieflich mit, dass in Südbrasilien eine dem *Pseudomops laticornis* Perty sehr ähnliche Schabe, die er mir zugeschiedt hat, ein eifriger Blumenbesucher ist. Sie findet sich z. B. häufig auf der im Garten gebauten *Polymnia edulis* (*Compositae*), wie es scheint, um Honig zu geniessen.

Von den **Schnabelkerfen**, *Hemiptera*, gehen manche Wanzen, wie z. B. die gemeine flügellose Feuerwanze (*Pyrocoris aptera*) gar nicht selten auf Blumen (z. B. des Löwenzahn, *Taraxacum officinale*), andere (wie z. B. *Anthocoris*) scheinen sogar blumenstet zu sein, d. h. sich ausschliesslich von Blummahrung zu beköstigen. Aber einerseits spielen sie als Kreuzungsvermittler der Blumen, auf welchen sie bisher beobachtet worden sind, nur eine sehr untergeordnete Rolle, andererseits sind sie durch ihren unabhängig vom Blumenbesuche erlangten Rüssel bereits zur Erlangung selbst etwas tiefer geborgenen Honigs befähigt und haben irgend welche Anpassung an Gewinnung von Blummahrung durchaus nicht aufzuweisen.

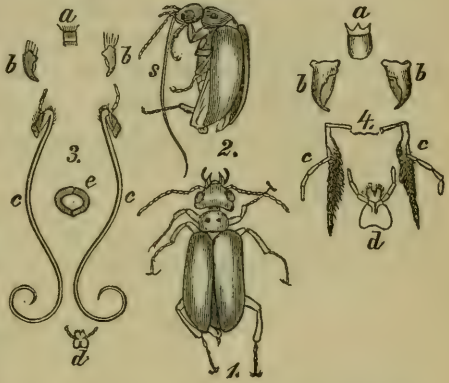
Von den **Käfern**, *Coleoptera*, haben sich von den verschiedensten Familien, welche der mannigfachsten Nahrung nachgehen und theils lebende oder trockene Pflanzentheile, theils lebende oder todte Thiere, theils thierische oder pflanzliche Fäulniss- oder Moderstoffe zu verzehren gewohnt sind, einzelne Arten an theilweise, andere an ausschliessliche Blummahrung gewöhnt und sind dadurch auch für die Kreuzungsvermittlung der Blumen wenigstens wichtige Mitarbeiter geworden, wenn auch keine einzige einheimische Blume der ausschliesslichen oder auch nur vorwiegenden Befruchtung durch Käfer sich angepasst hat. Gerade die ersten Anfänge des Ueberganges von Insekten zur Blummahrung aber, ihre ersten oft sehr ungeschickten Versuche, sich derselben, auch wo sie ihnen unerreichbar ist, zu bemächtigen, aber auch die erste Ausprägung von Anpassungen an Gewinnung derselben lassen sich bei den Käfern in zahlreichen Fällen erkennen. So sind die beim Honiglecken benutzten Kieferladen bisweilen bei nahverwandten Käfern um so länger gestreckt und pinselförmig behaart, je blummeneifriger die Art ist, und bei den Bockkäfern lässt sich ausserdem (wie ich auf S. 32 meines Buches über Befruchtung der Blumen durch Insekten im Einzelnen nachgewiesen und durch Abbildungen erläutert habe) eine mit zunehmender Blumenstetigkeit stufenweise gesteigerte Verschmälerung und Streckung des Kopfes und Halschildes erkennen.

Die am weitesten gehende Anpassung an Gewinnung von Blummahrung, welche bei Käfern überhaupt bis jetzt nachgewiesen worden ist, zeigt eine blaue *Nemognatha* Südbrasilien's, welche mein Bruder Fritz Müller am Itajahy (Prov. St. Catharina) den tiefliegenden Honig gewisser Winden saugen sah (1, 2, fig. 6) Bei dieser haben sich die beiden Kieferladen (cc 3, fig. 6) zu zwei rinnigen Borsten von 12 mm. Länge ausgebildet, welche, indem sie sich dicht an einander legen, eine den ganzen Käferleib an Länge übertreffende Saugröhre darstellen, und so, abgesehen von der Einrollbarkeit, in überraschender Weise einem Schmetterlingsrüssel gleichen. Noch merkwürdiger wird dieses Saugrohr durch die verhältnissmässig kurze Zeit, in welcher es zur Ausprägung gelangt sein muss. Denn die südeuropäische *Nemognatha chrysolina* zeigt noch Kieferladen (c 4, fig. 6.), welche in ähnlicher Weise verlängert und pinselförmig behaart sind, wie bei den

blumeneifrigsten unserer Bockkäfer. Innerhalb der verhältnissmässig kurzen Zeit, in welcher sich die Gattung *Nemognatha* in verschiedene Arten differencirt hat, ist also aus Kieferladen von gewöhnlicher Bildung ein Saugrohr nach Art eines Schmetterlingsrüssels geworden.

Fig. 6. Ausbildung eines Saugrüssels innerhalb der Grenzen einer Gattung.

1 *Nemognatha* vom *Itajahy* von oben gesehen, 2 desgl. von der Seite gesehen (2:1). s Saugrüssel. 3 Mundtheile dieser *Nemognatha*. 4 Mundtheile der *Nemognatha chrysolina* aus Südfrankreich (4:1), a Oberlippe, b Oberkiefer, c Unterkiefer, d Unterlippe, e die beiden Kieferladen im Querdurchschnitte, stärker vergrössert.



Die Zweiflügler, *Diptera*, sind als Kreuzungsvermittler der Blumen in weit umfassender Weise thätig als die Käfer. Eine sehr grosse Zahl, vielleicht sogar die Mehrzahl ihrer Arten besucht Blumen; grosse Fliegenfamilien nähren sich als fertige Insekten fast ausschliesslich von Blummahrung und besitzen Mundtheile,

welche durch eine hochgradige Umbildung zur Gewinnung derselben vortrefflich ausgerüstet sind.

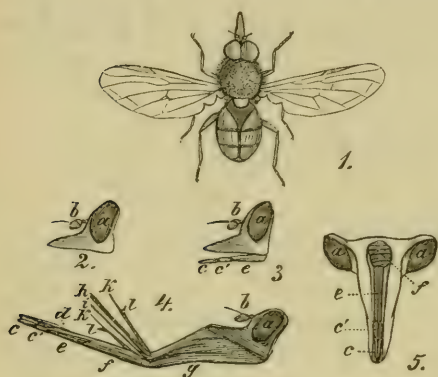
Auch fehlt es andererseits nicht an Blumen, welche der ausschliesslichen oder fast ausschliesslichen Kreuzungsvermittlung durch Fliegen und Mücken angepasst sind. Merkwürdiger Weise aber sind gerade die blumeneifrigsten und intelligentesten Zweiflügler, welche zugleich in ihrer eigenen Organisation bedeutende, durch ihre Blumenliebhaberei bedingte Umbildungen erfahren haben (die Schwebfliegen, *Syrphidae*, Schnepfenfliegen, *Empidae*, Dickkopffliegen, *Conopidae*, und Wollschweber, *Bombyliidae*), fast ohne allen Einfluss auf Ausprägung ihnen speciell angepasster Blumenformen geblieben, wogegen manche der dümmsten *Dipteren*, welche nicht die mindeste eigene Anpassung an Blummahrung aufzuweisen haben, als ausschliessliche Kreuzungsvermittler ihnen ausschliesslich angepasster Blumenformen fungiren.

Diese auf den ersten Blick sehr befremdlich erscheinende Thatsache findet bei näherer Betrachtung ihre einfache Erklärung darin, dass die Anpassungen der Insekten an die Gewinnung der Blummahrung offenbar von dem Grade ihrer Abhängigkeit von derselben und von der Lebhaftigkeit der Concurrenz in Erbeutung derselben bedingt sind, also den blumestetsten und eifrigsten Besuchern natürlich am leichtesten durch Naturzüchtung zu Theil werden müssen, dass dagegen ausschliessliche Anpassung von Blumen an einen engen Besucherkreis nur dann stattfinden kann, wenn (und um so leichter stattfinden kann, je mehr) dieser irgend welche Eigenthümlichkeiten vor allen andern Besuchern voraus hat, welche ihm die Ausnützung den übrigen nutzloser und unzugänglicher Blüthen ermöglicht. Nun besitzen Aas-, Fleisch-, Kothfliegen und andere Fäulnisstoffe liebende Zweiflügler eine Geschmacksrichtung, welche der fast aller übrigen Blumenbesucher zuwider ist, und dieser entsprechend konnten sich leicht Blumen ausbilden und haben sich thatsächlich ausgebildet, welche ausschliesslich oder vorwiegend fäulnisstoffliebende Dipteren anlocken, während sie gleichzeitig die übrigen Blumenbesucher oder doch die meisten derselben durch Erregung von Ekel zurückschrecken. Die obengenannten 4 Fliegenfamilien dagegen, obwol sie sich fast ausschliesslich auf Blummahrung beschränken, zum Theil höchst eifrige und einsichtige Blumenbesucher sind und durch einen langen Rüssel zur Gewinnung selbst tiefgeborgenen Honigs sich vortrefflich eignen, besitzen nicht eine einzige zur Ausbeutung von Blumen sie befähigende Eigenthümlichkeit, in welcher sie nicht von Bienen

oder Schmetterlingen übertroffen würden. Die Betrachtung ihrer Rüssel lässt dies in unzweideutiger Weise erkennen.

Die **Schwebfliegen** (*Syrphidae*) haben einen aus der Umbildung der Unterlippe hervorgegangenen, mehr oder weniger lang vorstreckbaren, fleischigen Saugrüssel (Vgl. H. MÜLLER Befruchtung S. 33—39. fig. 2—5), der mittelst zweier an seinem Ende befindlichen, auf der Innenseite mit Chitinleisten besetzten Klappen zum Pollenfressen, mittelst der zu Saugborsten umgebildeten, in eine Rinne der Unterlippe zusammenlegbaren übrigen Mundtheile zum Honigsaugen gebraucht, im Zustande der Ruhe aber in eine Vertiefung an der Unterseite des Kopfes zurückgezogen wird.

Fig. 7. Unsere langrüsseligste Schwebfliege, *Rhingia rostrata*.



1 Das ganze Thier, von oben gesehen (fast 2:1). 2 Kopf mit ganz eingezogenem Rüssel, von der Seite (stärker vergrößert). 3 Derselbe in dem Moment, wo der Rüssel sich auseinander zu klappen beginnt. 4 Derselbe mit ausgerecktem Rüssel. 5 Kopf mit eingezogenem Rüssel, von unten gesehen, doppelt so stark vergrößert als Fig. 2—4. a Auge, b Fühler, c Endklappen des Rüssels, e unterer Abschnitt derselben, f contractiler mittlerer Theil des Rüssels, g contractile Basis des Rüssels, h Oberlippe, i die zu einem Stücke verwachsenen beiden Oberkiefer, k Unterkiefer, l Kiefertaster.

Bei den kurzrüsseligsten Arten ist daher auch der Kopf kurz und gerundet, bei etwas langrüsseligern gewinnt er einen schnauzenförmigen Vorsprung, und bei der langrüsseligsten aller unserer Schwebfliegen, *Rhingia rostrata* (fig. 7), ist der Kopf in einen so langen kegelförmigen Vorsprung ausgezogen, dass auch hier noch der Rüssel vollständig in die Aushöhlung seiner Unterseite geborgen werden kann. Obgleich nun bei dieser nur 10 mm. langen Schwebfliege der Rüssel die enorme Länge von 12 mm. erreicht, und ihre geistige Befähigung, ihre Geschicklichkeit im Aufsuchen und Gewinnen tiefgeborgener Blumenausbeute, mit der körperlichen in gleichem Schritte sich gesteigert hat, so dass sie darin einer ausgeprägten Biene wenig nachsteht, so vermag sie doch keine einzige Blume auszubeuten, die nicht auch zahlreichen Bienen zugänglich wäre; es hat sich daher keine der ausschliesslichen Kreuzungsvermittlung der *Rhingia* angepasste Blume ausprägen können. Dasselbe gilt von den 3 anderen oben genannten Fliegenfamilien, welche sich durch Rüssellänge wie durch eifrigen Blumenbesuch vor allen übrigen *Dipteren* hervorthun, aber keinen Pollen verzehren und ihren Rüssel nicht in eine Aushöhlung an der Unterseite des Kopfes zurückzuziehen vermögen.

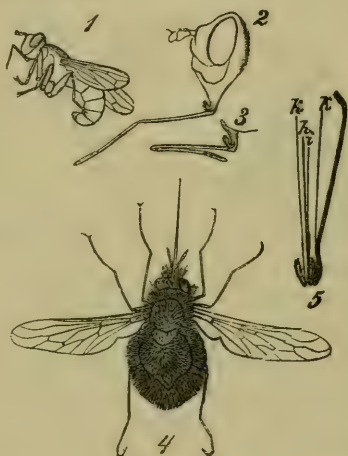
Die **Schnepfenfliegen** (*Empidac*) nämlich, von welchen eine der häufigsten und blumeneifrigsten Arten in Fig. 17 in ihrer Kreuzung vermittelnden Thätigkeit dargestellt ist, bleiben an Rüssellänge noch weit hinter *Rhingia* zurück und sind überdiess viel einseitiger in ihren Bewegungen. Wie sie ihren dünnen, geraden Rüssel in der Ruhe gerade nach unten gerichtet tragen, so gebrauchen sie ihn auch zur Gewinnung von Blumenhonig am liebsten nur in dieser Richtung. Sie suchen daher vorzugsweise nach oben geöffnete Blumen auf (wie z. B. *Cruciferen*, *Caryophyllen*, *Compositen*), in welche sie den Rüssel und nach Bedarf

auch den kleinen Kopf nur einfach hinabzusenken brauchen, um zum Honige zu gelangen. Durch grössere Kräftigkeit und Spitzheit ihrer Rüsselborsten (besonders des Oberkiefers h 4, fig. 7) sind sie aber auch zum Anbohren saftreicher Gewebe befähigt und machen nicht selten Gebrauch von dieser ihrer Fähigkeit, wie z. B. die in Fig. 17 dargestellte *Empis livida*, welche die Blüten des gefleckten Knabenkrautes (*Orchis maculata*) besucht und nur durch Anbohren der inneren Wand ihres Spornes einige Ausbeute gewinnt.

Einer bedeutenden Steigerung seiner Länge ist ein gerade nach unten gerichteter Rüssel natürlich nicht fähig, da er schon durch die Standfläche, auf die er aufstösst, an weiterer Verlängerung verhindert wird. Soll er sich weiter verlängern können, so muss er in der Ruhe eingeknickt oder wagerecht nach vorn oder hinten gelegt getragen werden. Bei den Dickkopffliegen (*Conopidae*) finden wir das erstere, bei den Wollschweben (*Bombylidae*) das letztere dieser beiden Auskunfts Mittel zur Anwendung gelangt. Von beiden ist daher eine bedeutendere Rüssellänge als von den Schnepfenfliegen (*Empidae*) erreicht worden.

Fig. 8. Conopiden und Bombyliden.

1 Eine Dickkopffliege, *Sicus ferrugineus* (1,7: 1).
2 Kopf derselben mit fast ausgestrecktem Rüssel (4: 1).
3 Rüssel nach Art eines Taschenmessers zusammengeklappt (4: 1). 4 Ein Wollschweber, *Bombylius major* (1,7: 1). 5 Der Rüssel desselben, etwas stärker vergrößert. Bezeichnung der Rüsselborsten wie in Fig. 7.



Bei manchen **Dickkopffliegen** (*Conopidae*) knickt sich der Rüssel nur an der Basis ein, so dass er bequem nach vorn gerichtet werden kann, bei andern, wie z. B. bei der hier abgebildeten Art (1, 2, 3, fig. 8.) ausserdem auch noch in der Mitte, so dass er sich in der Ruhe nach Art eines Taschenmessers zusammenklappen lässt. Bei allen *Conopiden* aber erreicht er durch die Einknickung nicht

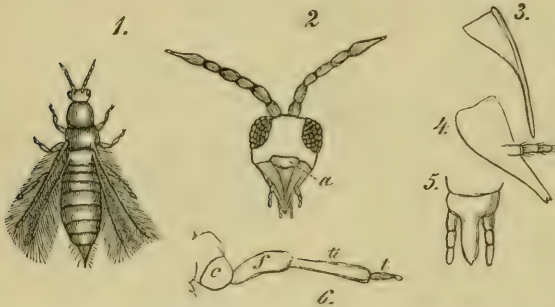
nur die Möglichkeit, weiter als es bei dem gerade nach unten gerichteten *Empiden*-rüssel der Fall ist, sich zu verlängern, sondern auch die Fähigkeit, freier nach verschiedenen Richtungen hin bewegt zu werden. Und in der That finden sich die *Conopiden* nicht nur auf Blumen, die auch gewissen *Empiden* zugänglich sind, sondern auch *Labiaten* und *Papilionaceen* werden von ihnen nicht selten auszubeuten versucht.

Mindestens ebenso geschickt im Auffinden tief geborgenen Blumenhonigs und dabei ungleich rascher in ihren Bewegungen sind die **Wollschweber** (*Bombylidae*), welche ihren Rüssel auch in der Ruhe gerade nach vorn gestreckt tragen (4, fig. 8) und den langrüsseligsten Schwebfliegen an Rüssellänge gleich kommen. (Der hier abgebildete *Bombylius major* z. B. hat einen Rüssel von 10, *B. discolor* einen von 11—12 mm. Länge.) An Geschwindigkeit der Flügelbewegung lassen sie sich den Schwärmern (*Sphingidae*) unter den Schmetterlingen, den smaragdgrünen und azurblauen *Euglossa*arten Brasiliens unter den Bienen, den Kolibris unter den Vögeln vergleichen. Wie diese halten sie sich bald frei in der Luft schwebend an derselben Stelle, indem sie die Flügel so rasch bewegen, dass sie unserm Auge innerhalb des ganzen Bewegungsspielraums stille

zu stehen scheinen, bald schiessen sie wieder stossweise weiter, so dass es Mühe macht, ihnen mit dem Blicke zu folgen; wie diese bleiben sie auch bei ihren Blumenbesuchen dieser Bewegungsweise treu, indem sie in stossweisem Fluge von Blume zu Blume eilen und meist frei schwebend ihren Rüssel in die honigführenden Röhren stecken. Der tiefgeborgene Honig der Schlüsselblumen, des Immergrün, des Veilchen, mancher *Labiaten* und *Papilionaceen* ist ihnen zugänglich, aber auch sie werden in ihren höchsten Leistungen von zahlreichen Bienen und Schmetterlingen weit übertroffen. Daher hat sich auch ihnen keine einzige Blume besonders anpassen können.

Im Anschlusse an die Zweiflügler sei hier sogleich die kleine Abtheilung der **Blasenfüsse** (*Thysanoptera*, Gattung *Thrips*) erwähnt, die gleich so manchen Fliegen zu den häufigsten Blumengästen gehören und doch weder selbst irgend welche Anpassung an die Gewinnung der Blumennahrung erkennen lassen, noch irgend welchen Blumen als ausschliessliche oder auch nur überwiegende Kreuzungsvermittler dienen.

Fig. 9. Blasenfüsse (*Thrips*).



Ein Blasenfuss von oben gesehen (30:1). 2 Kopf desselben, stärker vergrössert, von vorn gesehen. 3 Oberkiefer. 4 Unterkiefer. 5 Unterlippe. 6 Fuss. c Hüfte (*coxa*), f Schenkel (*femur*), ti Schiene (*tibia*), t Fussglied (*tarsus*), am Ende derselben statt der Krallen ein Haftscheibchen.

Durch ihre winzige Körpergrösse, welche kaum 1 mm. Länge erreicht, sind diese Thierchen zum Eindringen in alle möglichen Blumen, auch in solche, die sich ganz bestimmten Besucherkreisen, sei es winzigen Zweiflüglern oder Bienen oder Faltern angepasst haben, ohne Weiteres befähigt, und obgleich sie bisweilen auch Blätter anbohren und den Saft derselben saugen sollen, so haben sie doch unbestreitbar für den Aufenthalt in Blumen eine ganz entschiedene Vorliebe und sind trotz des höchst einfachen Baues ihrer Mundtheile eben so wol zum Fressen des Blüthenstaubes als zum Saugen des Honigs befähigt. Die Pollenkörner befördern sie nämlich mit zangenartig greifender Bewegung ihrer Oberkiefer (3, fig. 9) in den Mund, und um Honig zu saugen, legen sie Ober- und Unterkiefer zu einem kurzen, kegelförmigen Saugrohre (2, fig. 9) zusammen. Da sie sich ziemlich lange in den einzelnen Blüthen aufhalten und verhältnissmässig selten von Stock zu Stock fliegen, so sind sie trotz ihrer grossen Häufigkeit als Kreuzungsvermittler von geringer Bedeutung.

Doch hat man bei Anstellung und Beurtheilung der in Kap. 3 besprochenen künstlichen Befruchtungsversuche sich stets zu erinnern, dass diese winzigen Eindringlinge durch kein darüber gestülptes Netz von den Versuchspflanzen abgehalten werden können.

Wir kommen nun zu derjenigen Insektenabtheilung, welche an Einseitigkeit der Anpassung an die Gewinnung von Blumenhonig alle übrigen weit hinter sich lässt, obwol sie an Wichtigkeit für die Kreuzungsvermittlung der Blumen durchaus nicht die erste Stelle einnimmt, an die Abtheilung der **Schmetterlinge** (*Lepidoptera*). Wie die Zweiflügler so haben auch die Schmetterlinge besondere Arbeiten zur Versorgung ihrer Nachkommenschaft nicht auszuführen, und wie von den blumenbesuchenden Zweiflüglern die *Embiden*, *Conobiden* und *Bombyliden*.

so verschmähen auch die Schmetterlinge den Blütenstaub und beschränken sich auf den Genuss der von den Blumen gelieferten Flüssigkeiten. Ihre Mundtheile konnten daher in eben so einseitiger Weise, wie bei den genannten 3 Fliegenfamilien, durch Naturauslese zur Gewinnung auch tief geborgenen Blumensaftes tauglich gemacht werden; ja aus einem doppelten Grunde noch durchgreifender und einseitiger. Bei den *Dipteren* nämlich hat der Uebergang zur Blumenahrung offenbar erst stattgefunden, nachdem der gemeinsame Stamm bereits in zahlreiche grössere und kleinere Zweige sich getheilt hatte, und manche dieser Zweige (wie z. B. *Musciden*, *Tabaniden*) sind in der Mehrzahl ihrer Arten noch jetzt nicht blumenstet, manche (wie z. B. *Asiliden*) überhaupt nur ausnahmsweise Blumengäste. Bei den Schmetterlingen dagegen ist die Beschränkung auf Blumenhonig so allgemein verbreitet, dass sie mit grosser Wahrscheinlichkeit als von gemeinsamen Stammeltern ererbt und das vereinzelte Auftreten abweichender Gewohnheiten (Anbohren von Früchten, Saugen ausfliessenden Baumsaftes, Kothes etc.) als nachträglich erworben angenommen werden kann. Ist diese Annahme richtig, so hat bei den Schmetterlingen Naturauslese wahrscheinlich weit längere Zeit zur Züchtung langer Saugröhren gehabt und schon deshalb bedeutendere Resultate erreichen können als bei den Fliegen. Noch wichtiger aber ist vielleicht der Umstand, dass bei den Schmetterlingen von vornherein nur die beiden Kieferladen an der Bildung eines Saugrohres sich betheiligten, bei den Zweiflüglern dagegen die fleischige Unterlippe nebst allen übrigen zu Borsten oder Chitinstäben umgebildeten Mundtheilen. In der That ist bei den Schmetterlingen das Saugrohr in ganz derselben Weise durch Streckung, rinnige Aushöhlung und dichtes Aneinanderlegen aus den beiden Kieferladen hervorgegangen, wie bei der weiter oben beschriebenen und abgebildeten *Nemognatha* (Vgl. H. MÜLLER Befruchtung S. 57. fig. 17) und unterscheidet sich von demselben wesentlich nur dadurch, dass es sich in der Ruhe spiralig zusammengerollt zwischen den Lippentastern birgt, dass es sich an den Rändern der beiden Halbrinnen durch übergreifende Haargebilde dichter schliesst, und dass es am Ende nicht selten mit starren, spitzzackigen Hervorragungen bewaffnet ist, die es zum Erbohren in saftigem Gewebe eingeschlossener Blumen- und Fruchtsäfte befähigen. Dieses Saugrohr aber bietet bei den Schmetterlingen alle möglichen Abstufungen dar von winzigen Anfängen, die sich am nächsten den Mundtheilen der Frühlingsfliegen (*Phryganiden*), der muthmasslichen Stammeltern der Schmetterlinge, anreihen, bis zu dem bis 80 mm. langen Saugrohre unseres Windenschwärmers (*Sphinx Convolvuli*) und bis zu den $\frac{1}{4}$ Meter langen Rüsseln einzelner Schwärmer Brasiliens [8] und Madagaskars [8]. Ganz entsprechende Abstufungen der Röhrenlängen zeigen die von den Schmetterlingen ausgebeuteten Blumen, und eine dritte Stufenleiter, parallel mit den beiden genannten, spricht sich in der Blumenthätigkeit der Schmetterlinge aus. Sie führt uns von Arten mit verkümmertem Rüssel, die nie oder nur ausnahmsweise Blumen besuchen und von solchen, die ihr tändelndes Spielen und Sich-jagen nur flüchtig durch Blumenbesuch unterbrechen, bis zu der höchsten Geschwindigkeit der Kreuzungsvermittlung, deren Insekten überhaupt fähig sind, und welche nur die den Kolibris ähnlichen Schwärmer (*Sphingiden*) leisten, deren erstaunliche Leistungsfähigkeit im 19. Kapitel dieser Abhandlung durch bestimmte Zahlenbeispiele veranschaulicht ist.

Bei weitem am wichtigsten von allen Insektenordnungen sind für die Kreuzungsvermittlung der Blumen die **Aderflügler** oder **wespenartigen Insekten** (*Hymenoptera*) geworden, obgleich sie, selbst in ihren in dieser Hinsicht am

weitesten fortgeschrittenen Formen, nicht die Rüssellänge und, vielleicht *Euglossa* ausgenommen, auch nicht die Geschwindigkeit der Schwärmer erreicht haben. Sie treten uns in einer Anzahl scharf gesonderter Familien entgegen, deren Abstufungen sowol in ihren Lebensverrichtungen und in ihrer geistigen Befähigung als in ihrem Körperbau folgenden genetischen Zusammenhang vermuthen lassen [9].

Die ältesten, den gemeinsamen Stammeltern am nächsten stehenden Wespenfamilien scheinen die Pflanzen anbohrenden zu sein. Dasselbe Organ, welches bei ihren muthmasslichen Abkömmlingen, den Wespen und Bienen, als Angriffs- und Vertheidigungswaffe fungirt, der Stachel, ist bei ihnen noch als Sägebohrer vorhanden, der ausschliesslich zum Anbohren lebender Pflanzen, zur Unterbringung des Eies an eine geeignete Brutstätte, verwendet wird. Das Anbohren eines zur Ernährung der Brut geeigneten Pflanzentheils und das Hineinlegen eines Eies in das Bohrloch ist bei ihnen noch die einzige Arbeit, welche sie für die Versorgung ihrer Nachkommenschaft auszuführen haben. Denn die aus den Eiern schlüpfenden Larven nähren sich von dem angebohrten Pflanzentheile, sei es im Innern des Holzkörpers (**Holzwespen**, *Siricidae*) oder einer um das Ei sich entwickelnden Anschwellung und Wucherung des Pflanzengewebes, in einer sogenannten Galle (**Gallwespen**, *Cynipidae*), sei es aussen, nach Art der Raupen, von den Blättern zehend (**Blattwespen**, *Tenthredinidae*).

Von den Gallwespen müssen einzelne, wie sich aus den zweierlei Brutversorgungsgewohnheiten der heutigen Arten schliessen lässt, dazu übergegangen sein, andere Insekten oder deren Larven anzubohren, in deren Körper ihre eigenen Larven dann schmarotzen. Offenbar war mit dieser Veränderung der Brutversorgungsgewohnheit der Entwicklung des Wespenlebens ein unabsehbar weites neues Gebiet eröffnet. Denn so unzählig mannigfaltige sich selbstständig nährende Insekten vorhanden waren, so unzählig mannigfaltige Plätze standen den Schmarotzerwespen zur Einschleichung und speciellen Anpassung offen. Und sie sind in der That in der umfassendsten Weise benutzt worden, wie die erstaunliche Artenzahl und Verschiedenheit der Grösse, Körperform, Bohrerlänge u. s. w. der heutigen **Schlupfwespen** (*Ichneumonidae* und Verwandte), der muthmasslichen Nachkommen jener ersten Insektenanbohrer, beweist, und keine einzige Insektenfamilie scheint von ihren Angriffen ganz verschont geblieben zu sein. Durch das mit ihrer Brutversorgung verbundene Aufsuchen und Ueberlisten der anzubohrenden Insekten haben die Schlupfwespen eine viel höhere Umsicht, Beweglichkeit und Gewandtheit erlangt als ihre pflanzenanbohrenden Stammeltern, und eben diese Steigerung auch ihrer geistigen Befähigung wird die einsichtigsten unter ihnen in den Stand gesetzt haben, eine in die Augen springende Unvollkommenheit ihrer Brutversorgung durch Uebergang zur Grabwespenlebensweise zu beseitigen.

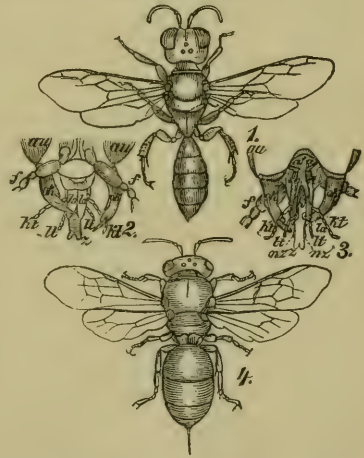
Die Brutversorgung der Schlupfwespen leidet nämlich offenbar an dem Nachtheile, dass die angebohrten Insekten und mit denselben die eigene Nachkommenschaft der Schlupfwespen der Vernichtung durch Vögel und andere Feinde frei ausgesetzt bleiben. Diesen Nachtheil haben aber, wie es scheint, gewisse Schlupfwespen dadurch zu beseitigen gewusst, dass sie eine Höhle gruben, in welcher sie ihr durch Anbohrung gelähmtes Opfer mit einem Ei behafteten, um sodann die Höhle zu schliessen und soweit als möglich jede Spur derselben zu verwischen. Durch diese Vervollkommnung der Brutversorgung wurden die auszuführenden Thätigkeiten von neuem weit complicirter; die geistige Befähigung

höher gesteigert, ging aus der Familie der Schlupfwespen die in jeder Beziehung höher stehende der **Grabwespen** (*Sphagidae* oder *Fossores*) hervor, welche weiterhin wahrscheinlich den Familien der eigentlichen **Wespen** (*Vespidae*), der **Ameisen** (*Formicidae*), und der **Blumenwespen** oder **Bienen** (*Apidae*) den Ursprung gegeben hat.

Von allen den genannten Wespenfamilien sind nur die Holzwespen noch nicht als Blumengäste beobachtet worden. Alle übrigen gehen als fertige Insekten mit einem grossen Theile ihrer Arten dem Honige der Blumen nach und wirken an der Kreuzungsvermittlung derselben in mehr oder weniger erfolgreicher Weise mit. Aber nur die Bienen sind in ihrer ganzen Ernährung vom Eie an auf Blummennahrung beschränkt.*) Sie sind dadurch die bei weitem eifrigsten, regelmässigsten und ausdauerndsten Besucher und als solche zugleich die bei weitem wichtigsten Kreuzungsvermittler der Blumen geworden, die für sich allein in dieser Beziehung weit mehr leisten als alle übrigen Insektenfamilien zusammen genommen. Ihnen allein haben sich daher auch weit zahlreichere Blumen speciell angepasst als allen übrigen Insekten zusammen genommen. Was sie aber, selbst abgesehen von ihren interessanten Beziehungen zu den Blumen, für ein eingehenderes Studium ganz besonders anziehend und lohnend macht, das sind die mannigfachen Abstufungen der Anpassung an Gewinnung der Blummennahrung, welche die verschiedenen Glieder ihrer reich verzweigten Familie darbieten, und von denen wir hier wenigstens eine richtige Gesamtvorstellung zu gewinnen versuchen wollen [10].

Fig. 10. Grabwespe und Biene auf gleicher Organisationshöhe.

1 *Crabro* (*Crossocerus*) *leucostoma* L., von oben (3 : 1). 2 Mundtheile einer anderen Grabwespe, *Dinetus pictus* F. ♂ von oben (6 : 1). 3 Dieselben von unten. 4 *Prosopis signata* Pz ♀, eine Biene (3 : 1). In 2 und 3 bedeutet: au Augen, f Fühler, ol Oberlippe, ok Oberkiefer, a Angel oder Wurzelstück des Unterkiefers. st Stammstück desselben, la Lade desselben, kt Kiefertaster, k Kinn, z Zungen, nz Nebenzungen, lt Lippentaster.



Bei den muthmasslichen Stammeltern der Bienen, den Grabwespen, ist die von langen Tastspitzen (lt 2, 3, fig. 10) umgebene, mehr oder weniger weit vorstreckbare Zunge (z 2, 3, fig. 10) die einzige Anpassung an die Gewinnung von Blummennahrung, welche uns die ausgereckten Mundtheile erkennen lassen, ja welche überhaupt das ganze Thier aufzuweisen hat. Aus dem Grabwespenstamme sind nun die Bienen als besondere Familie augenscheinlich dadurch hervorgegangen, dass gewisse Grabwespen, anstatt nach ererbter Gewohnheit durch ihren Stich gelähmte Insekten in ihre Bruthöhle zu schleppen und mit einem Ei zu belegen, ihre eigene Nahrung, Blüthenstaub und Honig, auch als Larvenfutter verwendet haben.

Diejenigen Grabwespen, bei welchen sich zuerst diese neue Art der Brut-

*) Von gewissen Gallwespen (*Cynips*), die sich in den Fruchtknoten der Feigen (*Ficus*), und von gewissen Motten, die sich in den Samenkapseln bestimmter Blumen entwickeln, kann dies nur in uneigentlichem Sinne gesagt werden. Das Nähere über dieselben findet sich in Kap. 20.

versorgung zur erblichen Gewohnheit ausprägte, wurden dadurch allein, auch ohne irgend welche Abänderung der Organisation, zu Bienen. In der That giebt es noch heute Bienen, welche sich in ihrer Organisation in keinem einzigen Stücke von den Grabwespen unterscheiden, welche sich ganz ausschliesslich dadurch, dass sie ihre Brut mit Honig und Blütenstaub beköstigen, als Bienen charakterisiren, welche uns also von der Organisationshöhe der gemeinsamen Stammeltern der Bienenfamilie ein treues Bild bewahrt haben. Es sind die Arten der Gattung *Prosopis*, deren eine in der vorstehenden Abbildung (4, fig. 10) dargestellt ist.

Wenn nun auch, wie die heutigen *Prosopis*arten zeigen, der Grabwespenmund im Stande war, Blütenstaub mit dem Honig zugleich aufzunehmen und in der sorgfältig geglätteten, mit erhärtetem Schleime angekleideten Zelle als Speise für die künftige Larve wieder auszuspeien, so konnte es doch, nachdem diese Art der Larvenbeköstigung einmal zur erblichen Gewohnheit geworden war, nicht ausbleiben, dass Naturauslese jede sich anbietende vortheilhaftere Abänderung der Organisation erhielt und zur dauernden Eigenschaft ausprägte. Denn der Uebergang zu der bezeichneten Bienenlebensweise hatte den ihr zugethanen Aderflüglern ein reiches neues Ernährungsgebiet eröffnet, dessen sie, frei von der Concurrenz ihrer Stammesgenossen, zur Auffütterung einer immer zahlreicheren Nachkommenschaft sich bedienen konnten. Und die anfangs in geometrischer Reihe sich steigernde Zahl jener ersten noch auf der Organisationshöhe der Grabwespen stehenden Bienen musste sehr bald zur lebhaftesten Concurrenz unter ihnen selbst führen, zu einem ernsten Wettkampfe um die Existenz, aus welchem alle diejenigen Abänderungen, welche ein erfolgreicherer Einsammeln des Larvenfutters zu leisten vermochten, als Sieger hervorgingen. Ein erfolgreicherer Einsammeln des Larvenfutters aber war, da sich dasselbe aus Blütenstaub und Honig zusammensetzt, nach zwei Richtungen hin möglich. Einerseits mussten solche Abänderungen der Organisation, welche erfolgreichere Gewinnung des Blütenstaubs, andererseits solche, welche erfolgreichere Gewinnung des Honigs ermöglichten, sich ausbilden und stufenweise steigern. Den Ausgangspunkt für die Ausbildung eines Pollensammelapparates gab die von den Grabwespen ererbte Gewohnheit, irgend welche dem Körper anhaftende fremde Theilchen mittelst der dünn und kurzbehaarten Unterseite der Füsse, insbesondere des ersten Fussgliedes, der Ferse, abzufegen. Blieben nun bei den regelmässigen Blumenbesuchen an dem nackten oder kurz und spärlich behaarten Körper Pollenkörner haften, so wurde durch das Abfegen derselben die Pollenernte des Mundes gesteigert. Wurden die Haare der ganzen Körperoberfläche dichter und länger, die zum Abfegen des in denselben haften gebliebenen Blütenstaubes benutzten Fersen breiter, ebenfalls dichter und länger behaart und dadurch zum Abfegen geeigneter, so steigerte sich die mittelst des Haarkleides nebenbei gewonnene Pollenernte alsbald so, dass sie allein dem Bedarf genügte und nun eine vollständige Arbeitstheilung zwischen Mund und Haarkleid sich vollzog, der Art, dass der erstere nur noch zum Einsammeln des Honigs, das letztere allein zum Einsammeln des Blütenstaubes diene. Dem entsprechend sehen wir die auf einander folgenden Stufen der Bienenentwicklung im Ganzen immer breitere und mit immer ausgebildeteren Bürsten ausgerüstete Fersen und ein immer dichteres und längeres Haarkleid gewinnen, und die ursprünglich einfachen Haare desselben mit stufenweise längeren Seitenzweigen versehen, wodurch natürlich die Möglichkeit, Pollen im Haarkleide anzuhäufen, sich ganz ausserordentlich steigert, gleichzeitig aber

der Bienenkörper zur Uebertragung des Pollens von einer Blüthe auf die Narben anderer immer geeigneter wird. Aber nicht die ganze Körperfläche ist zur Anhäufung des Pollens in ihrem Haarkleide und zum Wiederherausfegen des Pollens aus demselben in gleicher Weise geeignet. Am meisten zur Ansammlung von Pollen geeignet sind offenbar diejenigen Körperstellen, welche beim Besuche der Blüthen entweder ganz von selbst die Staubgefäße streifen oder mit geringer Mühe, mit leichter Abänderung der blossen Anflugsbewegung über die Staubgefäße hinweg gestreift werden können und doch dabei vor dem Verluste des Pollens bei den Flieg- und Kriechbewegungen einigermaßen geschützt sind, wie namentlich die Unterseite des Hinterleibes und die hinteren Beine. Dem entsprechend sehen wir bei weiterer Ausprägung des Bienenleibes an diesen Körperstellen sehr bald dichtere Zusammenhäufungen von Haaren auftreten und als besondere Pollensammelapparate fungiren.

Bei dem einen Hauptzweige der Bienenfamilie, welchem die bekannten Blattschneiderbienen (*Megachile*), die Mauerbienen (*Osmia*) und die ihre Bruthöhlen mit abgekratzten Pflanzenhaaren auskleidenden Wollbienen (*Anthidium*) angehören, ist es die Bauchseite des Hinterleibes, die sich mit einer einzigen dichten Bürste aus schräg nach hinten stehenden starren Borsten bedeckt hat (Bauchsammler). Diese Bauchbürste ist offenbar zum unmittelbaren Abfegen von unten sich darbietenden Blüthenstaubes am besten geeignet. Blumen, welche solchen enthalten, wie z. B. die Blüthenkörbchen der *Senecioniden* unter den *Compositen*, die *Papilionaceen*, *Echium* u. a. werden daher von den Bauchsammlern mit besonderer Vorliebe aufgesucht und in raschster und erfolgreichster Weise ausgebeutet.

Bei einem anderen Hauptzweige der Bienenfamilie haben sich zunächst die Hinterbeine bis zur Hinterbrust hinauf und oft auch selbst diese noch mit einem Walde von Federhaaren bekleidet, der sich beim Besuche der Blumen theils durch unmittelbares Abstreifen, theils durch Zusammenfegen und Uebertragen mittelst der Fersenbürsten mit grossen Blüthenstaubmengen anfüllt. Die so ausgerüsteten Bienen (*Andrena*, *Halictus*) betreiben ihre Pollenernte in solchen Blüthen mit bestem Erfolge und suchen dieselben behufs der Pollenernte am liebsten auf, welche ein Umherkriechen zwischen den Staubgefässen erfordern, um den Honig zu gewinnen, wie z. B. *Ranunculus*, die meisten *Cruciferen*, und *Rosifloren*, *Salix*, die *Cynarceen* und *Cichoriaceen* unter den *Compositen*. In diesen Blumen können die bezeichneten Bienen mit geringer Abänderung ihrer Kriechbewegung und fast ohne Zeitverlust, während sie dem Honige nachgehen, zugleich die Sammelbürsten ihrer Hinterbeine*), bei manchen bis zur Hinterbrust ein schliesslich aufwärts, mit Blüthenstaub füllen. Eine weitere Vervollkommnung hat diese Ausrüstung der hinteren Körpertheile zum Sammeln des Pollens dadurch erfahren, dass die Haarumkleidung noch länger und dichter geworden ist, gleichzeitig aber auf diejenigen Theile sich beschränkt hat, aus welchen der angehäuften Blüthenstaub mittelst der Fersenbürsten am bequemsten und raschesten wieder herausgenommen werden kann, d. h. auf Schienen und Fersen der Hinterbeine. Die so ausgerüsteten Bienengattungen (*Panurgus*, *Dasyпода*) sind zu raschem und

*) Die Vorderbeine der Bienen, welche offenbar beim Anfliegen und Festhalten auf den Blumen am meisten in Bewegung sind und daher an ihnen angehäuften Pollen am leichtesten verlieren würden, finden sich niemals, die Mittelbeine welche, wenn auch in geringerem Grade, ähnliche Dienste leisten, nur selten, z. B. bei der brasilianischen Gattung *Tetrapedia*, mit einem Haarwalde versehen.

erfolgreichem Ausbeuten der Blütenkörbchen der *Cichoriaceen* in noch höherem Grade befähigt als die vorigen, und es ist erstaunlich anzusehen, wie rasch sich ihre Hinterbeine ohne besonders darauf verwandte Mühe mit mächtigen Pollenklumpen beladen, während sie den Rüssel zum Honiggenusse aus Röhren in Röhren stecken.

Schon der berühmte Entdecker der Blumengeheimnisse, CHRIST. CONRAD SPRENGEL, [11] hat im vorigen Jahrhunderte dem Treiben der *Dasyoda* mit Staunen zugesehen, dem er in folgenden Worten Ausdruck giebt: »In der Mittagsstunde eines schönen Tages traf ich eine Biene auf *Hypochoeris radiata* an, welche an ihren Hinterbeinen Staubballen von einer solchen Grösse hatte, dass ich darüber erstaunte. Sie waren nicht viel kleiner als der Körper des Insekts und gaben demselben das Ansehen eines stark beladenen Packpferdes. Dennoch konnte sie mit dieser Last sehr schnell fliegen; und sie war mit dem gesammelten Vorrathe noch nicht zufrieden, sondern flog von einem Blumenknäuf zum andern, um denselben zu vergrössern.«

So vollkommen nun auch diese Sammelbürste von *Panurgus* und *Dasyoda* in ihrer Art ist, so erscheint sie doch einseitig den Blütenkörbchen der *Cichoriaceen* angepasst, welche in der That von diesen Bienen fast ausschliesslich besucht werden. Eine viel allgemeiner brauchbare Form hat der Pollensammelapparat bei den Hummeln und Honigbienen gewonnen, die sich durch Gesellschaftsbildung und Ausbeutung der grössten Blumenmannigfaltigkeit vor allen übrigen Bienen auszeichnen. Diese Gesellschaftsbienen haben nämlich die Gewohnheit angenommen, den einzusammelnden Blütenstaub vorher mit Honig zu durchfeuchten, so dass er zusammenhaftet und während des Transportes nicht so leicht verloren geht. Dadurch sind nun die Federhaare an den Hinterbeinen als Aufnehmer des Blütenstaubes ganz überflüssig geworden und der Verkümmern anheimgefallen. Die breite Aussenfläche der Hinterschienen ist haarlos, glatt und spiegelblank geworden; in diesem Zustande, etwas ausgehöhlt und nur ringsum an den Rändern von steifen Borsten umzäunt, genügt sie, einen mächtigen, die Zaunborsten weit überragenden Ballen honigdurchtränkten Blütenstaubes festzuhalten.

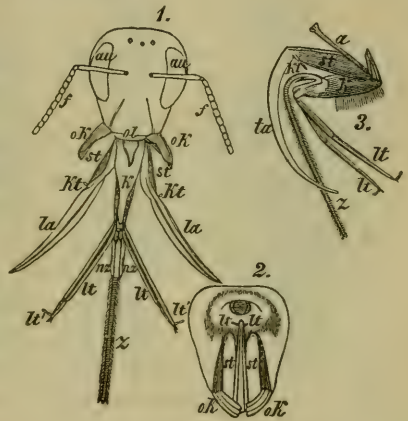
Die Ausbildung eines besonderen Pollensammelapparates, die wir so eben in ihren hauptsächlichsten Formen überblickt haben, kommt den Bienen allein unter allen Insekten, ja unter allen Thieren überhaupt zu, während sie die Ausbildung eines immer längeren Saugapparates zur Gewinnung immer tiefer in Blumenröhren versteckten Honigs mit allen ausgeprägteren Blumenbesuchern, Schmetterlingen, Fliegen und selbst Käfern, gemein haben. Was aber den Bienenrüssel vor den Rüsseln der übrigen aus Blumenröhren Honig gewinnenden Insekten in hohem Grade auszeichnet, ist, dass zu seiner Ausbildung nur die unteren Mundtheile, Unterkiefer und Unterlippe, zur Verfügung gestanden haben, während die Oberkiefer als wichtigste Werkzeuge für die Herstellung der Bruthöhlen in unverkümmertem Gebrauch geblieben sind, dass ferner den Ausgangspunkt zu seiner Bildung das einfache stumpfe Läppchen am Ende der Unterlippe, die Zunge (z 2, 3, fig. 10), gebildet hat, welche ja den Grabwespen und unausgeprägtesten Bienen, *Prosopis* (fig. 10), als Werkzeug zur Gewinnung des Blumenhonigs ausreicht. Die heutigen Bienenarten, selbst schon diejenigen unserer Heimath, bieten uns eine ungemaine Mannigfaltigkeit verschiedener Umbildungsstufen des Grabwespen- und ursprünglichen Bienenmundes dar, aus welchen sich noch ziemlich vollständig die einzelnen Schritte erkennen lassen, durch welche Naturauslese allmählich zur Ausprägung eines langen, oft den ganzen Körper an Länge weit übertreffenden Bienenrüssels gelangt ist [10]. Wir müssen uns hier iness darauf beschränken, den zu voller Ausprägung gelangten Bienenrüssel (fig. 11, 12)

mit seinem ursprünglichen Zustande (2, 3, fig. 10) zu vergleichen, um so die hauptsächlichsten der stattgehabten Umwandlungen mit einem Male zu überblicken.

Die ursprünglich kurze, stumpfe, ausgerandete Zunge, welche von *Prosopis* noch zum Auskleiden der Bruthöhle mit einer alsbald erhärtenden Schleimschicht benutzt wird, hat sich weiter hin zu einem lanzettlichen Läppchen gestreckt, das schon in etwas tiefere Honigbehälter einzudringen vermag und ausschliesslich noch zur Honiggewinnung dient. Dann ist sie zu einem immer längeren wurmförmigen Körper geworden, der mit Haarquirlen zierlich umkleidet ist und noch tiefer geborgenen Honig leicht erreichen kann.

Fig. II. Der ausgeprägte Bienenrüssel.

1 Kopf einer Hummel (*Bombus muscorum* L. ♀) mit völlig ausgestreckten und gewaltsam auseinander gesperrten Mundtheilen, von oben gesehen. 2 Mundtheile einer Hummel (*B. hortorum* L. ♀) in völlig eingezogenem Zustande, von unten gesehen. 3 Untere Mundtheile (Saugapparat) einer Mauerbiene (*Osmia rufa* L. ♂) in halb zusammengeklapptem Zustande, von der Seite gesehen. Die Bedeutung der Buchstaben ist dieselbe wie in Fig. 10.



Zum Entleeren noch tieferer honigführender Röhren genügte aber alsbald nicht mehr die weitere Verlängerung der wurmförmigen Zunge, deren Haarquirl sich mit dem süßen Nass behafteten, sondern es war dazu ein Saugrohr erforderlich, in welchem dasselbe in reichlicherer Menge bis zum Munde emporgesaugt werden konnte. Ein solches hat sich aus den benachbarten Mundtheilen gebildet. Gleichzeitig mit der weiteren Verlängerung der Zunge (z) haben sich die Kieferladen (la) und die beiden ersten Glieder der Lippentaster (lt) gestreckt und in lange dünne Platten umgewandelt, welche sich dicht um die Zunge herum legen und dieselbe als Saugrohr umschliessen, während die beiden letzten Lippentasterglieder (lt') fortfahren als Tastspitzen zu dienen, die Kiefertaster dagegen der Verkümmern anheimfallen.

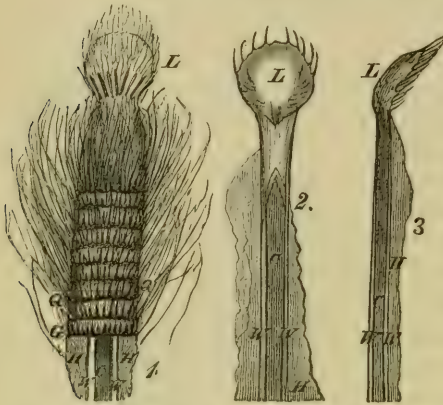
So ist denn aus der Zunge in Verbindung mit den Unterkiefern und der Unterlippe ein reichgegliederter Saugmechanismus geworden, der im ausgestreckten Zustande bei manchen Arten den ganzen Körper an Länge übertrifft und aus entsprechend langen Blumenröhren den Honig zu gewinnen vermag, durch mehrfache Zusammenklappung aber (3, fig. 10) in so engen Raum zusammengezogen werden kann, dass er sich vollständig in einer Aushöhlung an der Unterseite des Kopfes birgt (2, fig. 10) und so die unbehinderte Anwendung der Oberkiefer gestattet.

Nur bei ausländischen Bienen (z. B. den Brasilianern *Anthophora fulvifrons*, *Euglossa*) hat sich die Rüsselverlängerung in solchem Grade gesteigert, dass selbst die in der vorstehenden Abbildung (3, fig. 10) angedeutete mehrfache Zusammenklappung nicht mehr genügt, seine Bergung an der Unterseite des Kopfes zu ermöglichen. Der hervorragende Theil legt sich dann an die Unterseite des Leibes längs seiner Mittellinie und reicht bei *Euglossa* sogar noch bis zum Ende des Hinterleibes.

Das Ansaugen des Honigs leidet unverkennbar an der Unvollkommenheit, dass die Beschaffenheit desselben erst erkannt werden kann, nachdem der ganze

Zwischenraum zwischen der mit Haarquirlen umkleideten Zunge und den sie als Saugrohr umschliessenden Platten sich mit Honig gefüllt hat und derselbe bis zu den Geschmacksorganen emporgestiegen ist. Ergiebt sich dann für die Biene, dass dieser Honig ihr nicht zusagt, so kann sie zwar mit Saugen aufhören, aber die in den Haarquirlen haften gebliebene Schicht wird sie damit nicht los; sie wird ihr auch den Geschmack an dem nun zunächst probirten Honige verderben. Untersucht man aber die Zunge einer ausgeprägteren Biene bei stärkerer Vergrößerung unter dem Mikroskop, so erkennt man leicht eine besondere Ausrüstung derselben, durch welche auch diese Unvollkommenheit beseitigt ist.

Fig. 12. Zungenspitze der Honigbiene bei stärkerer Vergrößerung.



1 Ende der Zunge, von oben gesehen. Der die Haarquirl *Q* tragende Mantel ist bei *G* abgerissen, so dass das Haarröhrchen frei hervorragt. 2 Das aus dem Zungenmantel herausgerissene Haarröhrchen mit dem an seinem Ende sitzenden Zungenlöffel, von untermgesehen. 3 Seitenansicht desselben. *C* Haarröhrchen, *W* Wandung desselben, *H* Haut, welche an dem Haarröhrchen haften geblieben ist, *G* Gürtel aus den verbreiterten Haarwurzeln gebildet, *Q* Haarquirl, *L* Löffel, in 1 die obere, hohle, behaarte, in 2 die untere, convexe, fast nackte Seite zeigend.

Während nämlich bei den unausgeprägteren Bienen die Zunge ihrer ganzen Länge nach durch eine massive Chitingeräte gestützt wird, hat sich diese Chitingeräte bei den ausgeprägteren Bienen in ein Haarröhrchen umgewandelt, welches an der Zungenspitze mit offener löffelförmiger Erweiterung frei hervortritt. Sobald nun nur dieser Zungenlöffel in den Nektar getaucht wird, steigt ein Theil desselben durch das Haarröhrchen bis in die Zungenwurzel und zu den Geschmacksorganen empor, und falls nun der Biene der gekostete Honig nicht mundet, braucht sie mit dem Saugen desselben gar nicht zu beginnen und kann überdies die minimale Menge desselben, welche das Saugrohr füllt, mit Leichtigkeit aus demselben austossen.

In früheren Darstellungen des Bienenrüssels, welche auf die Betrachtung bei zu schwacher Vergrößerung gegründet waren, ist diese prächtige Ausrüstung vollständig übersehen und der als rundliches Läppchen gesehene Zungenlöffel irrthümlich als Ausrüstung zum Ablecken flacher adhärennder Honigschichten gedeutet worden. Es ist das unbestreitbare Verdienst Dr. O. J. B. WOLFF's, diesen und mehrere andere Irrthümer der bisherigen Auffassung berichtigt und vortreffliche detaillirte Abbildungen und Beschreibungen aller Einzelheiten des Mundes der Honigbiene in seiner Monographie »Das Riechorgan der Biene« gegeben zu haben. Wer sich über die Ausrüstung des Mundes der Honigbiene zum Ausbeuten tiefer Honigbehälter im Einzelnen unterrichten will, wird in diesem Buche [12] eingehende Belehrung finden.

Kapitel 6.

Ermöglichung der Kreuzung durch Insekten.

Nachdem wir uns über die an der Kreuzungsvermittlung der Blumen hauptsächlich beteiligten Insekten und ihre Ausrüstung zur Gewinnung der Blumenahrung einen Ueberblick verschafft haben, kehren wir zu den Blumen zurück, um ihre den Insekten angepassten Eigenthümlichkeiten kennen und womöglich als nothwendige Produkte natürlicher Entwicklung verstehen zu lernen. Es dürfte uns dies am ersten gelingen, wenn wir dieselben so viel als möglich in derjenigen Reihenfolge aufzufassen suchen, in welcher sie sich geschichtlich entwickelt haben müssen, und da kann uns wenigstens in Bezug auf die erste Entstehung der Blumen kaum ein Zweifel bleiben. So sehr nämlich auch die Erforschung der Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzenfamilien noch in den ersten Anfängen begriffen sein mag, das eine hier allein Wesentliche dürfte wenigstens als feststehend betrachtet werden, dass die höchste Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, welche alle blumentragenden Pflanzen ohne Ausnahme enthält, die der Metaspermen oder Nachsamenpflanzen, sich aus der Abtheilung der Archispermen oder Ursamenpflanzen entwickelt hat, die bei uns in den Nadelhölzern oder Zapfenträgern (*Coniferen*) vertreten ist und sonst noch die Familien der Palmenfarne (*Cycadeen*) und *Gnetaceen* umschliesst. Da nun alle Ursamenpflanzen ohne Ausnahme [4] windblüthig sind, so müssen alle Blumen ursprünglich aus Windblüthlern hervorgegangen sein, und wir müssen uns die erste Anknüpfung von Beziehungen zwischen kreuzungsbedürftigen Blüten und nahrungsbedürftigen Insekten so vorstellen, dass letztere, ihrer Nahrung wegen in der Luft umherfliegend, den von den archispermischen Windblüthlern in grosser Menge hervorgebrachten und offen der Luft dargebotenen Blütenstaub entdeckten, als brauchbares Nahrungsmittel kennen lernten und sich an regelmässige Benutzung desselben gewöhnten; wie wir ja noch heute Gräser, Seggen, Pappeln, Ulmen, Haselnüse und andere Windblüthler gelegentlich auch einmal von Pollen suchenden Insekten (Schwebfliegen, Bienen) aufgesucht und ausgebeutet sehen.

Nun sind aber die archispermischen Stammeltern aller Blumen nicht bloss windblüthig, sondern zugleich, was die Wahrscheinlichkeit einer Kreuzung durch den Wind bedeutend erhöht, getrennten Geschlechts, in den einen Blüten oder selbst Stöcken nur Staubgefässe, in den anderen nur Stempel dem Kreuzungsvermittler Wind darbietend. Daraus folgt offenbar, dass die ersten Insekten, welche sich an den Besuch der Archispermenblüten gewöhnten, die ihnen ja nur Pollen darboten, gar kein Interesse hatten, auch die weiblichen Blüten aufzusuchen. Wenn sie sich aber auf den Besuch der männlichen beschränkten, so waren sie den Pflanzen zunächst nicht nur als Kreuzungsvermittler völlig nutzlos, sondern als Pollenräuber direct schädlich. Aber dieser ursprüngliche kleine Nachtheil musste sich in der Folge zu einem colossalen, die ganze Ausbildung der Blumenwelt bedingenden Vortheile umwandeln, sobald nur Abänderungen eintraten, welche die Pollen fressenden Besucher veranlassten, nicht nur mit dem Blütenstaube, sondern auch mit den Narben der besuchten Pflanzen in Berührung zu kommen und so zu Kreuzungsvermittlern getrennter Stöcke zu werden. Diese Umwandlung war auf zweierlei Weise möglich und ist in der That auch auf zweierlei Weise zur Ausführung gelangt. Entweder musste in beiderlei Blüten ein Anlockungsmittel auftreten, welches die Gäste eben so wol

zum Besuche der weiblichen wie der männlichen Blüten veranlasste, wie z. B. Honig, oder die eingeschlechtigen Blüten mussten zu Zwitterblüten werden, so dass die Besucher, obwol ausschliesslich dem Blütenstaube nachgehend, ohne es zu wissen und zu wollen, doch auch mit den Narben in Berührung kommen und Pollen früher besuchter Stöcke gelegentlich auf denselben absetzen mussten. Um einigermaßen sicher auf die Narben getrennter Stöcke übertragen werden zu können und nicht auf dem Transporte ohne weiteres abzufallen, musste ausserdem der lose, glatte, leicht von jedem Luftzuge weggewehte Blütenstaub der Windblüthler anhaftend werden. Mit der Klebrigkeit des Pollens war dann zugleich die Brücke, welche im Nothfalle eine Rückkehr zur Kreuzungsvermittlung durch den Wind ermöglicht, abgebrochen und der Uebergang zur Insektenblüthigkeit vollendete Thatsache.

Wie blosses Klebrigwerden des Pollens verbunden mit Honigabsonderung unter günstigen Umständen genügen konnte, getrenntgeschlechtige Windblüthen zu Insektenblüthen (Blumen) umzuprägen, das können wir uns an unseren in den ersten sonnigen Frühlingstagen von mannigfachen Insekten so reichlich umschwärmten Weiden (*Salix*) am besten veranschaulichen.

Fig. 13. Uebergang von Windblüthigkeit zu Insektenblüthigkeit.



1 Männliches Blütenkätzchen der Weide (*Salix*).
2 Weibliches Kätzchen derselben. 3 Einzelne männliche Blüthe. 4 Einzelne weibliche Blüthe, n Nektarium, h Honig. 5 Zwitterblüthe einer weiblichen Schwarzpappel (nach brieflicher Mittheilung Professor HILDEBRAND's).

Während die den Weiden nächstverwandten Pappeln losen, glatten, leicht verstäubenden Pollen in ihren honiglosen männlichen Blüten besitzen, der ausschliesslich durch Vermittlung des Windes auf die Narben der getrennte Stämme bewohnenden, ebenfalls honiglosen weiblichen Blüten übertragen wird, ist dagegen bei den Weiden der Blütenstaub klebrig, und sowol die männlichen als die

weiblichen Blüten sind mit einem Honig absondernden länglichen Auswuchse, einem Nektarium (n 3, 4, fig. 13), ausgestattet. Dieser kleine Unterschied allein bedingt die vollständige Umwandlung der Kreuzungsvermittlung. Die zahlreichen Honigtröpfchen locken zahllose Bienen und Fliegen so wie einzelne Käfer, Schmetterlinge und Wanzen sowol auf die weiblichen als auf die männlichen Weidenstöcke, und der leicht anhaftende Pollen wird von dieser bunten Gesellschaft von Frühlinginsekten so reichlich auf die Narben übertragen, dass bei einigermaßen günstiger Witterung kein einziges weibliches Blütenkätzchen unfruchtbar bleibt, obgleich der Wind durch das Klebrigwerden des Pollens als Kreuzungsvermittler völlig ausser Dienst gesetzt ist. Einen die Kreuzung völlig sichernden Insektenbesuch aber erreichen mit so einfachen Hülfsmitteln die Weiden nur in Folge des günstigen Umstandes, dass sie zu einer Jahreszeit blühen, in der ihnen von anderen Blumen noch wenig oder gar keine Concurrenz gemacht wird. Blüten gleichzeitig zahlreiche derartige Insektenblüthler wie die Weiden, so würden sie sich gegenseitig den Insektenbesuch beschränken; den am wenigsten

erfolgreichsten Mitbewerbern würde gar kein Insektenbesuch und gar keine Kreuzung durch denselben mehr zu Theil werden, und bei der Unfähigkeit, sich selbst zu befruchten oder durch Vermittlung des Windes befruchtet zu werden, würden sie aussterben müssen. Naturnothwendig musste also der Uebergang getrenntgeschlechtiger Windblüthler zur Insektenblüthigkeit durch blosses Klebrigwerden des Pollens und Honigabsonderung auf wenige Fälle beschränkt bleiben. Ein massenhaftes Uebergehen von Windblüthigkeit zur Insektenblüthigkeit, ein schliessliches Ueberwiegen der letzteren über die erstere, war nur möglich, wenn Staubgefässe und Stempel in derselben Blüthe vereinigt auftraten. Nur dadurch konnte die Möglichkeit der Fortpflanzung durch Selbstbefruchtung gewonnen, nur dadurch die Gefahr des Aussterbens beim Ausbleiben des Insektenbesuchs beseitigt werden. Ueberdiess ermöglichte die Vereinigung beider Geschlechter in derselben Blüthe auch eine Kreuzung durch nur dem Pollen nachgehende Insekten, also auch Insektenblüthigkeit honigloser Blumen.

Dass wir uns, um die Blumen als Producte natürlicher Entwicklung auffassen zu können, genöthigt sehen, ein Zwitterblüthigwerden ursprünglich getrenntgeschlechtiger Pflanzen anzunehmen, kann für keinen Sachkundigen auch nur das mindeste Bedenken gegen die Entwicklungslehre erregen. Denn es sind zahlreiche Thatsachen bekannt, die sich nicht anders als durch die Annahme einer mehr oder minder vollständigen Vererbung der von dem einen Geschlecht erworbenen Eigenschaften auf das andere Geschlecht erklären lassen. Man erinnere sich nur an die Sammelkörbchen der Hinterschienen bei den Hummeln, die, obwohl ausnahmslos nur von den entwickelten und geschlechtlich verkümmerten Weibchen (Königinnen und Arbeitern) in Anwendung gebracht und deshalb sicher ursprünglich auch nur bei diesen zur Ausprägung gelangt, doch bei verschiedenen Arten mehr oder weniger ausgeprägt auch bei den Männchen angetroffen werden [10], oder, um beim menschlichen Organismus stehen zu bleiben, an die Brustwarzen des männlichen Körpers. Unsere Annahme verlangt also nichts anderes, als gelegentliche Vererbung der in den männlichen Blüthen zur Ausprägung gelangten Staubgefässe auf die weiblichen, oder umgekehrt der in den weiblichen Blüthen zur Ausprägung gelangten Stempel auf die männlichen. Dass solche Vererbung, thatsächlich zuweilen vorkommt, dafür will ich statt der allgemeinen Angabe, dass an getrenntgeschlechtigen Pflanzen bisweilen auch Zwitterblüthen gefunden werden, hier ein ganz bestimmtes, wie mir scheint völlig unzweideutiges Beispiel anführen, welches ich der brieflichen Mittheilung des Professor HILDEBRAND in Freiburg verdanke. Derselbe fand im Frühling 1867 an einer weiblichen Schwarzpappel an mehreren Kätzchen die 1—3 untersten Blüthen zwitterig (5, fig. 13). Das wohl entwickelte Pistill derselben war umgeben von 1—3 Staubgefässen mit schön rothen Antheren, die aber nicht aufzuspringen schienen und in welchen die Pollenkörner zum Theil Schläuche getrieben hatten. Wie so häufig bei der Uebertragung einer Eigenthümlichkeit auf das andere Geschlecht, waren also hier die vom Vater ererbten Staubgefässe der Pappelweibchen nicht zu voller Ausprägung gelangt, es fehlte aber doch nur ein ganz kleiner Schritt dazu. Und eben wie es neben Hummelmännchen mit unvollkommen entwickelten auch solche mit vollständig ausgeprägten Sammelkörbchen, neben Männern mit trocknen auch solche mit milchenden Brustwarzen giebt, kommen ohne Zweifel bei Pappeln oder anderen Pflanzen getrennten Geschlechtes auch weibliche Exemplare mit vollständig entwickelten und funktionsfähigen Staubgefässen in gewissen Blüthen vor.

Dem entsprechend finden wir die ungeheure Mehrzahl der Blumen zwitterblüthig, manche honiglos, die meisten im Nothfalle, bei ausbleibendem Insektenbesuche, sich selbst befruchtend, nur eine Minderzahl, welche für Anlockung von Insekten besonders günstig ausgerüstet ist und in Folge dessen regelmässig durch Vermittlung derselben gekreuzt wird, nachträglich wieder zur Getrenntgeschlechtigkeit zurückgekehrt oder sonstwie der Möglichkeit der Selbstbefruchtung wieder verlustig geworden.

Wenn nun auch blosses Klebrigwerden des Pollens und Zwitterigwerden der

Blüthen genigte, aus einem Windblüthler einen Insektenblüthler zu machen, so sind doch gewiss nur äusserst wenige, wenn überhaupt irgend welche auf diese Weise entstandenen Insektenblüthler oder Blumen bei diesen ersten Schritten der Umbildung stehen geblieben. Denn wenn von Generation zu Generation die aus Kreuzung hervorgehenden Nachkommen fruchtbarer und kräftiger waren als diejenigen aus Selbstbefruchtung, so musste jede zufällig auftretende Abänderung, welche den Insektenbesuch und mit ihm die Häufigkeit der Kreuzung steigerte, durch Naturauslese erhalten werden, und die ursprüngliche, seltener gekreuzt werdende Form, falls sie im Wettkampfe mit der neu entstandenen blieb, erlöschen. Und ein ähnlicher Wettkampf um die Besuche der Insekten, wie er zwischen den Abänderungen jeder insektenblüthig gewordenen Art unter sich und mit der Stammform von Anfang an nothwendiger Weise stattfand, musste sich mit der steigenden Zahl der Insektenblüthler sehr bald auch zwischen den gleichzeitig an demselben Orte blühenden verschiedenen Arten einstellen und mit verdoppelter Kraft zur Naturzüchtung solcher Blumenformen führen, welche durch hervorstechende Farbe oder angenehmen Duft oder wohlschmeckende Nahrung anziehend auf die Sinne der Kreuzungsvermittler wirken und dieselben zu häufigeren Besuchen veranlassen. Wie nun jede dieser Eigenthümlichkeiten unmittelbar steigernd auf den Insektenbesuch und mittelbar bestimmend auf die Naturzüchtung der Blumenformen eingewirkt hat und noch einwirkt, soll der nächste Gegenstand unserer Betrachtung sein.

Kapitel 7.

Wirkung gesteigerter Augenfälligkeit der Blumen.

Von den soeben genannten Eigenthümlichkeiten, welche nicht minder für unsere eigene sinnliche Auffassung als für diejenige der Insekten die Blumen in einen ebenso anmuthigen als charakteristischen Gegensatz zu den Windblüthlern setzen, dürfte als die ursprünglichste wol diejenige zu betrachten sein, welche sich bei den Insektenblüthlern in grösster Allgemeinheit vorfindet, das ist die von dem Grün des Laubes sich abhebende Farbe der Blüthenhüllen.

Woher stammen die bunten Farben der Blumen?

Wie über die Ursachen aller derjenigen Abänderungen, welche sich den Thieren und Pflanzen unter gewissen Lebensbedingungen nützlich erwiesen haben und durch Naturauslese zu dauernden Eigenthümlichkeiten ausgeprägt worden sind, so sind wir auch über die Ursachen des ersten Auftretens bunter Blumenfarben noch in vollständigem Dunkel. Die Thatsache jedoch, dass auch bei Nacktblüthlern und Windblüthlern zur Blüthezeit bisweilen lebhaftere Farben hervortreten, ganz unabhängig von irgend welcher Beziehung zu irgend einem empfindenden Wesen, dass z. B. die gipfelständigen männlichen Blüthen des Stachelmooses (*Polytrichum*) und ebenso die weiblichen Blüthen der Lärche (*Larix*) und anderer Nadelhölzer sich schön hochroth färben [13], giebt der Vermuthung Raum, dass auch das erste Entstehen bunter Blumenfarben durch die während der Blüthezeit gesteigerten chemischen Vorgänge ursächlich bedingt gewesen sein kann, und dass möglicher Weise die ältesten zwittrblüthigen Blumen bereits von ihren getrenntgeschlechtigen windblüthigen Stammeltern gefärbte Blüthenhüllen ererbt haben, und nur die weitere Ausbildung ihrer Färbung und die Vergrösserung

ihrer Flächen, sobald sie als individuelle Abänderung auftrat, durch eine auf die Sinne der Insekten sich beziehende Naturzüchtung erhalten und befestigt worden ist.

Wie unwissend wir aber auch über die bewirkenden Ursachen des ersten Auftretens der bunten Blumenfarben, sowie des späteren Auftretens grösserer und lebhafter gefärbter Abänderungen der Blumenblätter sein mögen, über die Wirkung dieser Blütheneigenthümlichkeiten auf die Insektenbesuche, durch Vermittlung derselben auf die Kreuzung und durch den Vortheil der Kreuzung auf die Naturauslese der Pflanzen können wir durch die umfassende Vergleichung der uns umgebenden Pflanzen ein sicher begründetes Urtheil gewinnen.

Verzeichnet man nämlich bei verschiedenen gleich häufigen Pflanzen mit gleicher Blütheneinrichtung, die an denselben Orten gleichzeitig blühen und sich in ihren Blüthen nur durch verschiedene Grade der Augenfälligkeit unterscheiden, mehrere Jahre hindurch alle Insekten, die sich als Besucher auf denselben einfinden, so ergibt sich mit voller Bestimmtheit, dass die Reichlichkeit des Insektenbesuches sich unter übrigens gleichen Bedingungen in gleichem Verhältnisse mit der Augenfälligkeit der Blumen oder Blumengesellschaften steigert.

So wurden z. B. im Laufe von fünf Sommern auf den grossen prächtig rosafarbenen Blumen von *Malva silvestris* 31, auf den viel kleineren blasseren Blumen der an denselben Stellen gleich häufig wachsenden *Malva rotundifolia* nur 4 verschiedene Besucher beobachtet. Auf 10 unserer gemeinsten Schirmpflanzen, die allgemein bekannt sind und von Jedem in Bezug auf die verschiedenen Grade ihrer Augenfälligkeit beurtheilt werden können, ergaben sich in demselben Zeitraum folgende Zahlen verschiedenartiger Besucher: *Heracleum Sphondylium* 118, *Aegopodium Podagraria* 104, *Anthriscus silvestris* 73, *Daucus Carota* 61, *Carum Carvi* 55, *Anethum graveolens* 46, *Sium latifolium* 32, *Angelica silvestris* 30, *Chacrophyllum temulum* 23, *Pimpinella Saxifraga* 23, Auf 10 unserer gewöhnlichsten *Compositen* ebenso: *Taraxacum officinale* 93, *Cirsium arvense* 88, *Achillea Millefolium* 87, *Chrysanthemum leucanthemum* 72, *Centaurea Jacea* 48, *Carduus acanthoides* 44, *Senecio Jacobaea* 40, *Picris hieracioides* 29, *Tanacetum vulgare* 27, *Eupatorium cannabinum* 18. — Wenn nun auch bei derartigen statistischen Feststellungen unvermeidliche Nebenumstände störend mitwirken, wenn es z. B. auch beim besten Willen kaum möglich ist, den Vergleichsobjekten genau gleiche Aufmerksamkeit zuzuwenden, oder genau gleich häufige oder bei den *Compositen* genau gleich zugängliche Blumen (mit gleich tief geborgenem Honig) auszuwählen, so lässt doch das Gesamtergebniss an der Richtigkeit des aufgestellten Satzes kaum einen Zweifel. Und fasst man eine Reihe von Jahren hindurch alle Blumen der Umgebung, die sich der Beobachtung darbieten, sowol in Bezug auf den Grad ihrer Augenfälligkeit als in Bezug auf die Reichlichkeit ihres Insektenbesuches ins Auge, indem man für jede derselben eine besondere Besucherliste anlegt und weiterführt, so erwachsen einem aus allen artenreichen Gattungen und gattungsreichen Familien neue Belege dieses Satzes.

Vergleicht man dann ferner verschiedene Abänderungen derselben Blumenart oder verschiedene Arten derselben Gattung, die sich ebensowol durch den Grad ihrer Augenfälligkeit als durch ihre Bestäubungseinrichtung unterscheiden, in diesen beiderlei Beziehungen, so ergibt sich als allgemeine Regel, dass die augenfälligeren und deshalb von Insekten reichlicher besuchten Blumen vor den unscheinbareren und in Folge dessen spärlicher besuchten durch solche Eigenthümlichkeiten sich auszeichnen, welche bei eintretendem Insektenbesuche Kreuzung getrennter Stöcke wahrscheinlich oder unausbleiblich machen. Steigert sich in solchen Fällen die Häufigkeit besuchender Insekten in dem Grade, dass unter normalen Verhältnissen Kreuzung durch Vermittlung derselben gar nicht mehr ausbleibt, so geht nicht selten der Blume, indem sie sich nun ganz ausschliesslich dieser Kreuzungsvermittlung anpasst, die Möglichkeit der Selbstbefruchtung vollständig verloren. Je unscheinbarer dagegen eine Blume ist, und je spärlicher

sie in Folge dessen von Insekten besucht wird, um so mehr ist sie in der Regel durch ihre ganze Bestäubungseinrichtung geeignet, bei ausbleibendem Insektenbesuche sich durch Selbstbefruchtung fortzupflanzen, ohne dass ihr jedoch die Möglichkeit verloren geht, durch gelegentlichen Insektenbesuch eine Kreuzung mit getrennten Stöcken zu erfahren. Dieser enge Zusammenhang zwischen Augenfälligkeit und Befruchtungseinrichtung der Blumen lässt sich in unmerklichen Abstufungen von leichten Abänderungen und wohl unterschiedenen Varietäten bis zu scharf ausgeprägten Arten verfolgen.

Fälle dieser Art, welche bei leichten Abänderungen einer und derselben Blumenspecies auftreten, bieten z. B. *Lysimachia vulgaris* und *Euphrasia officinalis* dar. Von ersterer wächst auf sonnigen Plätzen eine augenfälligere Form mit grösseren, intensiver gefärbten Blütenhüllen, die durch häufigen Insektenbesuch regelmässig Kreuzung erleidet und sich niemals oder nur ausnahmsweise selbst befruchtet, an schattigen Gräben dagegen eine unscheinbarere Form mit kleineren, blasseren, sich weniger weit auseinander breiten den Blütenhüllen, die nur sehr spärlichen Insektenbesuch erfährt, dafür aber sich regelmässig selbst befruchtet. Beide Formen sind durch Zwischenstufen mit einander verbunden.

Von *Euphrasia officinalis* kann man allenthalben leicht gross- und kleinblumige Abänderungen beobachten, die sich bei übrigen gleicher Blütheneinrichtung ebenfalls nur durch vorwiegende Anpassung an Kreuzung oder Selbstbefruchtung unterscheiden. Bei beiderlei Abänderungen stehen die Antheren so im oberen Theile des Blütheneinganges, dass Insekten, welche ihren Kopf oder Rüssel in denselben hineinstecken, um den im Grunde der Blumenröhre geborgenen Honig zu erlangen, nicht umhin können, einen nach unten gerichteten dornförmigen Staubbeutelanhang anzustossen und dadurch einen Theil des losen glatten Blütenstaubes aus den Staubbeuteln heraus zu schütteln, der nun gerade auf den eindringenden Kopf oder Rüssel fällt. Bei der grossblumigen Form aber ragt sogleich nach dem Aufblühen die Narbe so weit über die Staubgefässe hervor, dass ein mit Pollen bedeckter Kopf oder Rüssel, der in die Blüthe eindringt, unausbleiblich Pollen an die Narbe absetzen und Kreuzung bewirken muss, während die Möglichkeit der Selbstbefruchtung bis zuletzt ausgeschlossen bleibt. Bei der kleinblumigen Form dagegen biegt sich von Anfang an die Narbe unter die Staubgefässe und rückt später mitten zwischen dieselben, so dass zwar anfangs Kreuzung bei eintretendem Insektenbesuche begünstigt ist, in jedem Falle aber bei ausbleibendem Insektenbesuche Selbstbestäubung unausbleiblich erfolgen muss. Noch mehr als bei *Lysimachia vulgaris* sind hier die grossblumigsten und kleinblumigsten Formen durch alle möglichen Zwischenstufen verbunden.

Ein ausgezeichnetes Beispiel derselben Art, welches bei zwei scharf unterschiedenen Varietäten einer und derselben Blumenspecies auftritt, findet sich bei *Viola tricolor*.

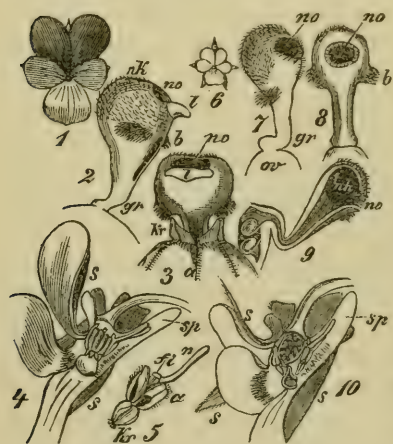


Fig. 14. Gross- und kleinblumige Form des Stiefmütterchens.

1 Grosshüllige bunte Blume (*var. vulgaris*), gerade von vorne gesehen, stark verkleinert. 2 Oberster Theil des Fruchtknotens, Griffel (gr) und Narbenkopf (nk), von der Seite gesehen, 11 mal vergrössert. no Narbenöffnung, b Backenbart des Narbenkopfs, l Lippe der Narbenöffnung. 3 Narbenkopf nebst dem obersten Theile des Griffels und der Antheren, auf deren kragenförmigen Theil (kr) sich der Backenbart stützt. Ebenfalls 11 : 1. 4 Blüthe im Längsdurchschnitte, vergrössert, s Kelchblätter, sp Sporn. 5 Eines der beiden untern Staubgefässe mit dem als Nektarium fungirenden stabförmigen Staubfadenanhang. fi Staubfaden, n Nektarium, a Anthere oder Staubbeutel, kr Staubbeutelanhang. 6 Kleinhüllige weissgelbe Blume (*var. arvensis*), von vorne gesehen. 7 oberster Theil des Fruchtknotens (ov),

8 Griffel (gr) und Narbenkopf (nk) von der Seite gesehen, 11 mal vergrössert. no Narbenöffnung, b Backenbart des Narbenkopfs, l Lippe der Narbenöffnung. 9 Narbenkopf nebst dem obersten Theile des Griffels und der Antheren, auf deren kragenförmigen Theil (kr) sich der Backenbart stützt. Ebenfalls 11 : 1. 10 Blüthe im Längsdurchschnitte, vergrössert, s Kelchblätter, sp Sporn. 11 Eines der beiden untern Staubgefässe mit dem als Nektarium fungirenden stabförmigen Staubfadenanhang. fi Staubfaden, n Nektarium, a Anthere oder Staubbeutel, kr Staubbeutelanhang.

Griffel (gr) und Narbenkopf, schräg von der Seite gesehen (11:1). 8 Desgl. von vorne gesehen. 9 Desgl. im Längsdurchschnitt. 10 Blüthe im Längsdurchschnitt.

Von diesem findet sich an Hecken, in Gärten und auf Aeckern sehr gewöhnlich eine Varietät mit kleinen gelblichen Blumen, die in Folge ihrer Unscheinbarkeit nur äusserst spärlich von Insekten besucht und gekreuzt wird, aber regelmässig und sehr bald Selbstbefruchtung erfährt, die von voller Fruchtbarkeit begleitet ist (*var. arvensis* fig. 6—10). Etwas seltener kommt, ebenfalls als Unkraut auf Aeckern, eine Varietät mit mehrmals grösseren, bunt gefärbten Blumenblättern vor (*var. vulgaris* fig. 1—5), deren grossblüthigste Formen wir als Stiefmütterchen in unseren Gärten züchten. Diese letztere wird auf sonnigen Aeckern von verschiedenen Bienen, besonders Hummeln so ausreichend besucht, dass sie die Möglichkeit der Selbstbefruchtung entbehren kann und in der That fast vollständig verloren hat. Es ist überraschend zu sehen, durch welche einfache Abänderung die Sicherung der Fremdbefruchtung einerseits, der Selbstbefruchtung andererseits hier erreicht worden ist. Bei beiden Formen enthält der hohe Sporn des untersten Blumenblattes (sp 4, 10, fig. 14) Honig, welcher von 2 stabförmigen Anhängen der beiden unteren Staubfäden (n, 5, fig. 14) abgesondert wird und die einzige Lockspeise bildet, welche Insekten (hauptsächlich Bienen, seltener Schmetterlinge und unsere langrüsseligste Schwebfliege, (*Rhingia*), zu wiederholten Besuchen veranlasst. Da nun der Blütheneingang durch den kugeligen Narbenkopf ganz versperrt ist, so müssen die Besucher, um zu diesem Honig zu gelangen, ihren Rüssel dicht unter dem Narbenkopfe her in die Blüthe stecken und bis in den hohlen Sporn schieben. Indem sie dies aber thun, heben sie, da zwischen dem Narbenkopf und dem unteren Blumenblatt gar kein Zwischenraum frei ist, nothwendiger Weise den Narbenkopf und mit ihm den Griffel etwas in die Höhe, was durch die dünne und umgebogene Basis des Griffels ermöglicht wird. Der Griffel aber ist dicht umschlossen von den zu einem Hohlkegel vereinigten Antheren, auf deren Anhänge (kr 5, fig. 14) sich der Narbenkopf mit seinem Backenbarte wie auf einen steifen Kragen stützt (3, fig. 14). Wird daher von dem eindringenden Insektenrüssel der Narbenkopf gehoben, so wird durch diese Bewegung ein Theil des im Hohlkegel gesammelten Pollens aus dem unteren Ausschnitte des Kragens herausgeschüttelt und fällt zum Theil auf den Insektenrüssel, zum Theil in die Haare, welche die Mittellinie des unteren Blumenblattes hier bekleiden und sich auch ohne Insektenvermittlung mit aus dem Antherenkegel fallenden Pollenkörnern füllen. Beim Besuch der nächsten Blüthe bewirkt dann das Insekt, wenn es seinen Rüssel wieder unter den Narbenkopf hineinsteckt, Fremdbestäubung, da der auf seinen Rüssel gestreute und da haften gebliebene Blütenstaub die Narbenöffnung nicht passiren kann, ohne zum Theil an oder in ihr festgehalten zu werden. So weit stimmen beiderlei Blüthen überein. Eine kleine Abänderung des Narbenkopfes aber bewirkt, dass bei der grossblumigen Varietät Selbstbestäubung kaum jemals erfolgen, bei der kleinblumigen kaum jemals ausbleiben kann. Denn bei der grossblumigen Varietät kehrt der Narbenkopf seine Oeffnung aus der Blüthe heraus und ist überdies auf der Unterseite der Oeffnung mit einem lippenförmigen Anhang versehen (1 2, 3, fig. 14), welcher dem eindringenden Insektenrüssel den Blütenstaub abstreift, dagegen, wenn der Rüssel aus der Blüthe zurückgezogen wird, sich vor die Narbenöffnung legt und ein Hineingelangen des Pollens derselben Blüthe in diese Oeffnung verhindert. Bei der kleinblumigen Varietät dagegen kehrt der Narbenkopf seine Oeffnung in die Blüthe hinein, so dass regelmässig von selbst Pollen aus dem Antherenkegel in die Narbenöffnung fällt und zwar in der Regel schon während des Aufblühens oder kurze Zeit nach demselben. Die Lippe, welche unter solchen Umständen völlig nutzlos sein würde, fehlt hier. Fremdbefruchtung würde hier, bei so frei erfolgender Selbstbestäubung, auch bei häufig stattfindenden Insektenbesuchen nur höchst selten bewirkt werden können, wenn nicht, wie es in anderen Fällen durch directe Versuche festgestellt und daher auch hier wahrscheinlich ist, fremder Pollen, auch wenn er erst später auf die Narbe gelangt, die Wirkung des eigenen überwiegt oder ganz vernichtet.

Von leichten Abänderungen und scharf unterschiedenen Varietäten führen unmerkliche Zwischenstufen zu unzweifelhaft selbstständigen Arten. Solche Zwischenstufen werden mit gleichem Rechte von den einen Botanikern als Varietäten, von den andern als Arten betrachtet. In diesem Falle befinden sich die beiden auf unseren Wiesen nebeneinander vorkommenden Hahnenkammformen, welche von gewissen Botanikern als *Rhinanthus crista galli var. major*

und *minor*, von andern als *Rhinanthus major* und *Rhinanthus minor* bezeichnet werden. Sie stehen in ganz demselben Verhältnisse zu einander, wie die gross- und kleinblumigen Formen der bisher genannten Arten.

Beide unsere Hahnenkammformen werden von Hummeln besucht, welche nur zum Honig gelangen können, indem sie den Rüssel dicht unter den vereinigten Staubbeutel in die Blüthe stecken, die Staubfäden auseinander zwingen und dadurch sich Blüthenstaub auf den Rüssel streuen, den sie in weiter besuchten Blüthen an den Narben abstreifen. Bei *Rhinanthus major* aber, der mit seinen augenfälligen Blüthen reichlichen Hummelbesuch an sich lockt, findet diese Kreuzungsvermittlung so häufig statt, dass Selbstbefruchtung gar nicht mehr in Anwendung kommt und thatsächlich auch gar nicht mehr möglich ist, da der Griffel gerade ausgestreckt bleibt und beständig weit über die Antheren hinausragt. Bei *Rh. minor* dagegen, dem nur spärlicher Hummelbesuch zu Theil wird, krümmt sich der Griffel regelmässig unter die Staubgefässe, die sich schliesslich etwas auseinander thun und die Narbe mit Pollen bestreuen.

Ein Beispiel zweier scharf gesonderter Arten, *species*, die in demselben Verhältnisse zu einander stehen, liefern *Malva silvestris* und *rotundifolia*. Beide haben im Ganzen dieselbe Blütheneinrichtung, indem bei beiden zu Anfang der Blüthezeit eine pyramidenförmig aufgethürmte Gruppe von Staubbeuteln die Mitte der Blüthe einnimmt und die noch unentwickelten zusammengelegten Narbenäste umschliesst, während später die frei hervortretenden, sich strahlig auseinanderbreitenden und zurückkrümmenden Narbenäste an ihre Stelle treten, so dass Insekten, welche den in 5 Grübchen zwischen der Basis je zweier Blumenblätter abgesonderten und durch Wimperhaare überdeckten Honig aufsuchen, in jüngeren Blüthen sich mit Blüthenstaub behaften, in älteren einen Theil desselben an den Narben haften lassen und so regelmässig Fremdbestäubung bewirken müssen. Während aber bei *Malva silvestris*, welche mit ihren viel grösseren und lebhafter gefärbten Blüthen die Aufmerksamkeit der Insekten wirksam auf sich zieht und sehr zahlreichen Besuch erhält, die freien Staubfadenden, ehe die Narben zur Entfaltung kommen, sich soweit abwärts krümmen, dass sie sich Selbstbestäubung unmöglich machen, befruchtet *Malva rotundifolia*, welcher wegen ihrer viel kleineren blosseren Blumen nur spärlicher Insektenbesuch zu Theil wird, bei ausbleibendem Insektenbesuche sich regelmässig selbst, indem ihre Staubfäden soweit aufgerichtet bleiben, dass ihre mit Pollen bedeckten Staubbeutel von den sich immer stärker zurückkrümmenden Narbenästen auch mit der papillösen Seite vielfach berührt werden.

Manche Gattungen bieten in ihren Arten sogar eine ganze Reihe von Abstufungen einerseits der Augenfälligkeit der Blumen, andererseits der Anpassung derselben an Kreuzung oder Selbstbefruchtung dar, so z. B. *Polygonum* (H. MUELLER Befruchtung S. 174—179) und *Geranium* (S. 160—166.)

Diese Abhängigkeit der Reichlichkeit des Insektenbesuches von der Augenfälligkeit der Blumen und der Anpassung an ausschliessliche Kreuzung oder vorwiegende Selbstbefruchtung von der Reichlichkeit des Insektenbesuches ist nun für das Verständniss der Blumen von höchster Wichtigkeit. Denn einerseits können wir diese Abhängigkeit selbst uns in ihrem ursächlichen Zusammenhange leicht verständlich machen, andererseits aber durch sie das Verständniss mannigfacher weiterer Erscheinungen der Blumenwelt gewinnen.

In Bezug auf die ursächliche Bedingtheit des Insektenbesuches, welchen eine Blume erfährt, sind zwei entgegengesetzte Fälle denkbar, über deren thatsächliches Stattfinden nur directe Beobachtung entscheiden kann. Entweder fliegen die Insekten, durch die ererbte Gewohnheit geleitet, auf bestimmte Blumen und beköstigen sich ausschliesslich von diesen, wie viele Raupen nur von ganz bestimmten Pflanzenblättern sich ernähren. Oder sie suchen nach Blummennahrung frei umher und nehmen dieselbe, wo sie sie zu finden wissen. Die bisher gesammelten Beobachtungen ergeben bereits mit vollster Bestimmtheit, dass verhältnissmässig nur äussert wenige blumenbesuchende Insekten sich in dem ersteren Falle befinden, wie z. B. zwei Mauerbienen (*Osmia adunca* und *caementaria*), die

sich auf *Echium* und die *Yuccamotte* (*Pronuba yuccasella*), die sich auf *Yucca* beschränkt. Die weitüberwiegende Mehrzahl der Blumenbesucher entnimmt ihren Nahrungsbedarf den verschiedensten Blumen, die sie frei umherfliegend aufsuchen. Da kann es denn gar nicht wol anders sein, als dass Blumen, die am meisten gesehen, auch am meisten besucht werden — sofern sie nicht etwa durch geringere Ausbeute einsichtige Besucher von sich abwenden, — dass also, unter übrigens gleichen Umständen, die Reichlichkeit des Insektenbesuchs sich in gleichem Verhältnisse mit der Augenfälligkeit steigert.

Der Einschränkung »unter übrigens gleichen Bedingungen« bedarf dieser Satz durchaus, da Wohlgeruch, Reichlichkeit und Wohlgeschmack des Honigs, sonnige oder schattige Lage des Standorts u. s. w. selbstverständlich in hohem Grade mitbedingend auf die Insektenbesuche einwirken. Ausserdem erleidet er eine wichtige Beschränkung einerseits durch die verschiedene Geschmacksrichtung, andererseits durch den verschiedenen Grad von Unterscheidungsfähigkeit der verschiedenen Blumenbesucher. Durch abweichende Geschmacksrichtung, nicht nur in Bezug auf Gerüche, sondern auch in Bezug auf Farben sind namentlich Aas-, Fleisch-, Kothfliegen und andere Fäulnisstoffe liebende *Dipteren* ausgezeichnet, auf welche schmutzig gelbe, schwärzlich purpurne und fahlbläuliche Farben eine besondere Anziehung ausüben, ohne dass sie jedoch deshalb irgend welche anders gefärbte Blumen verschmähen. Anderen Blumenbesuchern scheinen diese Farben antipathisch oder wenigstens gleichgültig zu sein. Die Tagfalter Deutschlands und der Schweiz scheinen eine besondere Vorliebe für lebhaft rothe Farben zu haben, die jedoch auch auf andere Besucher recht anlockend wirken. Die bleichfarbigen Nachtblumen kommen hier nicht in Betracht, da sie eben nicht »unter übrigens gleichen Bedingungen« stehen. Sonstige einseitige Farbenbevorzungen haben unter den blumenbesuchenden Insekten noch nicht festgestellt werden können. Käfer werden allerdings auf trübgelben Blumen nur verhältnissmässig selten, auf brennendgelbgefärbten verhältnissmässig häufig gefunden. Doch dürfte das lediglich ihrer niedrigen Anpassungsstufe, ihrer geringen Unterscheidungsfähigkeit für Blumen zuzuschreiben sein. In geradem Gegensatze dazu stehen gewisse Aderflügler (Schlupfvespen und Honigbienen), welche die ihnen dargebotene Honigspende auch trotz völlig mangelnder Reclame aufzufinden wissen, so dass gewisse Blumen (die weiterhin besprochenen *Listera* und *Trianospermum*) gerade durch Unscheinbarkeit das grosse Heer der dummeren Insekten von sich fern zu halten und diesen einsichtigeren den Genuss des Honigs und die Leistung der Kreuzungsvermittlung zu überlassen vermocht haben.

Alle diese Ausnahmen zusammengenommen bilden aber eine sehr unbedeutende Zahl gegenüber denjenigen Blumen, welche der oben aufgestellten Regel folgen.

Was sodann die Anpassungen der Blumen an ausschliessliche Kreuzung oder vorwiegende Selbstbefruchtung betrifft, so ergibt sich aus den von Ch. DARWIN ermittelten Wirkungen der Kreuzung und Selbstbefruchtung mit Nothwendigkeit, dass sie durch die Reichlichkeit des Insektenbesuches bedingt sein müssen.

Denn da für die Pflanzen Kreuzung vortheilhafter ist als Selbstbefruchtung, so mussten, falls es an ausreichendem Besuche der Kreuzungsvermittler nicht fehlte, durch Naturzüchtung solche Abänderungen zu dauernden Eigenthümlichkeiten ausgeprägt werden, welche bei eintretendem Insektenbesuche Kreuzung unausbleiblich machten, gleichgültig ob dadurch die Möglichkeit der Selbstbefruchtung verloren ging oder nicht. Und da bei ausbleibender Kreuzung eine Art nur durch Selbstbefruchtung sich fortzuerhalten vermag, Selbstbefruchtung also in diesem Falle von unmittelbarster und durchgreifendster Wichtigkeit ist, so mussten bei unzureichendem Insektenbesuche durch Naturzüchtung solche Abänderungen als dauernde Eigenthümlichkeiten ausgeprägt werden, welche bei ausbleibendem Insektenbesuche Selbstbefruchtung unausbleiblich machen. Wenn aber, wie es noch immer als höchst wahrscheinlich angenommen werden muss, die Möglichkeit, sich durch Selbstbefruchtung fortzupflanzen, doch nur eine beschränkte ist, wenn dauerndes Fortleben gelegentliche, wenn auch vielleicht erst nach langen Zwischenräumen einmal erfolgende Kreuzung mit getrennten Stöcken durchaus erheischt, so konnte auch bei engster Anpassung an regelmässige Selbstbefruchtung die Möglichkeit der Kreuzung durch gelegentlich doch einmal sich einfindenden Insektenbesuch durch Naturauslese niemals ganz beseitigt werden.

Es ist uns also sowol die Abhängigkeit der Reichlichkeit des Insektenbesuches von der Augenfälligkeit der Blumen, als die Abhängigkeit der besonderen Bestäubungseinrichtung der Blumen von der Reichlichkeit des Insektenbesuches in ihrem ursächlichen Zusammenhange wohl verständlich. Diese Abhängigkeit aber giebt uns den Schlüssel zum Verständnisse zahlreicher weiterer Erscheinungen der Blumenwelt.

Zunächst erklärt sie uns den auffallenden Unterschied zwischen der Zapfenform ursprünglicher Windblüthen (wie z. B. der Nadelhölzer) und der von einem Kreise bunter Blätter umschlossenen Form einfachster Insektenblüthen (wie z. B. des Hahnenfuss, Fig. 1, Seite 4).

Traten beim oder nach dem Uebergange der ursprünglichen zapfenförmigen Windblüthen zur Insektenblüthigkeit grössere und intensiver gefärbte Blütenhüllblätter auf, so mussten dieselben, da sie den Insektenbesuch steigerten und häufigere Kreuzung veranlassten, durch Naturauslese erhalten werden. Zugleich aber machten sie die bei den Windblüthen zur Ermöglichung der Kreuzung, nach ihrem ersten Uebergange zur Insektenblüthigkeit noch zur Bemerkbarmachung nothwendige kolossale Menge von Staubgefässen überflüssig und veranlassten Reduction derselben auf eine beschränkte Zahl. Ebenso wurde, in dem Maasse als die Grösse der buntgefärbten Blätter sich steigerte, ihre grosse Zahl überflüssig, und sie mussten durch Naturzüchtung auf einen einfachen Kreis reducirt werden.

Sodann giebt sie uns über die stufenweise Steigerung der Grösse und Augenfälligkeit der Blumen befriedigenden Aufschluss, welche uns beim Ueberblick über die Blüthen irgend eines umfassenden Zweiges der Metaspermen oder Nachsamenpflanzen entgegentritt.

Wenn, wie gezeigt worden ist, die den Insekten am meisten in die Augen fallenden und am meisten gefallenden Blumen am häufigsten von ihnen besucht und gekreuzt werden und dadurch im Wettkampf mit unscheinbareren oder den Blumenbesuchern weniger gefallenden Abänderungen Sieger bleiben, so müssen ja die Insekten durch die Blumenauswahl, welche sie treffen, von jeher gerade ebenso als unbewusste Blumenzüchter gewirkt haben, wie wir Menschen als unbewusste Blumenzüchter wirken, wenn wir uns gefallende Blumen vermehren und uns missfallende verkommen lassen [25]. Es ist sogar im Ganzen eine grosse Aehnlichkeit der Geschmacksrichtungen zwischen diesen beiden Klassen von unbewussten Blumenzüchtern, und in Folge dessen eine grosse Aehnlichkeit zwischen ihren Züchtungsproducten ganz unverkennbar. Die Insekten haben sich aus kleinen schmucklosen Windblüthen Blumen mit grossen, lebhaft gefärbten Blättern gezüchtet. Wir haben von ihren Züchtungsproducten die uns am besten gefallenden als unsere besonderen Lieblinge ausgewählt und in Bezug auf Grösse sowie auf Pracht und Mannigfaltigkeit der Farben in gleichem Sinne weiter gezüchtet.

Nicht minder wird uns die Differenzirung vieler Blumengesellschaften in grosshüllige Randblüthen und kleinhüllige innere Blüthen durch den reichlicheren Insektenbesuch verständlich, welchen die erhöhte Augenfälligkeit der Blüthengesellschaft zur Folge hat.

Allbekannte Beispiele dieser Art liefern die *Compositen* und unter ihnen ganz besonders die *Senecioniden* (*Bellis*, *Chrysanthemum* u. s. w.) die *Umbelliferen* (*Scandix*, *Orlaya* u. a.) *Viburnum* *Opulus* und *Teesdalia nudicaulis*.

Auch die auf den ersten Blick sehr befremdliche Thatsache, dass manche Blumen nach dem Verblühen lebhafter gefärbt sind als während der Blüthezeit, erklärt sich aus dem Vortheile, welchen die ganze Blumengesellschaft von gesteigerter Insektenanlockung hat.

Bei *Weigelia rosea* sind die aussen rosenfarbenen Blumen innen weiss; erst nach dem Verblühen der Staubgefässe und Narben färbt sich auch ihre Innenseite rosefroh, und die Blumen bleiben in diesem Zustande noch längere Zeit frisch. Bei *Ribes sanguineum* sind während der Blüthezeit der Staubgefässe und Narben die Blumenblätter rein weiss; nach dem Verblühen der

selben färben sie sich immer dunkler rosenroth, auch der Kelch wird intensiver carminroth. Bei *Ribes aureum* färben sich die zur Blüthezeit der Staubgefäße und Narben hellgelben Blumenblätter nach dem Verblühen derselben, von den Spitzen aus nach abwärts fortschreitend, carminroth, auch fahren die Blüthen fort zu duften [40]. Bei *Fumaria capreolata* var. *pallidiflora* werden die während des Blühens der Staubgefäße und Narben wagrecht stehenden und weissgefärbten Blumen nach dem Verblühen derselben carminroth und etwas abwärts geneigt [41]. Bei einer *Lantana* Südbrasilien, deren Blüthen drei Tage dauern, sind dieselben am ersten Tage gelb, am zweiten orange, am dritten purpurn gefärbt [42]. In allen diesen Fällen wird die Bemerkbarkeit der ganzen Blumengesellschaft dadurch, dass die einzelne Blume nach dem Verblühen der Staubgefäße und Narben noch längere Zeit frisch bleibt, weiter duftet und sich sogar intensiver färbt, sehr erheblich gesteigert; es wird ihr in Folge dessen reichlicherer Insektenbesuch zu Theil, und die Gefahr, dass die Besucher lange vergeblich herumprobieren könnten, ehe sie zwischen den alten die jungen Blüthen herausfänden, wird gleichzeitig durch die intensivere Farbe der ersteren beseitigt, welche einsichtiger Besucher rasch als Kennzeichen des Verblühtseins benutzen lernen. In der That sind alle diese Blumen einsichtigeren Kreuzungsvermittlern angepasst, (die 4 erstgenannten nämlich Bienen, *Lantana* Tagfaltern) und man sieht dieselben fast nur junge Blüthen mit noch funktionsfähigen Geschlechtsorganen besuchen.

In wirksamster Weise steigern manche Pflanzen die Augenfälligkeit ihrer Blüthen durch eine Eigenthümlichkeit, die bis vor Kurzem völlig unbemerkt geblieben zu sein scheint, und hier vielleicht zum ersten Male öffentliche Erwähnung findet, dadurch nämlich, dass sie nicht gleichmässig Tag für Tag blühen, sondern ihre Blumenentfaltung auf einzelne Tage concentriren. Auch diese Eigenschaft lässt sich aus dem gesteigerten Insektenbesuche, der aus der gesteigerten Augenfälligkeit folgt, als durch Naturauslese erworben, erklären.

Mein Bruder FRITZ MÜLLER beobachtete diese bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit an mehreren Eintagsblumen, am genauesten aber verfolgte er sie an einer *Cypella* (*Irideen*), von deren massenhaften Blumen er am oberen Itajahy oft an einem Tage den Weg meilenweit geschmückt sah, während er am nächsten Tage von derselben bisweilen nicht eine einzige Blüthe fand. Um diese auffallende Erscheinung näher festzustellen, zeichnete er vom 24. Nov. bis zum 31. Dec. 1877 die Zahl der in seinem Garten blühenden Blumen auf und bekam so folgendes Verzeichniss: $\frac{24}{11}$: über 40 Blumen; $\frac{25}{11}$: 1 Blume; $\frac{28}{11}$: 5; $\frac{3}{12}$: 4; $\frac{4}{12}$: 5; $\frac{5}{12}$: 47; $\frac{12}{12}$: 4; $\frac{13}{12}$: über 40; $\frac{14}{12}$: über 40; $\frac{15}{12}$: 15; $\frac{16}{12}$: 33; $\frac{18}{12}$: 3; $\frac{20}{12}$: 3; $\frac{21}{12}$: 1; $\frac{22}{12}$: 19; $\frac{24}{12}$: 4; $\frac{26}{12}$: 5; $\frac{30}{12}$: 369!; $\frac{31}{12}$: 4.

Am $\frac{30}{12}$ blühten oft 2, 3, ja bis 7 Blumen an demselben Blüthenstande, natürlich von verschiedenem Alter, die älteren hatten Tage lang gewartet; andere schienen ihre Entfaltung beschleunigt zu haben; die verschiedene Länge der Fruchtknoten, denen ebenso verschiedene Dicke entsprach, so wie die bei den älteren dunkelgrüne, bei den jüngeren bleiche, mehr gelbliche Farbe, verrieth ausser der Stellung das verschiedene Alter. F. M. mass die Länge der Fruchtknoten bei 14 ohne Wahl gepflückten Blüthenständen mit 50 Blumen. Die durch + verbundenen gehören demselben Blüthenstande, die eingeklammerten demselben Aste des Blüthenstandes an; die Länge betrug in Millimetern: (10 + 10), (12 + 10), (8 + 10), (10 + 10), (11 + 10), (10 + 9), (9 + 10 + 10), 13 + (13 + 10), (12 + 10) + (13 + 11), (11 + 9) + (9 + 10), (10 + 9 + 12) + (10 + 8), (11 + 12) + (10 + 8) + (12 + 10), 10 + (8 + 10) + (8 + 11) + 9, (11 + 10) + (13 + 13) + 12 + (12 + 13).

Durchschnittliche Länge 10,44 mm.

»Welche Umstände,« schreibt mein Bruder, »diese Art des Blühens bedingen, ist mir noch völlig unklar: am $\frac{30}{12}$ war ein ungewöhnlich heisser, sonniger Tag; aber ähnliche Tage haben wir ohne *Cypellablumen* gehabt, die in wieder andern Fällen bei Regen sich entfaltet haben. Der Tag selbst, an dem sie blühen, hat überhaupt nichts damit zu thun, da sie schon am Tag vorher aus der Blüthenscheide hervortreten.«

Aus der Abhängigkeit der Anpassung an Kreuzung oder Selbstbefruchtung von der Reichlichkeit des Insektenbesuches aber und damit mittelbar von der

Augenfälligkeit der Blumen lassen sich mancherlei Formen von Blüthendimorphismus und Polymorphismus erklären, welche mit verschiedenen Grössen der gefärbten Blüthenhüllen in Verbindung stehen.

(Wir werden dieselben im 16. Kapitel in Betracht ziehen.)

Kapitel 8.

Steigerung des Insektenbesuches durch Gerüche und dargebotene Genussmittel oder nutzbare Stoffe.

Wenn Windblüthler dadurch zur Insektenblüthigkeit übergangen, dass ihre Blüthen zwittrig, ihre Pollenkörner klebrig wurden, so waren es, so lange nicht Honigabsonderung und gefärbte Blüthenhüllen hinzutraten, zunächst die Pollenkörner, welche Insekten anlockten und zu wiederholten Besuchen veranlassten. Diese übernahmen also, ausser ihrer ursprünglichen Funktion als Befruchtungskörper, noch eine zweite und dritte, nämlich die, als Erkennungszeichen und als Lockspeise für die Kreuzungsvermittler zu dienen. Aber gewiss nur sehr wenige, wenn überhaupt irgend welche Insektenblüthler, haben den Wettkampf mit einer immer steigenden Zahl von Mitbewerbern mit so einfacher Ausrüstung auf die Dauer aushalten können; bei allen oder fast allen ist eine Theilung der Arbeit und damit eine vollkommnere Leistung der einzelnen Dienste eingetreten. Nicht nur hat den Dienst, auf die Augen der Kreuzungsvermittler anziehend einzuwirken, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, wie wir bereits gesehen haben, statt der Staubgefässe ein Kreis hervorstechend gefärbter Blüthenhüllblätter übernommen, der sich in der Regel zu einer ansehnlichen Fläche erweitert hat. Neben oder statt der Augenfälligkeit haben sich bei vielen Blumen Düfte ausgebildet, die, weithin sich ausbreitend, auf die Nasen und den Appetit der Kreuzungsvermittler angenehm einwirken und dieselben aus der Nähe weit mächtiger als blosse Farben aus der Ferne herbeilocken. Auch des Dienstes als Lockspeise ist der Blüthenstaub bei den meisten Blumen theilweise oder gänzlich enthoben worden. Es haben sich besondere Lockspeisen ausgebildet, die ausschliesslich diesen Lebensdienst zu leisten haben: bisweilen fleischige Auswüchse auf den Blumenblättern, die gegessen werden, (*Cephalanthera*) oder ein Mehl von losen essbaren Zellen (wie in der Unterlippe der brasilianischen *Orchidce* (*Polystachya*), bisweilen im Zellgewebe eingeschlossener Saft, der erbohrt und gesaugt wird (wie im Sporn von *Orchis mascula*, *morio* u. s. w.), in der Regel jedoch eine von dem einen oder anderen Blüthentheile frei abgesonderte, meist zuckersüsse Flüssigkeit, der sogenannte Nektar oder Honig.

Dass diese besonderen Düfte und Lockspeisen eine viel spätere Errungenschaft der Blumen sind, als augenfällige Blüthenhüllen, geht aus ihrer viel weniger allgemeinen Verbreitung hervor. Selbst Honig, nebst Pollen die verbreitetste Lockspeise, fehlt zahlreichen Blumen und wird nicht selten, selbst innerhalb derselben Familie, von verschiedenen Blumen an ganz verschiedenen Blüthentheilen abgesondert. Die Blüthen der *Ranunculaceen* z. B. (vgl. fig. 31 im 18. Kapitel) sind bald honiglos, bald sondern bei ihnen die Kelchblätter, bald die Blumenblätter, bald die Staubgefässe, bald endlich die Stempel Honig ab, ein sicherer Beweis jedenfalls, dass von den *Ranunculaceen* die Honigabsonderung erst erworben worden ist, nachdem sich der gemeinsame Stamm dieser Familie bereits in verschiedene Zweige gespalten hatte.

Dass die Blumen mit diesen ursprünglich nicht vorhandenen, sondern erst im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung neu hinzugetretenen Ausrüstungen, nament-

lich mit Duft und Honig, in Bezug auf Steigerung des Insektenbesuches in der That weit mehr leisten als mit blosser Augenfälligkeit als Erkennungszeichen und mit blossem Blütenstaube als Lockspeise, giebt sich beim Vergleiche des Insektenbesuches übrigens gleich eingerichteter, in Bezug auf diese Ausrüstungen aber verschiedener Arten in unzweideutiger Weise zu erkennen.

a) Wirkung des Duftes: Wer auf einem Blumenbeete Veilchen (*Viola odorata*) und Stiefmütterchen (*V. tricolor*) neben einander und gleichzeitig in Blüthe hat, die sich, bei annähernd gleicher Blütheneinrichtung durch Augenfälligkeit und Wohlgeruch auffallend unterscheiden, kann sich an sonnigen Frühlingstagen leicht überzeugen, dass das lieblich duftende Veilchen viel häufiger von Insekten (besonders Bienen) besucht wird als das viel mehr in die Augen fallende, aber geruchlose Stiefmütterchen. Ein gleicher Unterschied findet zwischen der chokoladenähnlich gewürzhaft duftenden Feldwinde (*Convolvulus arvensis*) und der weit grösseren, augenfälligeren, aber geruchlosen Zauwinde (*C. sepium*) statt. Da die erstere nicht selten am Fusse derselben Hecken blüht, über welche gleichzeitig die letztere ihre grossen weissen Blumen emporhebt, so kann sich auch an diesem Beispiele ein Jeder leicht von der bedeutenderen Wirkung des Blumenduftes auf Steigerung des Insektenbesuchs überzeugen.

b) Wirkung des Honigs: Auf den beiden honiglosen *Spiraea*arten *filipendula* und *Aruncus* wurden im Verlaufe von fünf Sommern nur 15 verschiedene Besucherarten beobachtet, auf den drei honighaltigen *salicifolia*, *ulmifolia* und *sorbifolia* in derselben Zeit und in denselben Gärten 98.

Jedoch besteht auch die Wirkung des Blumenduftes, und wahrscheinlich auch des Blumenhonigs, ebenso wie die der Blumenfarben, nicht immer bloss in gesteigerter Anlockung aller möglichen, sondern in manchen Fällen in vorwiegender oder ausschliesslicher Anlockung gewisser und gleichzeitiger Abstossung anderer Blumenbesucher. Das gilt insbesondere von den nach Koth (*Crataegus Oxyacantha*), Aas (*Stapelia*), faulendem Urin (*Arum*) und sonstigen Fäulnisstoffen riechenden Blumen, welche nur oder hauptsächlich fäulnisstoffliebende Insekten (*Dipteren*) anziehen, andere anekeln und zurückschrecken.

Nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen scheint indess die verschiedene Wirkung desselben Blumengeruchs (und wol auch Honiggeschmacks) auf verschiedene Besucher mehr auf verschiedenen Graden von Feinfühligkeit als auf verschiedenen Geschmacksrichtungen gleich feinfühligler Blumenbesucher zu beruhen. Es sind wenigstens bisher keine Fälle derart bekannt geworden, dass z. B. die eine Blumenart das Insekt A anzöge und B abstiesse, die andere dagegen B anzöge und A abstiesse. Vielmehr beschränken sich zwar gewisse Insekten bei ihren Blumenbesuchen auf die auch für uns feinsten Gerüche (z. B. die niedliche stachellose brasilianische Honigbiene *Trigona Jaty*, die ich einige Monate lebend in Lippstadt hatte, nach meines Bruders FRITZ MÜLLER und meinen eigenen Beobachtungen auf Orangen, Rosen u. dgl.; ähnlich, wie mir scheint, mehrere alpine Tagfalter); andere Insekten aber, die sich eben so häufig oder noch häufiger auf uns weniger lieblich duftenden Blumen finden, verschmähen deshalb durchaus nicht die Lieblingsgerüche der ersteren. Sie sind überhaupt nur weniger wählerisch, also wol weniger feinfühlig. Am deutlichsten zeigt sich dies bei Aas- und Kothfliegen u. dgl., die zwar die Liebhaberei an Ekelgerüchen vor allen andern Blumenbesuchern voraus haben, aber ebenso auch die diesen sympathischen Blumen recht gern besuchen. Eine gewisse Verschiedenheit der Geschmacksrichtungen auf gleicher Anpassungshöhe stehender Blumenbesucher kann jedoch kaum in Abrede gestellt werden, da bei freier Auswahl verschiedene Tagfalter sowol als auch verschiedene gleich langrüsselige Bienen verschiedenen Blumen den Vorzug geben.

Ausserdem ist, wie in Bezug auf die Farben bereits im vorigen Kapitel angedeutet wurde, die verhältnissmässige Wirkung der drei genannten Anlockungsmittel (Augenfälligkeit, Duft und Honig) auf verschiedene Besucher je nach ihrem Bildungsgrade eine sehr verschiedene. Dumme, unausgebildete Blumenbesucher folgen dem äusseren Scheine und lassen sich durch auffallende Farben und Gerüche sehr wiederholt auch auf solche Blumen locken, die ihnen gar keinen Vor-

theil gewähren (Vgl. *Cypripedium*, Kap. 11, und *Melampyrum arvense*, Kap. 20). Die einsichtigsten Besucher dagegen wissen auch aller Anlockung aus der Ferne entbehrende honigreiche Blumen aufzufinden und besuchen solche viel reichlicher als weithin sich bemerkbar machende honiglose. Manchen honigreichen Blumen dient daher gerade ihre Unscheinbarkeit und Geruchlosigkeit zur Fernhaltung der unnützeren dümmern Gäste.

Mein Bruder FRITZ MÜLLER beobachtete am Itajahy in Südbrasilien eine im März blühende *Cucurbitacee* (*Trianosperma*), deren zahllose Blüten geruchlos, grünlich und ganz unansehnlich und noch dazu zum grössten Theil unter dem Laube der Pflanze versteckt sind, aber doch eine ganz besondere Anziehungskraft auf Bienen zu haben scheinen. Es summt und brummt an diesen Pflanzen den ganzen Tag; besonders ist es *Apis mellifica*, die sich hier einfindet, und neben ihr zwei *Meliponen*, *Gurupú* und *Mandaçaia* [7].

Die aus irgend welchem Blumentheile abgesonderte Lockspeise ist zwar in der Regel eine zuckerstisse Flüssigkeit, die als Honig bezeichnet werden kann; in manchen Fällen hat sie jedoch eine ganz andere Beschaffenheit.

Die Bananenblüthen sondern z. B. in grosser Menge eine wenig süsse Gallert ab, die man kaum Honig nennen kann, und die in Südbrasilien häufig von ganzen Schwärmen einer stachellosen Honigbiene, *Trigona ruficrus*, besucht wird [7].

Es sind überdies nicht immer gerade Lockspeisen, durch welche Insekten zu wiederholtem Besuche derselben Blumenart veranlasst werden. Bisweilen suchen sie in denselben Obdach, bisweilen Stoffe, die sie zu ihrem Nestbau verwenden können, bisweilen endlich benutzen sie die Blumen als Brutstätten für die Entwicklung ihrer eigenen Nachkommenschaft.

a) Obdach. In den Blüthenglocken unserer *Campanula*arten nehmen zahlreiche Bienenarten Nachts und bei Regen, aber auch sonst oft, Herberge, besonders *Cilissa haemorrhoidalis* F., *Andrena Coitana* K. u. *Halictoides dentiventris* Nyl. In den Blüten von *Arum maculatum* suchen winzige Schmetterlingsmücken (*Psychoda*), in denen von *Aristolochia Clematidis* winzige Fliegen und Mücken, in denen von *A. Siphon* etwas grössere Fliegen einen schützenden Schlupfwinkel.

b) Stoffe zum Nestbau. Eine Biene, *Anthocopa papaveris*, kleidet ihre Bruthöhlen mit Blumenblättern des Mohns aus. Eine brasilianische Blume, *Dalechampia* (*Euphorbiaceae*), bietet ihren Kreuzungsvermittlern Harz dar, welches diese einsammeln und beim Nestbau verwenden.

Die männlichen und weiblichen Blüten dieser Pflanze sind von einer gemeinschaftlichen Hülle umschlossen, und zur Seite der männlichen Blüten steht eine dicht gedrängte Gruppe von Schuppen, die ein zähes klebriges fadenziehendes Harz absondern. Dieses veranlasst (vermuthlich) die in Brasilien in so zahlreichen Arten vertretenen stachellosen Honigbienen, *Melipona* und *Trigona*arten, welche mit Eifer dergleichen Stoffe eintragen, zum Besuche der *Dalechampiablüthen* [7].

Fig. 15. Eine Blume, die ihre Kreuzungsvermittler durch dargebotenes Harz anlockt.

Dalechampia (*Euphorbiaceae*).



A Blütenstand nach Entfernung eines der beiden inneren Deckblätter. Die vier äusseren Deckblätter sind grün, die beiden inneren weisslich, ihre Adern und die kurzen Haare des Randes dunkelgrün. Man sieht im Vordergrund 3 weibliche Blüten; dahinter den männlichen Blütenstand mit 7 Blüten, 4 als Knospen, 2 blühend, die mittelste schon abgefallen. — Jede weibliche Blüthe

ist von einer mehrblättrigen mit Drüsenhaaren besetzten Hülle umgeben, auch der Griffel und die trichterförmige Narbe sind grün. B Weibliche Blüthe, 1 mit, 2 ohne Hülle. C Männlicher Blütenstand von der A entgegengesetzten

Seite aus gesehen. Die (5) Blätter der Blütenhülle sind grün; die Staubfäden unten zu einem gemeinsamen Stiele verwachsen, ein blumenkohlähnliches weisses Köpfchen bildend. Auf jeder der beiden grossen Drüsen liegt ein Tropfen farblosen wasserhellen Harzes, das bei leichtem Auftupfen dem Finger nicht anhaftet, bei stärkerem anklebt und sich in einen langen Faden auszieht. Diese Klebdrüse dient zugleich zum Anlocken; ihr freies Ende, dem der gewölbte, stark lichtbrechende Klebstoffklumpen aufsitzt, ist zur Blüthezeit (wenigstens bei einer Art) gelb, und so leuchtet der Klebstoff weit hin, wie eine Glasperle auf goldenem Grunde. Eines der beiden weisslichen, grün geäderten Deckblätter steht nach oben, an seinem Grunde sitzt die Klebdrüse, dann folgen die männlichen, dann die weiblichen Blüten, dann abwärts gerichtet das zweite Deckblatt. D Die Harzdrüse, 1 von oben, 2 im Längsschnitt mit dem Harztropfen darüber. Die Drüse ist dottergelb, von 10 dicht an einander liegenden Blättern gebildet, von denen das innerste, den männlichen Blüten zugewendet, das grösste ist.

c) Die Blumen als Brutstätten. Die *Yuccamotte* legt in die Ovarien der *Yuccablüthen*, gewisse Gallwespen legen in die Ovarien der *Ficusarten* ihre Eier, wie im 20. Kapitel eingehender mitgetheilt wird.

Kapitel 9.

Durchführung der Arbeitstheilung zwischen Blütenstaub und sonstigen Lockspeisen.

Da, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, Honig als Lockspeise der Kreuzungsvermittler den Blumen so vorzügliche Dienste leistet, so kann es auf den ersten Blick auffallend erscheinen, dass er nicht bei allen höher entwickelten Blumen diesen Dienst allein übernommen hat, wodurch die Pollenkörner ihrem ursprünglich alleinigen Dienste als Befruchtungskörper wieder ganz zurückgegeben sein würden. Die Durchführung dieser Art von Arbeitstheilung hat aber einerseits ihre sehr grossen Schwierigkeiten; denn sie ist nur möglich, wenn der auf Narben anderer Stöcke zu übertragende Pollen den übertragenden Insekten so angeheftet wird, dass sie denselben weder für sich selbst als Nahrungsmittel in Beschlag nehmen, noch beim Hin- und Herfliegen und Kriechen abstreifen oder verlieren können und ihn doch unweigerlich auf die Narben anderer Stöcke absetzen müssen. Andererseits ist sie in vielen Fällen mit einem gewissen Nachtheil verbunden; denn viele Insekten, welche neben dem Honig auch Pollen nöthig haben, suchen am liebsten natürlich solche Blumen auf, welche ihnen beides zugleich gewähren. Daher ist diese Art von Arbeitstheilung nur bei einer Minderzahl von Blumen zur Ausprägung gelangt. Diese stellen aber, indem sie die eben bezeichneten Bedingungen durch einen mehr oder weniger sicher wirkenden Mechanismus erfüllen, zum Theil so überraschende Züchtungsprodukte der Naturauslese dar, dass es wol der Mühe werth ist, wenigstens mit einigen derselben uns bekannt zu machen.

Völlig vermieden haben natürlich den angedeuteten Nachtheil dieser Arbeitstheilung diejenigen Blumen, welche sich einseitig der Kreuzungsvermittlung Pollen verschmähender, ausschliesslich anderen Lockspeisen nachgehenden Insekten angepasst haben. Bei solchen Blumen konnte sich offenbar, da schon das Nahrungsbedürfniss der Kreuzungsvermittler die Arbeitstheilung zwischen Pollen und sonstigen Lockspeisen herstellt, um so leichter ein Mechanismus ausbilden, der sicheres Anheften der gesammten Pollenmenge an den Besucher und Uebertragung eines hinreichenden Theils derselben durch diesen an die Narben getrennter Stöcke herbeiführt. Wir wollen von den mannigfachen Einrichtungen

dieser Art, welche in verschiedenen Familien in verschiedenster Weise zur Ausprägung gelangt sind, wenigstens zwei der überraschendsten hier anführen.

Bei einer brasilianischen *Rubiacee* (*Posoqueria fragrans*) wird den besuchenden Schwärmern in jungfräulichen Blüten der Pollen mit Federkraft auf den Rüssel geschleudert und zugleich die Blumenthüre vor der Nase zugeschlossen; in älteren Blüten wird ihnen der Genuss des Honigs gestattet, aber nicht ohne die Gegenleistung der Kreuzungsvermittlung.

Posoqueria fragrans (FRITZ MÜLLER) [15] ist ein Strauch mit weissen, herrlich duftenden Blüten, die sich durch abendliches Blühen und 11—14 cm lange Blumenröhren als langrüsseligen Schwärmern angepasst kennzeichnen. Aber auch diese (z. B. *Sphinx rustica* L. mit 15 cm. langem Rüssel) können nicht ohne Weiteres zu dem im Grunde der Röhre geborgenen Honig gelangen. Denn die Staubbeutel sind zu einem schräg abwärts gerichteten eiförmigen Knopfe vereint, welcher den schon vor dem Oeffnen der Blüthe ausgetretenen Blütenstaub als lose zusammenhängende Masse umschliesst, und die Staubfäden besitzen eine derartige Federspannung, dass sie, von dem nach der Blumenthüre strebenden Schwärmerüssel an einer bestimmten Stelle berührt, mit grosser Kraft auseinander schnellen und die oben bezeichneten Wirkungen äussern. Der untere Staubfaden schnell nämlich nach oben, schleudert den lose zusammenhängenden Pollen an den Schwärmerüssel (und zwar mit einer Anfangsgeschwindigkeit von etwa 3 Meter in der Secunde, mit einem Winkel von etwa 50° mit der Richtung der Blumenröhre) und verschliesst zugleich den Eingang der Blumenröhre, vor welche er selbst zu liegen kommt, die seitlichen Staubfäden schnellen, paarweise vereinigt bleibend, nach beiden Seiten auseinander. Der Schwärmer muss also von jeder zum erstenmal besuchten Blüthe unverrichteter Sache abziehen. Da sich aber nach etwa 12 Stunden der in die Höhe geschnelle Staubfaden wieder herabbiegt und die Thür zum Honige wieder öffnet, so wird ein Schwärmer, nachdem er das Losschnellen einer oder einiger eben aufgeblühten Blumen veranlasst hat, sobald er an ältere, bereits in der vorhergehenden Nacht abgeschlossene Blumen gelangt, an diesen durch reiche Honigernte für seinen Schreck entschädigt, und bewirkt hier, indem er seinen bestäubten Rüssel in den Blüthengrund senkt und an der in der Mitte der Röhre sitzenden Narbe vorbei streift, Befruchtung, und zwar, da er durch das Losschiessen des Blütenstaubes erschreckt, jedesmal sofort zu einem anderen Stocke schwebt, unfehlbar Kreuzung.

Aber macht nicht ein so vollkommen und präcis wirkender Mechanismus vielmehr den Eindruck, die gelungene Ausführung eines vorher ausgedachten Planes, als das Ergebniss stetig unbewusst wirkender Naturauslese zu sein? Die Pflanze selbst gibt auf diese nahe liegende Frage eine unzweideutige Antwort. Von ihren weissen, stark duftenden Blumen, deren lange Blumenröhren nur von langrüsseligen Schwärmern ausgebeutet und befruchtet werden können, öffnen sich zwar die meisten gegen Abend, allein eine nicht unbeträchtliche Zahl auch zu verschiedenen Zeiten des Tages, bisweilen selbst am frühen Morgen, und diese werden dann von Tagesinsekten losgeschossen, natürlich ohne der Befruchtung zu dienen.

Nach der Selectionstheorie ist die unvollkommene Ausprägung des der Pflanze jetzt allein vortheilhaften abendlichen Aufblühens leicht erklärlich, da sie, nach ihren Verwandten zu schliessen, von Tagblumen abstammen muss. Mit der Voraussetzung eines vorgefassten Schöpfungsplanes dagegen ist diese Thatsache, da sie eine unvollkommene Ausführung desselben beweisen würde, kaum vereinbar.

Bei dem in unseren Büschen und Wäldern nicht seltenen Zweiblatt (*Listera ovata*) werden in jungfräulichen Blüten die Staubkölbchen den besuchenden Schlupfwespen auf die Stirne gekittet. In zum zweiten Male besuchten Blüten älterer Stöcke wird dann der Blütenstaub dieser Staubkölbchen von dem Insekte packetchenweise auf die Narben abgesetzt.

Listera ovata bietet zwar auf der Mittellinie ihrer lang herabhängenden zweitheiligen Unterlippe völlig offenen, allen Insekten ohne Weiteres zugänglichen Honig dar. Sie macht sich aber mit ihren unscheinbaren, geruchlosen Blüten im Schatten der Gebüsche, wo sie zu wachsen

pflegt, so wenig bemerkbar, dass sie von den meisten derselben vollständig übersehen wird. Von den einsichtigeren Blumenbesuchern, welche trotzdem den Honig aufzufinden im Stande sein würden, sind überdies die Sonne liebenden Grabwespen und Bienen durch die Natur des Standortes fast vollständig ausgeschlossen. So bleiben denn als Kreuzungsvermittler fast ausschliesslich Schlupfwespen übrig, welche durch ihre Gewohnheit, nach anzubohrenden und mit einem Ei zu belegenden Insekten unermüdet umherzusuchen, eine bedeutende Fertigkeit im Aufspüren erlangt haben. Diese fliegen nun an den *Listera*blüthen regelmässig am unteren Ende der Honigrinne an, lecken dieselbe, aufwärts schreitend, vom unteren bis zum oberen Ende aus und stossen, wenn sie damit fertig sind, und den bis dahin in die Rinne gebückten Kopf erheben, in noch nicht besuchten Blüthen unvermeidlich an die etwas vorspringende vordere Kante eines blattartig gestalteten Klebstoffbehälters, des sogenannten Schnäbelchens (*rostellum*), welches aus dem einen Lappen der dreitheiligen Narbe entstanden ist.

Fig. 16. *Listera ovata*.

1 Vollständige Blüthe gerade von vorn gesehen; die schräg stehende Narbenfläche *st* erscheint verkürzt. 2 Blüthe nach Hinwegschnidung aller Kelchblätter und der beiden oberen Blumenblätter, von der Seite gesehen. 3 Dieselbe, nachdem soeben eine Schlupfwespe die Staubkölbchen entfernt hat. 4 Die Schlupfwespe mit den auf die Stirne gekitteten Staubkölbchen. 5 Blüthe (mit abgestutzten Kelch- und Blumenblättern) von vorne und unten gesehen, so dass die Narbe sich in ihrer ganzen Fläche zeigt. Stärker vergrössert. *ov* Fruchtknoten, *ss* Kelchblätter, *pp* Blumenblätter, *p'* Unterlippe, *c* die aus der Verwachsung der Staubgefässe und des Stempels gebildete Säule, *st* Narbe, *r* der Klebstoffbehälter, das Schnäbelchen (*rostellum*), *kl* Klebstoff, *a* Anthere, *po* Staubkölbchen (*pollinium*), *n* Nektarium.



So wie diese Kante von der Stirne der Schlupfwespe berührt wird quillt ein weisser zäher Tropfen aus ihr hervor, der die Spitzen der Staubkölbchen (Blüthenstaubmassen) erreicht und, augenblicklich erhärtend, der Stirne des verdutzten Insektes ankittet. Für den Augenblick erschreckt durch diese unerwartete Behaftung seiner Stirne fliegt es weg und setzt sich nach kurzem Umhersuchen an das untere Ende einer andern noch mit Honig gefüllten Rinne, in der Regel an einem andern Pflanzenstocke. Ist die Blüthe, an die es hier anliegt, ihrer Staubkölbchen bereits beraubt, so hat sich während der Zeit, welche die Rinne der Unterlippe nöthig hatte, um sich von neuem mit Honig zu füllen, auch das blattförmige Schnäbelchen, welches während des ersten Anstosses und des Heraustretens eines Kitttropfens sich nach vorn neigte und die Narbe zum Theil versperrte, wieder aufgerichtet und die Narbe frei zugänglich gemacht, so dass das am oberen Ende der Rinne anlangende Insekt nun ebenso unvermeidlich mit den Staubkölbchen gegen die Narbe stösst und dieselbe mit einem Theile des Pollens behaftet [16].

In dem letzterwähnten Falle würden die Kreuzungsvermittler, auch wenn sie keine Pollenverächter wären, sich doch kaum der auf ihre Stirn gekitteten Pollenmassen bemächtigen können. Und so sind denn in der That in derselben Familie der Orchideen auch pollenbedürftige Insekten nicht selten in ganz ähnlicher Weise wie bei *Listera* pollenverschmähende in den Liebesbotendienst der Blumen gespannt worden, ohne von den Blüthenstaubmassen, die sie übertragen müssen, auch nur ein einziges Körnchen für sich selbst benutzen zu können. Unsere gewöhnlichsten Wiesenorchideen (*Orchis mascula*, *morio* und *latifolia*) kitten in solcher Weise den doch so gern Pollen sammelnden Bienen und Hummeln, unsere mehr in Waldlichtungen vorkommende *O. maculata* kittet ausser diesen auch pollenfressenden Schwebfliegen und pollenverschmähenden Schnepfenfliegen

(*Empis*) die Staubkölbchen zur Uebertragung auf getrennte Stöcke an den Kopf — noch dazu für sehr spärlichen Botenlohn! Denn diese Blumen enthalten in ihrem hohlen Sporne nicht einmal Honig, sondern die Kreuzungsvermittler müssen sich mit dem in der fleischigen Spornwand eingeschlossenen Saft begnügen, welchen die Fliegen mit ihren zu steifen Borsten umgebildeten, von der rinnigen Unterlippe umfassten Mundtheilen, die Bienen und Hummeln mit ihren zusammengelegten Kieferladen erhohren [17].

Fig. 17. *Orchis maculata*.



1 Vollständige Blüthe, schräg von rechts und von vorne gesehen. 2 Eine Schnepfenfliege (*Empis livida*) mit auf die Augen gekitteten Staubkölbchen, a ursprüngliche Lage der Staubkölbchen, b nach erfolgter Drehung. 3 Blüthe nach Entfernung aller Kelch- und Blumenblätter. o Oeffnung, die in den hohlen Sporn führt, r *rostellum*, Schnäbelchen oder Klebstofftäschchen, a Anthere, in 2 vorn der Länge nach offen spaltende Taschen getheilt, a'a' die zu nutzlosen Ueberresten verkümmerten beiden seitlichen Antheren, 4 Das Klebstofftäschchen und die beiden mit den Fusspunkten ihrer Stiele ihm aufsitzenden Staubkölbchen. Die zarte Haut, welche den Klebstoff umschliesst, ist durch gelinden Druck zerspalten in die etwas abwärts gedrückte Unterlippe und zwei kreisförmige, unten mit einem Klebstoffballen behaftete Lappchen, denen die Stiele der Staubkölbchen

aufsitzen. 5 Durchschnitt durch eine Seite des Klebstofftäschchens mit dem darauf sitzenden Staubkölbchen. Man sieht aus dieser Figur, dass das Häutchen, dem das Staubkölbchen aufsitzt, der Blüthe zugekehrt und dadurch vor Verdunstung geschützt ist. Herausgezogen und der Luft ausgesetzt, trocknet es ein und veranlasst dadurch die Staubkölbchen, sich um etwa 90 Grad nach vorne zu drehen (Vgl. a und b in 2, Fig. 17). 6 Einzelnes Staubkölbchen mit seinem Klebscheibchen. 7 Einige der zahlreichen durch elastische Fäden mit einander verbundenen Pollenpacktchen, aus denen ein einzelnes Staubkölbchen zusammengesetzt ist (4—7 nach DARWIN).

Die vorstehende Abbildung veranschaulicht uns die Kreuzungsvermittlung der *Orchis maculata* durch einen ihrer häufigeren Besuche, die schmutziggelbe Schnepfenfliege, *Empis livida*. Dieser kitten sich, während sie die Innenwand des hohlen Spornes anbohrt und ansaugt, die Staubkölbchen gerade auf die Augen, wo sie in Folge der Nacktheit derselben am besten festhaften. Ehe dann die Fliege zu einem anderen Stocke geflogen ist, haben sich die aufge kitteten Staubkölbchen so nach vorn gedreht (von a bis b in 2. fig. 17), dass sie nun in den nächstbesuchten Blüthen gegen die Narben (st) gestossen werden und dieselben mit Pollen behaften.

Fliegt *Empis livida* auf die als Anflug- und Standfläche bequem sich darbietende Unterlippe (und steckt ihren Rüssel in den hohlen Sporn, um die Wand desselben anzubohren, so stösst sie dabei unvermeidlich mit ihrem kleinen, fast ganz von den beiden grossen Augen bedeckten Kopfe gegen das über dem Sporneingang herabhängende kugelige Klebstofftäschchen, schiebt den unteren Theil (die Unterlippe) desselben etwas nach unten und drückt sich die Unterseiten der beiden Klebscheibchen auf die Augen. Zieht sie sich dann wieder aus der Blüthe zurück (2, fig. 17), so nimmt sie die beiden ihren Augen fest aufge kitteten Klebscheibchen, und da die Staubkölbchen diesen fest aufsitzen, auch diese als aufrecht stehenden Kopfschmuck mit sich. Kaum aber hat sie die Blüthe verlassen, so beginnen in Folge des Eintrocknens der Klebscheibchen die Staubkölbchen sich nach unten und vorn zu drehen, bis sie gerade nach vorn

vom Kopfe abstehen. Und wenn nun die Schnepfenfliege an eine Blüthe eines anderen Stockes anfliegt und hier wieder ihren Rüssel in den hohlen Sporn steckt, so stößt sie unvermeidlich die Staubkölbchen gegen die beiden Narben. Zieht sie sich nach Anbohren und Ansaugen der Spornwand auch aus der zweiten Blüthe zurück, so bleiben die mit der klebrigen Narbe in Berührung gebrachten Pollenpacketchen so fest an derselben haften, dass die sie mit anderen Pollenpacketchen zu einem Staubkölbchen verbindenden Fäden zerrissen werden und die Narbe mit fremdem Pollen belegt bleibt. Jede später besuchte Blüthe wird nun, wie leicht ersichtlich, in gleicher Weise des Vortheils der Kreuzung theilhaftig.

Noch einseitiger zu Gunsten der Blumen und zu Ungunsten der Insekten hat sich bei einer der schönsten unserer *Orchideen*, dem Frauenschuh, *Cypripedium Calceolus*, das Verhältniss gegenseitiger Dienstleistung ausgebildet. Denn hier wirken die Blumen als verführerische Bienenfallen, in die sich gewisse wenig intelligente Grabbienen (Arten der Gattung *Andrena*) immer von neuem hineinlocken lassen, um den hier gar nicht unbeschwerlichen Dienst der Kreuzungsvermittlung zu übernehmen, ohne selbst irgend einen wirklichen Vortheil davon zu haben.

Sobald nämlich eine solche Grabbiene sich durch die bunte Farbe und den süßen Wohlgeruch in die holzschuhförmige Unterlippe hat hineinlocken lassen, findet sie sich enttäuscht, da ihr ausser den bisweilen mit winzigen Tröpfchen besetzten Haaren, welche den Boden derselben bekleiden, nichts geboten wird. Nach einigem Lecken und Kauen an diesen Haaren will sie wieder fort, fühlt sich aber gefangen, und macht nun vergebliche Anstrengungen, die übergewölbten Wände ihres Gefängnisses zu ersteigen und durch die Eingangsöffnung wieder herauszukommen. Endlich bemerkt sie, dass ihr Gefängniss auch noch zwei kleine Hinterthüren hat, durch welche sich vielleicht heraussteigen lässt, die beiden kleinen Oeffnungen, durch welche zu beiden Seiten der Basis der Unterlippe Licht in dieselbe fällt; sie kriecht also unter der Narbe hindurch dahin und zwingt sich mit gewaltiger Anstrengung und in der Regel erst nach mehreren vergeblichen Versuchen durch eine dieser Oeffnungen heraus, wobei sie sich unvermeidlich eine Vorderecke ihres Halsschildes mit dem schmierigen Pollen derjenigen Anthere behaftet, unter welcher sie sich hervorzwingt.

Wenig gewitzigt durch die Erfolglosigkeit ihres Zeit- und Kraftaufwandes, lässt sie sich von der nächsten Blume zu neuem Hineinfall verführen, wobei sie natürlich für sich selbst nicht mehr erreicht als in der ersten, aber unter der Narbe hindurchkriechend diese mit fremdem Pollen behaftet und sich wieder aus einer der beiden kleinen Oeffnungen herauszwingend neuen Pollen zur Kreuzung der nächsten Blume mitnimmt.

Die soeben gegebenen Andeutungen der Blütheneinrichtungen von *Listera*, *Orchis* und *Cypripedium* sollen weniger dazu dienen, von den wunderbar vollkommenen Anpassungen dieser Orchideen eine ausreichende Vorstellung zu geben, als zur Lectüre jenes bahnbrechenden Meisterwerkes über die Orchideen [18] anzuregen, durch welches CHARLES DARWIN 1862 die von SPRENGEL so erfolgreich eröffneten Blumenforschungen ihrer unverdienten 70jährigen Vergessenheit entrissen und unter Mitwirkung seiner Selectionstheorie zu höheren Leistungen neu belebt hat.

Wir haben uns durch den Reiz dieser Beispiele verleiten lassen, von den untersten Stufen der Blumenentwicklung, die wir in ihrer natürlichen Aufeinanderfolge zu begreifen bemüht waren, mit einem Male zu den höchsten Leistungen der Naturzüchtung auf diesem Gebiete überzuspringen, und müssen deshalb den geneigten Leser bitten, dieses 9. Kapitel als eine mit dem Vorhergehenden nur in loserem Zusammenhange stehende Einschaltung zu betrachten und das folgende 10. in Gedanken unmittelbar an das 8. anzuknüpfen.

Kapitel 10.

Schutzmittel der Blumen. Beschränkung des allgemeinen Insektenzutrittes.

Im 7. und 8. Kapitel haben wir gesehen, wie die Entwicklung grosser, lebhaft gefärbter Blumenblätter, angenehmer Düfte und besonderer Lockspeisen den Insektenbesuch steigern und die anfangs bloss ermöglichte Kreuzung wahrscheinlicher machen musste. Aber gleichzeitig mit diesem Vortheil bringen die genannten Blumeneigenthümlichkeiten unvermeidlich auch gewisse Gefahren mit sich, die nur durch Ausbildung besonderer Schutzmittel und Beschränkungen überwunden werden können. Denn einerseits kann es kaum ausbleiben, dass dieselben Farben, Gerüche und Genussmittel, welche die als Kreuzungsvermittler nützlichen Insekten anziehen, ausser diesen auch mancherlei andere Thiere herbeilocken, und unter denselben auch solche, welche die Befruchtungsorgane oder die ganzen Blüthen wegfressen und so den Fortbestand der Art mit Vernichtung bedrohen. Andererseits sind die offen dargebotenen Lockspeisen, welche den in der Luft umherfliegenden Insekten am leichtesten in die Augen fallen, offenbar auch den Unbilden der Witterung, besonders des Regens, am meisten ausgesetzt. Beim Auftreten geeigneter Abänderungen mussten daher durch Naturauslese besondere Schutzmittel gegen die verderblichen Einwirkungen sowohl der feindlichen Thiere als des Wetters zur Ausprägung gelangen.

Unvermeidlich wirken solche Schutzmittel schon für sich allein vielfach beschränkend auf den allgemeinen Insektenzutritt ein, indem z. B. gegen Regen geborgener Honig in der Regel auch den Augen ungeübter Blumenbesucher entzogen ist. Ausserdem aber musste der Vortheil gesicherter Kreuzung naturnothwendig noch weitere Beschränkungen der Blumen auf engere Besucherkreise herbeiführen. Denn so lange Insekten der allerverschiedensten Grösse, Körperform und Bewegungsweise gleichzeitig als Kreuzungsvermittler eingeladen werden, bleibt es natürlich unmöglich, dass sich solche Blüthengestaltungen ausbilden, die jeden Besucher nöthigen, Pollen auf Narben anderer Stöcke zu übertragen; die Kreuzung bleibt daher selbst bei reichlichem Insektenbesuche mehr oder weniger eine Sache des Zufalls. Nur durch Anpassung an eine bestimmte Insektenform mit Ausschluss der übrigen wird es den Blumen möglich, von jedem dieser Form angehörigen Besucher Kreuzungsvermittlung zu erlangen. Als weitere Schritte der Blumenentwicklung haben wir daher 1) die Ausbildung von Schutzmitteln gegen feindliche Thiere und gegen Wetterungunst und 2) die Beschränkung des allgemeinen Insektenzutrittes und den stufenweisen Uebergang zur Anpassung an immer engere Besucherkreise ins Auge zu fassen; doch wird sich die letztere Betrachtung der Natur der Sache nach nur zum Theil von der ersteren trennen lassen.

Die Schutzmittel der Blüthen gegen feindliche Thiere hat kürzlich Professor KERNER in einer besonderen, mit zahlreichen schönen Abbildungen ausgestatteten Abhandlung [19] zusammengestellt, der wir die nächstfolgenden Angaben grösstentheils verdanken. Gegen Wiederkäuer und andere abweidende Säugethiere sind die Blumen zahlreicher Pflanzen (z. B. der Königskerze, der Schafgarbe) durch besondere Stoffe in dem Grade geschützt, dass sie von ihnen unberührt bleiben, wenn auch die Laubblätter derselben Pflanzen abgeweidet werden. Nicht selten scheinen dieselben ätherischen Oele für die weidenden Thiere als Abschreckungs- und gleichzeitig für die Kreuzungsvermittler als Anlockungsstoffe zu wirken (z. B.

bei Maiblümchen, Veilchen, *Gymnadenia odoratissima* u. a.). Weit schlimmer noch als von diesen wenigen grossen sind die Blumen von einem ganzen Heere mannigfacher kleiner Feinde bedroht. Schnecken und Raupen würden vermuthlich in unzähligen Fällen alle zarten Blüthentheile mit Stumpf und Stiel wegfressen, wenn nicht Stacheln, spitze Zähne und feste stechende Borsten sie vom Aufkriechen zu den Blüthen abhielten. Nur in diesen sehr gewöhnlich ausgebildeten Schutzmitteln ist daher der Grund zu suchen, weshalb man jene sonst so häufigen Thiere verhältnissmässig selten als verderbenbringende Gäste auf den Blumen antrifft. Die Stellung der genannten Schutz Waffen ist in der Regel derart, dass sie mit ihren Spitzen den aufwärtskriechenden Thieren entgegen starren. Da nun diese jede Berührung ihres weichen, leicht verletzbaren Körpers mit den Spitzen der Borsten und Stacheln sorgfältig zu vermeiden suchen, so treten sie, an einer solchen Schutzwehr angelangt, in der Regel ohne weiteres den Rückweg an. Die ebenfalls weichen, flügellosen Blattläuse, welche so häufig, in Massen zusammengedrängt, an krautigen Stengeln, an der Unterseite von Blättern, an Stielen der Blütenstände und Blüthen das saftreiche Gewebe ansaugen, werden in den Blüthen selbst nur äusserst selten getroffen, gewiss ebenfalls wieder nur darum, weil ihnen der Zugang zu denselben durch besondere Schutzmittel verwehrt ist. Wollige oder spinnenwebige Haare, Borsten und kleine Stacheln an den Blättern, Stengeln, Blüthenstielen oder Kelchen, über welche die Blattläuse kriechen müssten, um zu den Blüthen selbst zu gelangen, halten sie nach KERNER in wirksamster Weise von denselben zurück. Auch die honigbegierigen Ameisen sind, da sie, anstatt von Blüthe zu Blüthe, von Stock zu Stock zu laufen, viel mehr die Gewohnheit haben, sich andauernd an demselben Nektarium festzusetzen, nicht nur für die Vermittlung der Kreuzung meist völlig nutzlos, sondern als Honigräuber geradezu schädlich. Sie werden aber nicht selten durch förmliche Leimspindeln, welche die blüthentragenden Stengel umgeben, vom Zutritte zu den Blüthen gänzlich ferngehalten, so z. B. bei der bekannten Pechnelke (*Lychnis Viscaria*) und zahlreichen andern Pflanzen derselben Familie. Ausser den Ameisen bleiben auch zahlreiche andere kleine Insekten, wie z. B. Zwergschlupfwespen, winzige Fliegen und Käfer, welche theils an die Stengel anfliegen, theils an denselben in die Höhe laufen, an diesen Leimspindeln kleben. Dieselbe Wirkung haben die namentlich an den Kelchen und Blüthenstielen häufigen, aber auch an Stengeln und Blättern nicht eben selten vorkommenden Drüsenhaare mittelst der von ihnen abgesonderten Klebstoffe. Bei anderen Pflanzen bilden die gegenständigen Blattpaare, indem sie mit ihren unteren Theilen um den Stengel herum zusammenwachsen, Becken, die sich bei jedem Regengusse mit Wasser füllen, in welchem dann zahlreiche kleine ankriechende und anfliegende Insekten ihren Tod finden.

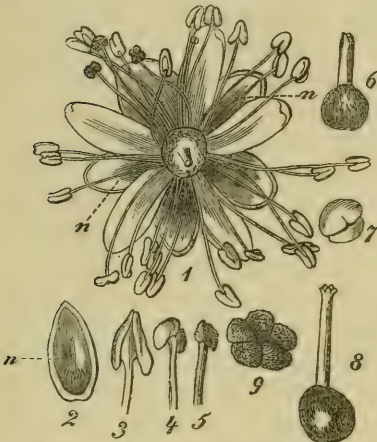
Diess ist z. B. bei *Dipsacus laciniatus*, *Gentiana lutea* und *punctata* der Fall. Es unterliegt wol kaum einem Zweifel, dass unter den so klebenbleibenden und ertrinkenden Insekten zahlreiche sind, welche sonst in die Blumen gelangen und den Honig derselben, ohne Nutzen für die Pflanze, wegnaschen würden. In allen denjenigen Fällen aber, in denen die Weichtheile derselben von den Pflanzen verdaut werden, ist die Zufuhr stickstoffhaltiger Nahrung wahrscheinlich der hauptsächlichste Vortheil, welcher die Ausprägung solcher insektentödtenden Vorrichtungen bedingt hat.

Nicht minder allgemein verbreitet als Schutzmittel gegen feindliche Thiere finden sich bei den Blumen besondere Schutzmittel des Honigs gegen Regen. Nur verhältnissmässig wenige bieten ihren Honig so völlig offen dar, dass er vom

Regen unmittelbar getroffen und weggespült werden kann, wie z. B. die Schirmpflanzen (fig. 19), bei welchen ein dem Fruchtknoten aufsitzendes breites fleischiges Kissen, das die Mitte der offenen Blüthe einnimmt, sich mit Honigtröpfchen oder mit einer flachen adhärenenden Honigschicht bedeckt und nicht bloss den kurzrüsseligsten Insekten, sondern auch dem Regen schutzlos ausgesetzt bleibt.

Bei anderen, wie z. B. der Linde (fig. 18) ist der Honig zwar ebenfalls völlig offen und allen, auch den kurzrüsseligsten Insekten frei zugänglich geblieben, aber gegen den Regen durch einfache Umkehrung der Blume vollständig geschützt.

Fig. 18. Durch Umkehrung gegen Regen geschützte Blume der Linde. (*Tilia europaea*).



1 Blüthe im ersten, männlichen Entwicklungsstande, gerade von unten gesehen. 2 Kelchblatt von der Innenseite, n Nektar. 3 Staubgefäss, noch nicht aufgesprungen. 4 Staubgefäss, halb aufgesprungen. 5 Staubgefäss, ganz aufgesprungen. 6 Stempel der im ersten Zustande befindlichen Blüthe, von der Seite gesehen, Narbe, noch nicht entwickelt. 7 Narbe desselben, von oben gesehen. 8 Stempel einer im zweiten Zustande befindlichen Blüthe, Narbe entwickelt. 9 Narbe desselben, von oben gesehen, stärker vergrössert.

In der Regel dagegen liegt diese werthvolle Lockspeise hinter schützenden Vorsprüngen, Haaren u. dgl., hinter einer »Saftdecke« (*Sprengel*) [20], geborgen und ist so nicht nur den Augen und Mäulern der kurz-

rüsseligsten und dümmsten Insekten und gleichzeitig dem Zutritte des Regens entzogen, sondern kann sich natürlich auch in einer besonderen Vertiefung oder einem Behälter, »Safthalter« (*Sprengel*), in viel reichlicherer Menge ansammeln, als es bei offener Lage möglich ist. Durch diese reichlichere Ansammlung des Honigs werden dann natürlich die langrüsseligeren, zur Kreuzungsvermittlung brauchbareren Insekten, denen er allein erhalten bleibt, zu um so emsigerem Besuche angelockt — vorausgesetzt natürlich, dass sie ihn noch eben so rasch zu finden wissen. Läge er derart versteckt, dass seine Aufsuchung selbst den einsichtigeren Besuchern einen unverhältnissmässig grossen Zeitverlust bereitete, oder gar unauffindbar wäre, so ginge damit der ganze Vortheil der Honigbergung verloren oder würde der Pflanze sogar zu entschiedenem Nachtheil. Naturauslese, die ja immer nur dem Inhaber vortheilhafte Eigenthümlichkeiten zu erhalten vermag, hat daher eine Bergung des Honigs immer nur gleichzeitig mit einem von aussen sichtbaren Erkennungszeichen desselben, mit einem »Saftmal« (*Sprengel*), zur Ausprägung bringen können. Saftdecke und Saftmal sind unzertrennbar zusammengehörige Ausrüstungen, wie man sich leicht an alltäglichen Beispielen deutlich machen kann.

Beim Vergissmännicht (*Myosotis palustris*) z. B., an welchem CHR. C. SPRENGEL 1788 zuerst auf die Bedeutung des Saftmales aufmerksam wurde, wird der im Grunde des Blumenkronröhrchens enthaltene Honig oder Saft durch fünf von aussen nach innen eingestülpte täschchenförmige Verengungen des Blütheneinganges, die hier als Saftdecke fungiren, nicht nur gegen Regen geschützt, sondern auch so versteckt, dass man von aussen nichts von ihm sehen kann. Aber »der gelbe Ring, welcher die Oeffnung der Kronenröhre umgiebt und von der himmelblauen Farbe des Kronensaumes so schön absticht, zeigt den Insekten den Weg zum Safthalter.«

Beim gemeinen Ehrenpreis, *Veronica Chamadrys*, (fig. 24) dienen als Schutzdecke des in dem kurzen Röhrchen enthaltenen Saftes Härchen, die von der Innenwand des Röhrchens nach innen

wagrecht über das Safttröpfchen hinweggehen, als Saftmal nicht nur ein weisser Ring, der inmitten des blauen Saumes den Eingang des Röhrchens umschliesst, sondern überdies dunkle blaue Linien, welche vom Rande her nach dem weissen Ringe hin zusammenlaufen.

Einen besonders wirksamen Schutz aller zarten Theile gegen Regen und Kälte gewährt vielen Blumen die Fähigkeit, sich je nach der Licht- und Wärmemenge, welche auf sie einwirkt, zu öffnen oder zu schliessen.

Alltägliche Beispiele dieser Art von Schutzmitteln bieten die grossen rosenrothen Blumen von *Malva silvestris* dar, die nicht nur des Abends, sondern auch am Tage bei eintretendem kalten und trübem Wetter die Blumenblätter aufrichten und zusammendrehen, bei warmem Sonnenschein dagegen so weit als möglich auseinanderbreiten. Nicht minder der Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), der seine weit über hundert zu der geschlossenen Gesellschaft eines Blütenkörbchens vereinigten Blüten bei sonnigem Wetter zu einer grossen brennend gelben Scheibe auseinanderbreitet und der Sonne zuehrt, Nachts und bei trübem Wetter aber so weit zusammenschliesst, dass nur die grünen Körbchenhüllblätter und die schwärzlichen Aussenseiten der Fahnen der äussersten Blüten sichtbar bleiben.

In den meisten Fällen mag es vielleicht die Einwirkung des Lichtes sein, welche das Sichöffnen und Sichschliessen der Blumen und Blumengesellschaften veranlasst. In manchen Fällen ist es unzweifelhaft die Einwirkung der Wärme, wie folgende Beobachtung beweist. Am 16. Juli 1874 nahm ich vom Piz Umbrail blühende Rasen von *Gentiana bavarica* var. *imbricata* und von *G. verna* mit in mein Quartier auf der Quarta Cantoniera des Stilsfer Jochs und setzte sie auf einem Teller mit Wasser in das Fenster meines Schlafzimmers. Am anderen Morgen 4 $\frac{1}{2}$ Uhr waren die Blüten von *G. bavarica* schon geöffnet (die von *G. verna* noch geschlossen). Ich setzte den Teller nun vor das Fenster, wo die Lichtintensität mindestens eben so gross, die Temperatur aber weit niedriger war. Als bald begannen alle geöffneten Blüten sich zuzudrehen. Nachdem sie sich völlig geschlossen hatten, brachte ich sie in das Zimmer zurück und sie öffneten sich wieder. Bis zu meiner Abreise 6 $\frac{1}{2}$ Uhr (also binnen zwei Stunden) sah ich sie zwei bis dreimal sich schliessen und wieder öffnen. Von *Gentiana verna*, die auf demselben Teller stand, hatte sich während dieser ganzen Zeit keine einzige Blüte geöffnet. — (Das häufigere Vorkommen der *G. verna* in tieferen Regionen mag mit ihrem grösseren Wärmebedarf zusammenhängen.)

Viel weniger allgemein verbreitet als Ausrüstungen zum Schutze des Honigs sind besondere Schutzmittel des Pollens.

Zwar gibt es, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, manche Blumen, deren Blütenstaub nicht nur gegen Wetterungunst und feindliche Thiere geschützt, sondern sogar dem Gebrauche der Kreuzungsvermittler entzogen ist. Der hauptsächlichste und unmittelbar die Richtung der Naturzüchtung entscheidende Vortheil ihres oft so überraschend wirkenden Blütenmechanismus besteht aber augenscheinlich in der sicheren Uebertragung ihres Blütenstaubes auf Narben anderer Stöcke durch die bestimmten Kreuzungsvermittler, denen sie sich angepasst haben.

Zahlreiche andere Blumen, wie namentlich die *Papilionaccen*, manche *Labiaten* und *Scrophulariaceen*, enthalten den Blütenstaub in der Weise geborgen, dass ihn die Kreuzungsvermittler erst durch ihre auf die Erlangung des Honigs oder Blütenstaubes gerichteten Bewegungen aus seinem Verstecke hervorbringen, sich anheften und in später besuchten Blüten zum Theil an die Narben absetzen. Ihr Blütenstaub ist daher ehenfalls gegen Regen und unnütze Besucher geschützt, den als Kreuzungsvermittler dienenden Insekten dagegen, so weit er nicht zur Befruchtung verwendet wird, für ihre eigene Verwendung preisgegeben. Aber auch diesen Pflanzen ist der Pollenschutz wahrscheinlich nur als Nebenergebniss einer unmittelbar auf Sicherung der Kreuzung gerichtet gewesenen Naturzüchtung zu Theil geworden.

Die **Papilionaceen** enthalten sämmtlich ihren Blütenstaub zwischen den verwachsenen beiden unteren Blumenblättern, in dem sogenannten Schiffchen, wohl geborgen. Mit diesem zu gemeinsamer Bewegung verbunden sind die beiden es zunächst umschliessenden Blumenblätter, die Flügel, die ihrerseits an ihrer Basis wieder von dem obersten Blumenblatte, der Fahne, umschlossen werden. Stützt sich nun eine Biene, durch die aufgerichtete Fläche der Fahne angelegt, auf die beiden Flügel, während sie gleichzeitig den Kopf unter die Fahne drängt, um den im Grunde der Blüthe geborgenen (und in 2 Oeffnungen beiderseits der Wurzel des freien Staubfadens hervortretenden) Honig zu erlangen, so dreht sie dadurch die Flügel und mit ihnen das Schiffchen nach unten, so dass Narbe und Antheren (oder Blütenstaub) aus demselben hervortreten und sich gegen die Bauchseite des Besuchers drücken, wodurch, wenn die Biene von Stock zu Stock fliegt, unausbleiblich Kreuzung getrennter Stöcke bewirkt wird. Die Bienen benutzen nun nicht bloss den während des Honigsaugens nebenbei an ihrer Unterseite haften gebliebenen Pollen als Larvenfutter, sondern gehen auch oft bloss auf die Gewinnung des Blütenstaubes aus, wie z. B. die Honigbiene beim rothen Klee (*Trifolium pratense*), was natürlich der Vermittlung der Kreuzung eben so förderlich ist.

Wie die *Papilionaccen* der Unterseite, so heften die **Labiaten** ihren Blütenstaub in der Regel der Oberseite besuchender Bienen an, die ihn dann zum Theil auf Narben anderer Stöcke absetzen. Die Kreuzungsvermittlung erfolgt natürlich auch hier um so sicherer, je mehr die Staubgefässe, von umschliessenden Blumenblättern in bestimmter Lage gehalten, gerade derjenigen bestimmten Körperstelle der eindringenden Biene ihren Blütenstaub anheften, welche in später besuchten Blüten mit der Narbe in Berührung kommen muss. Bei *Lamium album* (fig. 23) und ähnlichen *Labiaten* wird eine ziemlich breite Fläche des Bienenrückens von den nach unten gekehrten Staubbeuteln berührt, die von der ringsum abwärts gebogenen Oberlippe in ihrer bestimmten Lage gehalten und nebenbei gegen Regen geschützt werden; irgend ein Punkt dieser bestäubten Fläche muss dann jedenfalls mit dem abwärtsgebogenen Griffelast der nächstbesuchten Blüthe in Berührung kommen und die an seiner Spitze befindlichen Narbenpapillen mit Pollen behaften. Noch fester umschlossen und sicherer geführt von der umschliessenden Oberlippe sind die beiden allein übrig gebliebenen und zu schlagbaumähnlichen Hebeln umgebildeten Staubgefässe und mit ihnen der Griffel bei den Salbei- (*Sabia*) arten [43]. Hier setzt die zum Honig vordringende Hummel, indem sie gegen die im Blütheneingange sitzenden kurzen Hebelarme stösst, das Hebelwerk derart in Drehung, dass ihr die an den beiden langen Hebelarmen sitzenden Staubgefässe dieselbe Stelle des Rückens mit Pollen behaften, welche in älteren Blüten die Narbe streifen muss. Auch hier sichert also der Mechanismus in erster Linie Kreuzung; nur nebenbei gewährt er, da diess ohne festes Umschliessen der Staubgefässe nicht geht, nothwendigerweise zugleich auch Schutz des Blütenstaubes gegen Regen und unnütze Gäste. Andere Labiaten, die von Insekten verschiedener Ordnungen besucht und in unregelmässiger Weise gekreuzt werden, wie z. B. *Thymus* und *Mentha*, lassen ihre Staubgefässe frei aus den Blüten hervorstehen und ohne irgend welches Schutzmittel dem Regen ausgesetzt. Nicht minder verdanken die **Scrophulariaceengattungen** *Euphrasia*, *Rhinanthus*, *Melanpyrum*, *Pedicularis* u. a. den Pollenschutz, dessen sie sich erfreuen, nur ihren Kreuzung durch die besuchenden Bienen sichernden Bestäubungsmechanismen.

Von einfacheren, regelmässigeren Blumen, die sich nicht wie die zuletzt erwähnten einseitig der Kreuzungsvermittlung durch bestimmte Insekten angepasst haben, kehren sich manche, die bei Sonnenschein nach oben oder nach der Sonne zu gewendet sind, bei kaltem regnerischem Wetter, entweder unmittelbar oder durch Regentropfen beschwert, nach unten und entziehen dadurch den freiliegenden Blütenstaub der Einwirkung des Regens. Es giebt jedoch auch unter ihnen sehr zahlreiche, deren Pollen dem Regen schutzlos preisgegeben bleibt [21].

Ich fand z. B. bei Franzeshöh im südlichen Tyrol bei andauerndem Regenwetter am dritten Regentage (18. Juli 1875) die Blumen von *Sempervivum Funkii*, *Sedum atratum*, *repens*, *Saxifraga aizoon*, *Potentilla grandiflora*, *Veronica saxatilis*, *Galium silvestre*, *Euphorbia cyparissias*, und ebenso die Blumengesellschaften von *Achillea atrata* und *Millefolium*, *Senecio abrotanifolius* und *Doronicum*, *Hypochaeris helvetica*, *Solidago Virgaurea* und *Chrysanthemum alpinum* offen und ihre

Antheren benetzt, *Tunica Saxifraga* schutzlos dem Regen geöffnet, jede Blüthe mit einem grossen, den ganzen Blumenkronensaum ausfüllenden Tropfen behaftet und durch das Gewicht desselben übergeneigt, *Cerastium arvense* und *Silene rupestris* offen, nur zum Theil durch Abwärtsneigung der Blütenstiele geschützt, *Alsine recurva* theils halb geschlossen, theils aber auch ganz offen, *Geranium silvaticum* offen, zwar meist, aber bei weitem nicht durchgängig, durch Neigung der Blütenstiele geschützt.

Wenn hiernach nicht in Abrede gestellt werden kann, dass das kostbare Befruchtungsmaterial, der Pollen, ziemlich häufig dem Verderben durch Regen ausgesetzt bleibt, namentlich bei Blumen, die durch Insekten verschiedener Ordnungen in einer wenig regelmässigen Weise befruchtet werden (alle so eben genannten Beispiele sind dieser Art), so lässt sich diese befremdliche Thatsache kaum anders als durch die Annahme erklären, dass die offene Lage des Pollens für diese Pflanzen einen Vortheil mit sich bringt, welcher den Nachtheil seiner zeitweiligen Zerstörung durch Regen noch überwiegt, und dieser Vortheil kann wol nur in der grösseren Wahrscheinlichkeit der Kreuzung durch beliebigen Insektenbesuch gesucht werden.

Kapitel 11.

Stufenweiser Uebergang der Blumen zur Anpassung an bestimmte Insektenformen.

Im Beginne der Blumenentwicklung brachte es das Hervorgehen derselben aus Windblüthen nothwendig mit sich, dass die Blumen ihre Lockspeisen allen Insekten frei ausgesetzt darboten. Einige wenige Blumen gelangten schon auf dieser niedrigen Entwicklungsstufe zu so erfolgreicher Anlockung mannigfaltiger Insekten, dass ihnen Kreuzung durch dieselben gesichert, die Möglichkeit der Selbstbefruchtung daher entbehrlich wurde. Auch für alle Nachkommen solcher Blumen war, sobald einmal Kreuzung durch eine zahlreiche Gesellschaft mannigfacher Besucher feststand, eine Veranlassung zu specieller Anpassung an einen bestimmten engeren Besucherkreis nicht vorhanden. Sie konnten daher im Laufe der Zeit zu einer umfangreichen Familie anwachsen, deren sämmtliche Glieder in der höchst einfachen Blumeneinrichtung im Wesentlichen vollständig übereinstimmen.

Fig. 19. Blumengesellschaft einer Schirmpflanze.

(*Anthriscus silvestris*.)

1 Ein Döldchen im ersten, männlichen Entwicklungszustande. Die Staubgefässe jeder Blüthe entwickeln sich einzeln nach einander und sind daher, wie vorliegende Figur zeigt, gleichzeitig in sehr verschiedenen Zuständen. Die Narben sämmtlicher Blüthen sind noch ganz unentwickelt. 2 Einzelne Blüthe, stärker vergrössert, im zweiten, weiblichen Entwicklungszustande. Alle Staubgefässe sind abgefallen, die Narben entwickelt. Fig. 1 zeigt zugleich die ersten Stufen der Differenzirung der einzelnen Blumen im Dienste der Gesellschaft. Die Randblumen haben ihre nach aussen stehenden Blumenblätter stärker vergrössert, wodurch die ganze Blumengesellschaft augenfälliger wird. ov Fruchtknoten; st Narben; n Nektar.



In diesem Falle befindet sich z. B. die umfassende Familie der Schirmpflanzen. Di

Blüthen derselben (1. 2. fig. 19) sind von einfachstem fünfzähligen Bau, völlig offen, in der Mitte mit einer zweitheiligen, breiten, polsterförmigen Anschwellung des Fruchtknotens, welche allen, auch den kurzrüsseligsten Insekten, ebenso aber auch den Regentropfen unmittelbar zugänglichen Honig (fig. 19, 2 n) in kleinen Tröpfchen oder in flacher anhaftender Schicht absondert. Durch massenhafte Nebeneinanderstellung bilden diese einzeln genommen sehr unscheinbaren Blümchen so augenfällige Flächen, dass ihnen reichlicher Insektenbesuch regelmässig zu Theil wird. Der Kreuzungsvermittlung durch denselben haben sie sich dadurch angepasst, dass sich in jeder Blüthe und in der Regel selbst in jedem Blütenstande zuerst langsam nach einander die Staubgefässe (1 fig. 19), erst später, nach deren Verblühen und Abfallen, die Narben (st 2 fig. 19) entwickeln, so dass also nur ältere Blüthen oder Blütenstände durch Vermittlung der mannigfachen Besucher mit Pollen jüngerer befruchtet werden können.

In allen diesen Eigenthümlichkeiten stimmen (abgesehen von *Hydrocotyle* und einigen anderen, ähnlich niedrigen Formen) die ungemein zahlreichen Gattungen und Arten der *Umbelliferen* in dem Grade überein, dass diese Eigenthümlichkeiten mit grösster Wahrscheinlichkeit als schon in einer sehr frühen Periode der *Umbelliferen*-Entwicklung von gemeinsamen Stammeltern erworben und auf alle Nachkommen vererbt betrachtet werden können.

Andere Blumen sind zur Bergung des Honigs im Grunde von Röhrcchen oder Glöckchen und damit zum Ausschlusse der kurzrüsseligsten und dümmsten und zu um so erfolgreicherer Anlockung der einsichtigeren und blumeneifrigen Insekten fortgeschritten und haben dann auf dieser Stufe eine so ausreichende Sicherung der Kreuzung erlangt, dass keiner ihrer Abkömmlinge zur Anpassung an einen engen Besucherkreis von Insekten einer bestimmten Abtheilung veranlasst gewesen ist. So namentlich die umfangreichste aller Blumenfamilien überhaupt, die der *Compositen*, denen, ebenso wie den *Umbelliferen*, durch Vereinigung zahlreicher Blumen zu augenfälligen Blumengesellschaften gesteigerter Insektenbesuch, und durch ungleichzeitiges Hervortreten beider Geschlechter regelmässige Kreuzung durch denselben zu Theil wird, die aber überdiess oft die Möglichkeit der Selbstbefruchtung bei ausbleibendem Insektenbesuch behalten haben.

Auch bei den *Compositen* sind die Bildung geschlossener Blumengesellschaften, die besondere Art der Honigabsonderung und die gesammte, bereits auf bedeutend höherer Organisationsstufe stehende Bestäubungseinrichtung so übereinstimmend bei allen Familiengliedern, dass sie nur als von den gemeinsamen Stammeltern erworben und mit gewissen Abänderungen auf alle Nachkommen vererbt betrachtet werden können. Schon die gemeinsamen Stammeltern der *Compositen* müssen oberständige röhrlige oder glockige Blumenkronen, einen die Griffelbasis umschliessenden Honig absondernden Ring, Verwachsung der 5 Staubbeutel zu einer den Blütenstaub in sich aufnehmenden Röhre, einen durch diese Röhre hindurchwachsenden, den Blütenstaub vor sich hertreibenden und schliesslich mit besonderen Haaren völlig herausfegenden Griffel besessen haben, der sich nach dem Herausfegen des Blütenstaubes in zwei auf der Innenseite mit Narbenpapillen besetzte Lappen oder Aeste auseinanderthat (ähnlich wie jetzt noch die *Lobeliaceen*), und viele solche Blüthen müssen schon bei den Stammeltern der *Compositen* zu einer geschlossenen Gesellschaft, einem Blütenkörbchen, vereinigt gewesen sein. Noch mehr als bei den *Umbelliferen* haben sich aber bei den *Compositen* im Verlauf der Entwicklung der Familie Differenzirungen der einzelnen Blumen im Dienste der Blumengesellschaft ausgeprägt, der Art, dass im Ganzen die nach aussen stehenden Blumen durch einseitige Vergrösserung der Blumenkrone auf Kosten der Geschlechtsorgane überwiegend der Steigerung der Augenfälligkeit der Gesellschaft dienen.

In welcher Weise die den *Compositen* eigenthümliche Bergung des Honigs in Röhrcchen oder Glöckchen ausschliessend auf die kurzrüsseligsten und dümmsten, dagegen steigernd auf den Besuch der langrüsseligern, einsichtigeren und zugleich blumeneifrigen Gäste wirkt, zeigt am deutlichsten folgende

Statistische Uebersicht des Insektenbesuchs einiger unserer häufigsten Compositen und Umbelliferen (nach fünfjähriger Beobachtung) [23].

Arten.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	Gesamtzahl der beobachteten Arten.	Z a h l d e r				Auf 100 die Blüten besuchende Insektenarten kommen von			
		Schmetterlings- arten.	Bienenarten.	Zweiflüglerarten.	sonstigen Insekten- arten.	Schmetterlingen.	Bienen.	Zweiflüglern.	sonstigen Insektenarten.

Compositen.

Taraxacum officinale . . .	93	7	58	21	7	7,5	62,5	22,6	7,4
Cirsium arvense . . .	88	7	32	24	25	7,9	36,4	27,3	28,4
Achillea millefolium . . .	87	6	30	21	30	6,9	34,5	24,1	34,5
Chrysanthem. leucanth. . .	72	5	12	28	27	6,9	16,6	38,9	37,5
Centaurea Jacea . . .	48	13	28	6	1	27	58,7	12,5	2
Carduus acanthoides . . .	44	4	32	3	5	9,1	72,7	6,8	11,3
Senecio Jacobaea . . .	40	3	16	18	3	7,5	40	45	7,5
Picris hieracioides . . .	29	3	16	9	1	10,3	55,2	31	3,4
Tanacetum vulgare . . .	27	5	7	7	8	18,5	25,9	25,9	29,6
Eupatorium cannabin. . .	18	9	2	6	1	50	11,1	33,3	5,5

Umbelliferen.

Heracleum Sphondyl. . .	118	—	13	49	56	—	11	41,5	47,4
Aegopodium Podagr. . .	104	—	15	34	55	—	14,4	32,6	52,9
Anthriscus silvestris . . .	73	—	5	26	42	—	6,8	35,6	57,5
Daucus Carota . . .	61	2	8	19	32	3,3	13,1	31,1	52,5
Carum Carvi . . .	55	1	9	21	24	1,8	16,4	38,2	43,6
Anethum graveolens . . .	46	—	6	15	25	—	13	32,6	54,3
Sium latifolium . . .	32	—	—	20	12	—	—	62,5	37,5
Angelica silvestris . . .	30	1	2	11	16	3,3	6,6	36,6	53,3
Chaerophyllum tem. . .	23	—	1	10	12	—	4,3	43,5	52,2
Pimpinella Saxifraga . . .	23	—	3	8	12	—	13	34,8	52,2

Andere Blumen von unbedeutender Grösse, welche in Bezug auf Bergung des Honigs und Ausschluss gewisser Gäste auf ungefähr derselben Entwicklungshöhe stehen, wie die *Compositen*, ohne wie diese durch Gesellschaftsbildung ihre Augenfälligkeit gesteigert zu haben, können in der Regel die Möglichkeit der Selbstbefruchtung nicht entbehren, da die gemischte Besuchergesellschaft, die ihnen zu Theil wird, unsicher und überdiess in Bezug auf die Vermittlung der Kreuzung unzuverlässig ist. Wenn daher solche Blumen die Stammeltern einer grossen Familie wurden, so stand den Familiengliedern die Möglichkeit offen, durch engere Anpassung an beschränktere Besucherkreise und energischere Anlockung derselben die Wahrscheinlichkeit der Kreuzung zu steigern. Dem entsprechend finden wir in solchen Familien nie eine solche Gleichförmigkeit, wie bei den *Umbelliferen* und *Compositen*, sondern in der Regel verschiedene Abstufungen der Anpassung an engere Besucherkreise und endlich an ganz bestimmte Insektenformen.

Als Beispiele zur näheren Erörterung dieses Verhältnisses wählen wir die Familien der *Cruciferen* und *Caryophyllen*.



Fig. 20. Blütheneinrichtung einer Crucifere.

(Wiesenschaumkraut, *Cardamine pratensis*.)

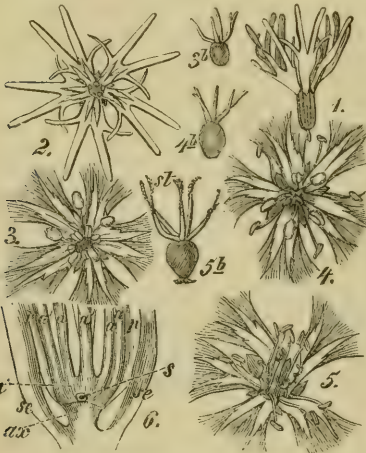
1 Blüthe, gerade von oben gesehen, 2 dieselbe, nach Entfernung der beiden vorderen Blumenblätter, von der Seite gesehen, 3 Befruchtungsorgane und Nektarien (n), doppelt so stark vergrössert.

Allgemein sitzt bei den *Cruciferen* der an den Wurzeln der Staubfäden abgesonderte Honig in einzelnen Tröpfchen im Grunde der Blüthe, bei aufrechtem Zusammenschliessen der Kelchblätter völlig versteckt, bei schwachem Auseinandertreten derselben bisweilen für geübtere Augen unmittelbar von aussen sichtbar. Allgemein ist ferner Kreuzung bei eintretendem Insektenbesuche nur dadurch ermöglicht oder begünstigt, dass die Staubgefässe sämmtlich oder zum Theile ihre pollenbedeckte Seite so stellen, dass ein zum Honig vordringendes Insekt sie streifen und

mit der entgegengesetzten Seite die Narbe berühren muss. Fliegt dasselbe Insekt alsdann von Blüthe zu Blüthe, von Stock zu Stock, und streckt seinen Kopf oder Rüssel in wechselnden Stellungen in die Blüthe, so wird es bisweilen auch Pollen früher besuchter Stöcke auf Narben später besuchter absetzen. Aber unzureichender Insektenbesuch und die Unsicherheit der ange deuteten Kreuzung nöthigen die meisten *Cruciferen*, im Nothfalle sich mit Selbstbefruchtung zu begnügen, welche dann durch unmittelbare Berührung der Narbe mit den kürzeren oder längeren Staubgefässen erreicht wird. Selbst grossblumigere, honigreichere und deshalb reichlicher von Insekten besuchte *Cruciferen*, wie *Cardamine pratensis* (fig. 20), können den Nothbehelf der Selbstbefruchtung nicht ganz entbehren. Sie beschränken aber durch Verlängerung und dichteres Zusammenschliessen der Kelchblätter den Zutritt zum Honig auf einen immer engeren Kreis langtrüsseligerer und emsigerer Besucher und gelangen dadurch schliesslich zur Anpassung an ganz bestimmte Insektenformen. Schon bei *Cardamine pratensis* ist der Honig bloss noch Schmetterlingen, Bienen und langtrüsseligen Fliegen (Wollschweben, Schnepfen- und Schwebfliegen), bei *Hesperis matronalis* nur noch Schmetterlingen und unserer langtrüsseligsten Fliege (*Rhingia rostrata*, fig. 7.), bei *Hesperis tristis* endlich ausschliesslich Schmetterlingen zugänglich.

Eine noch viel reichhaltigere Stufenfolge von offenen zu einseitig den Schmetterlingen angepassten Blumenformen hat die Familien der Nelkengewächse, *Caryophyllen*, (*Alsineen* und *Sileneen*) aufzuweisen. Die offenen Blüthen der *Alsineen* bieten ihren Honig allgemein zugänglich dar und werden daher überwiegend von kurzrüsseligen Insekten, besonders Fliegen, Käfern

und weniger ausgeprägten Bienen, besucht. Bei den *Sileneen* sind die Kelchblätter zu einem einzigen becherförmigen Stücke zusammengewachsen, mit dessen stufenweiser Verlängerung die Lage des Honigs eine immer tiefere, der Kreis der ihn erreichenden Besucher ein immer beschränkterer wird.

Fig. 21. Uebergang zur Anpassung an Schmetterlinge (*Lychnis flos cuculi*).

1 Blüthe, von der Seite gesehen ($\frac{2}{3} : 1$). 2 Blüthe, von oben gesehen. 3 Blütenmitte im ersten Stadium ($\frac{1}{3} : 1$). Die 5 äusseren Staubgefässe (bis auf 1) sind geöffnet, die 5 inneren noch geschlossen. 3b Stempel derselben Blüthe. 4 Blütenmitte im zweiten Stadium ($\frac{1}{3} : 1$). Die 5 äusseren Staubgefässe sind entleert und aus der Blüthe heraus gebogen, die 5 innern geöffnet. 4b Stempel derselben Blüthe. 5 Blütenmitte im dritten Stadium ($\frac{1}{3} : 1$). Alle Staubgefässe sind verblüht,

die Narben entwickelt. 5b Stempel derselben Blüthe. 6 Nektarium mit Umgebung, se Kelchblätter, p Blumenblätter, a äussere, a' innere Staubgefässe, ax Blütenachse, s Ansatzstelle des Stempels, n Nektarium, st Narbe.

Bei *Lychnis flos cuculi* z. B. hat die Kelchröhre mit ihren aufrecht stehenden Zähnen bereits eine Länge von 9—10 mm. erreicht, und nur noch Schmetterlinge, langrüsselige Bienen und unsere langrüsseligste Fliege, *Rhingia rostrata*, gelangen zum Honig. Endlich haben *Lychnis vespertina*, *Githago* u. a., die Arten der Gattung *Dianthus* und *Saponaria* durch noch weitere Verlängerung und Verengung der Kelchröhre auch noch die Bienen und *Rhingia* vom Honiggenusse ausgeschlossen, und sich damit auf Schmetterlinge, und zwar theils (*Dianthus*, *Saponaria ocyroides*) auf Tagfalter, theils (*Lychnis vespertina*, *Saponaria officinalis*) auf Abend- und Nachtfalter als Kreuzungsvermittler beschränkt.

Auch in zahlreichen anderen Familien sind ganze Reihen derjenigen Zwischenstufen erhalten geblieben, welche von allgemein zugänglichen zu bestimmten Insektenformen angepassten Blumenformen geführt haben, bei *Caprifoliaceen*, *Rubiaceen*, *Orchideen* z. B. zu den langrüsseligsten Schmetterlingen angepassten, bei *Ranunculaceen* und *Scrophulariaceen* zu den ausgeprägtesten Bienen angepassten u. s. w. Wir müssen uns hier indess damit begnügen, an einigen Beispielen die allmähliche Entstehung solcher Anpassungen nachgewiesen zu haben, und wollen nun einige derselben in ihrer vollendeten Ausprägung kennen lernen.

Kapitel 12.

Anpassung der Blumen an Schmetterlinge.

Um durch irgend welche bestimmte Insekten ausschliesslich und doch in ausreichender Weise Kreuzungsvermittlung erfahren zu können, muss eine Blume offenbar folgende Bedingungen erfüllen: 1. sich den bestimmten Insekten schon aus hinreichender Entfernung bemerkbar machen, 2. ihnen irgend etwas Angenehmes oder Nützlichendes, ein Genussmittel (im weitesten Sinne des Worts) darbieten, durch welches sie zu wiederholten Besuchen derselben Blumenart veranlasst werden, 3. ihnen den Blütenstaub so anheften, dass er in später besuchten Blumen zum Theil auf der Narbe abgesetzt werden muss, 4. andere Besucher von der Entwendung der Genussmittel abhalten. Je nach der Sinnesentwicklung und Geschmacksrichtung, dem Nahrungsbedürfniss, der Körperbildung und der Bewegungsweise der verschiedenen als Kreuzungsvermittler überhaupt tauglichen Insektenabtheilungen müssen also die ihnen einseitig angepassten Blumen verschiedene charakteristische Eigenthümlichkeiten besitzen. Aus den Eigenthümlichkeiten der Schmetterlinge lassen sich die Eigenthümlichkeiten der ihrer Kreuzungsvermittlung ausschliesslich angepassten Blumen folgendermassen ableiten.

1. **Bemerkbarmachung.** Alle Schmetterlinge oder Falter erfreuen sich eines ausserordentlich ausgebildeten Geruchssinnes, wie die in den letzten Jahren von meinem Bruder FRITZ MÜLLER entdeckten [22] ungemein mannigfachen besonderen Duftvorrichtungen derselben beweisen, die besonders bei der Liebeswerbung eine wichtige Rolle spielen. Lieblich duftende Blumen müssen deshalb besonders geeignet sein, sich Faltern, gleichgültig ob sie bei Tage oder bei Nacht fliegen, angenehm bemerkbar zu machen.

Dem entsprechend finden wir zahlreiche **Falterblumen** mit einem äusserst angenehmen würzigen Wohlgeruche ausgerüstet, wie z. B. in der Ebene Nelken (*Dianthus*arten) und Geisblatt (*Lonicera Caprifolium* und *Periclymenum*) [23], in

den Alpen das Chokoladenblümchen (*Nigritella angustifolia*), *Gymnadenia odoratissima*, *Daphne striata* [24] u. a. —

Zur Augenfälligmachung ist natürlich bei Abend und Nacht eine andere Ausrüstung erforderlich als bei Tage im hellen Sonnenschein. Es sondern sich daher, da die blumenbesuchenden Schmetterlinge theils bei Tage theils bei Nacht zu fliegen pflegen, auch die ihnen ausschliesslich angepassten Blumen zunächst in Tagfalterblumen und Nachtfalterblumen, zwischen welchen es jedoch eben so wenig an Zwischenstufen fehlt als zwischen den nur bei Tage und den nur bei Nacht fliegenden Schmetterlingen.

Die **Tagfalterblumen** haben sich Gästen bemerkbar zu machen, welche, wie ihr eigenes durch geschlechtliche Auslese erworbenes farbenprächtiges Schuppenkleid beweist, einen hochentwickelten Farbensinn besitzen. Dem entsprechend sind sie in der Regel mit lebhaft gefärbten, oft mit besonders fein gezeichneten Blumenblättern ausgerüstet (wie z. B. wiederum unsere Nelken [23], in den Alpen *Orchis globosa*, *ustulata* u. a.). Die **Nachtfalterblumen** dagegen haben Kreuzungsvermittler an sich zu locken, für welche, da sie Abends oder Nachts fliegen, die Pracht der farbig zurückgeworfenen Sonnenstrahlen gar nicht vorhanden ist, die vielmehr vermuthlich bloss ein Heller und Dunkler unterscheiden können. Demgemäss machen sich die Nachtfalterblumen entweder durch weisse oder blasse Blumenkronen, die sich in der Regel erst gegen Abend öffnen, und gleichzeitig durch Wohlgerüche, die erst mit beginnender Dämmerung sich kräftig entwickeln (z. B. Geisblatt [23], *Platanthera* [18], *Posoqueria* [15]) oder durch letztere allein (z. B. *Hesperis tristis* [24]), oder auch bloss durch helle Blumenfarbe (z. B. *Convolvulus sepium* [23]) weithin bemerkbar.

Zwischenstufen zwischen Tag- und Nachtfalterblumen bilden theils solche Blumen, die sich zwar der Kreuzungsvermittlung durch Abend- oder Nachtschmetterlinge angepasst haben, aber als Erbstück von tagblüthigen Stammeltern her noch hinreichende Lebhaftigkeit der Färbung besitzen, um auch Tagschmetterlinge mit Erfolg anzulocken, theils solche Blumen, die in ihrer Färbung ein derartiges Schwanken zeigen, dass manche mehr zur Anlockung von Tagfaltern, andere mehr zur Anlockung von Nachtfaltern geeignet erscheinen.

Als Zwischenstufe der ersteren Art ist z. B. *Lilium Martagon* zu betrachten, das in der Abenddämmerung am kräftigsten duftet und um diese Zeit höchst eifrig und erfolgreich von Schwärmern besucht und befruchtet wird [24], bei dem aber die von tagblüthigen Stammeltern ererbte lebhafte Farbe, wol weil es an geeigneten Abänderungen gefehlt hat, noch so wenig durch Naturauslese beseitigt ist, dass auch Tagfalter seine Blüten nicht selten aufsuchen und ihres Honigs berauben, meist ohne Befruchtung zu bewirken. Ist es von diesen seines Honigs beraubt, so wird es von seinen eigentlichen Kreuzungsvermittlern, den *Sphingiden*, nach einigen vergeblichen Proben verlassen und ist nun auf den Nothbehelf der Selbstbefruchtung angewiesen, eine bemerkenswerthe Mangelhaftigkeit der Anpassung! *Oenothera biennis* und *Mirabilis jalappa* dürften in dieselbe Kategorie gehören. Auch die früher erörterte *Posoqueria fragrans* [15] weist durch ihre noch ziemlich zahlreich bei Tage sich öffnenden Blumen auf tagblüthige Stammeltern hin.

Als Zwischenstufe der letzteren Art lässt sich z. B. *Daphne striata* [24] anführen, die bei Tag und Nacht gleich würzig duftet, in der Farbe zwischen lebhaft Rosenroth und Schneeweiss völlig unentschieden hin und her schwankt und eben so wol von Tag- als von Nachtfaltern besucht wird. Aehnlich verhalten sich *Gymnadenia conopsea*, *odoratissima* [24] und *Crocus vernus* [25].

2. Als Genussmittel; welches die Kreuzungsvermittler zu wiederholten Besuchen derselben Blumenart veranlasst, kann bei Falterblumen nur frei abgesonderter oder im Zellgewebe eingeschlossener und erst zu erbohrender Saft wirken, da ja Schmetterlinge ausschliesslich flüssige Stoffe geniessen. Die wirk-

samste Lockspeise der Falterblumen ist daher natürlich frei abgesonderter Honig. Auch fehlt derselbe thatsächlich den Falterblumen nur sehr selten.

(Er fehlt z. B. der *Orchis pyramidalis* [26], welche den zahlreichen Tag- und Nachtfaltern, von denen sie besucht wird — CH. DARWIN zählt 23 Arten auf — nichts anderes als im Zellgewebe des hohlen Sporns eingeschlossenen Honig darbietet.)

3. Die Uebertragung des Pollens wird von verschiedenen Falterblumen, gleichgültig ob sie bei Tag oder bei Nacht besucht werden, den allerverschiedensten Körpertheilen der Schmetterlinge anvertraut.

Hesperis tristis [24] klebt den in die Blüthe gesteckten Rüssel mit Pollen, *Martha fragrans* [15] schießt ihren Blütenstaub gegen den Rüssel, ehe derselbe noch in die Blüthe eintritt und verschließt ihm sogar gleichzeitig den Eingang; einige unserer *Orchideen*, *Gymnadenia* und *Anacamptis* [18] kitten ihre Staubkölbchen zierlich auf die Oberseite, *Nigritella* [24] auf die Unterseite des Rüssels, *Platanthera* [18] an die Wurzel des Rüssels oder auf die Augen, *Dianthus* [23] behaftet die Unterseite des Kopfes und der Vorderbeine, *Lonicera Periclymenum* (fig. 22) die Beine und die Unterseite des Leibes, exotische *Hedychium*arten [24] die Flügel der an- und abflatternden Falter mit Pollen, und in allen diesen Fällen wird derselbe von den behafteten Körperstellen mit Sicherheit auf die Narben später besuchter Stöcke übertragen.

4. Der Ausschluss anderer Besucher von den Genussmitteln wird von den Nachtfalterblumen, die sich erst des Abends öffnen, schon durch die Blüthezeit, von allen Falterblumen überhaupt, da die Schmetterlinge von allen Blumenbesuchern bei weitem die dünnsten Rüssel haben, in einfachster Weise dadurch erreicht, dass sich der Zugang zu dem Genussmittel so stark verengt, dass nur noch Schmetterlingsrüssel ihn passiren können.

So finden wir z. B. in den offenen Blumen der Lilien (*Lilium Martagon* [24], *L. bulbiferum*) [24] den Honig in einer so engen überdeckten Rinne auf der Mittellinie jedes Perigonblattes abgesondert, bei der Nachviole (*Hesperis tristis*) [24] und den Nelken (*Dianthus*) [23], *Saponaria*, verschiedenen *Silene* und *Lychnis*arten [25] den Eingang der im Grunde Honig bergenden Blume durch den verlängerten Kelch so zusammengeschnürt und von den Geschlechtsorganen so weit ausgefüllt, dass nur Schmetterlingsrüssel hindurch können, bei den zahlreichen Falterblumen endlich, die ihren Honig im Grunde einer Blumenröhre oder eines hohlen Sporns bergen, diese Honigbehälter oder ihre Eingänge in der Regel in gleichem Grade verengt.

Wie die übrigen Schmetterlinge an Düntheit, so sind gewisse Schwärmer (*Sphingidae*) an Länge des Rüssels allen andern Insekten weit überlegen. Und gleichzeitig mit ihrer am höchsten gesteigerten Rüssellänge haben dieselben einen so hohen Grad geistiger Ausrüstung für Gewinnung von Blumenhonig erlangt, dass sie wahrscheinlich auch an Schnelligkeit ihrer Blumenarbeit alle übrigen Insekten hinter sich lassen (siehe *Macroglossa stellatarum* in Kap. 19). Es musste deshalb gewiss manchen bereits langröhrigen Blumen in hohem Grade vortheilhaft sein, von diesen wirksamsten Kreuzungsvermittlern mit Vorliebe aufgesucht zu werden, und dies bewirkende Abänderungen hatten alle Aussicht, im Wettkampf der Blumen um die Kreuzungsvermittler entscheidend zu wirken und sich als dauernde Eigenschaften auszuprägen. So konnten durch Naturauslese Blumen entstehen, die durch ihre Röhren- oder Spornlänge alle übrigen Blumen ebenso überragen, wie die Schwärmer alle übrigen Schmetterlinge durch ihre Rüssellänge, Blumen, welche recht eigentlich den Namen **Schwärmerblumen** verdienen.

Wo die Schwärmer meist nur Abends und Nachts zu fliegen pflegen, wie es in der Ebene und niederen Berggegend wol in der Regel der Fall ist, können natürlich auch nur solche Schwärmerblumen sich ausprägen und gedeihen, welche Abends und Nachts sich bemerkbar machen, **Nachtschwärmerblumen**. Auf den Hochalpen dagegen schwärmen einige *Sphingiden* (z. B. *Macroglossa stella-*

tarum und *fusciformis*) sehr gewöhnlich auch am hellen Tage, selbst in brennender Mittagssonne, und hier sind in der That auch **Tagschwärmerblumen** zur Ausprägung gelangt.

Von den prächtig blauen *Gentiana*arten der Hochalpen z. B., deren Blüteneingang durch die zu einer Scheibe verbreiterte Narbe verschlossen wird (Untergattung *Cyclostigma*) bergen einige Arten (*G. bavarica* u. *verna* [24]) ihren Honig im Grunde so langer Blumenröhren, dass nur Schwärmerriüssel ihn erreichen können, und in der That wurden auch als Kreuzungsvermittler dieser Blumen nur in brennender Mittagssonne schwebende Schwärmer (*Macroglossa stellatarum*) beobachtet.

Einen auffallenden Gegensatz zu diesen Tagschwärmerblumen, die, fast geruchlos, mit prächtig blauer Farbe in brennender Mittagssonne den unermüdllich von Blume zu Blume schiessenden und schwebend deren Honig saugenden *Macroglossen* entgegenglänzen, bei rauhem Wetter aber und bei einbrechender Dämmerung sofort sich schliessen, bildet, als **Nachtschwärmerblume**, unser gemeines Geisblatt (*Lonicera Perichlymenum*) [23], welches seine nicht minder langröhriigen Blumen erst gegen Abend öffnet und nun erst durch bleiche Farbe und kräftigen Wohlgeruch sich weit hin bemerkbar macht — ganz ähnlich wie die bereits früher von uns kennen gelernte Nachtschwärmerblume (*Posoqueria fragrans*.)



Fig. 22. Eine Nachtschwärmerblume

(*Lonicera Perichlymenum*).

1 Ein Blütenstand des wilden Geisblattes. a ältere Blüthe, bräunlich gelb. 2 Ein Ligusterschwärmer (*Sphinx ligustri*), an einer Blüthe desselben saugend. 3 Blumenkrone, in der Mittellinie der Oberseite offen gespalten und auseinander gebreitet. n Nektar. 4 Griffelende mit Narbe. 5 Querdurchschnitt des Ovarium. 6 Fruchtknoten und Kelch.

Der Einfachheit wegen ist so eben das Zusammenpassen der Röhrenlängen und Rüssellängen der Schwärmerblumen und Schwärmer so dargestellt worden, als wenn sich bloss die Schwärmerblumen den Schwärmerriüsseln angepasst hätten. Um Missverständnissen vorzubeugen, dürfte es vielleicht nicht überflüssig sein, ausdrücklich hervorzuheben, dass die Verlängerung der Blumen-

röhren (bei uns von 1 bis 30, in den Tropen bis über 250 mm. [8]) und die gleich starke Verlängerung der Insektenrüssel von Anfang an nur in gegenseitiger Anpassung aneinander erfolgt sein und nur allmählich durch Befestigung und Anhäufung kleiner individueller Abänderungen sich ausgebildet haben kann. Denn da den langröhriigsten Blumen eine Röhrenverlängerung nur insofern von Vortheil ist, als sie den wirksamsten Kreuzungsvermittlern den Honig allein aufspart und sie dadurch zu um so häufigeren Besuchen veranlasst, so ist es undenkbar, dass Naturauslese eine Röhrenverlängerung weit über das Maass der längsten Rüssel hinaus, wenn sie wirklich einmal als individuelle Abänderung auftreten sollte, erhalten und ausprägen würde. Eben so verhält es sich mit der Rüssellänge, deren Steigerung weit über das Maass der längsten Röhren hinaus, den Blumenbesuchern ebenfalls nutzlos oder direct nachtheilig wäre.

Diejenigen Naturforscher und Philosophen, welche zur Erklärung der Entstehung der Arten des Thier- und Pflanzenreichs, im Gegensatz zu DARWIN, nur sprungweise Abänderungen annehmen, müssen also durchaus die Länge der Blumenröhren und der Insektenrüssel gleich-

zeitig gleich grosse Sprünge machen lassen. Eine derartige Hopstheorie wird wol kaum Jemand festhalten, dem nicht das wunderthätige Eingreifen eines Entwicklungsgesetzes, eines vorgefassten Schöpfungsplanes oder eines hellsehenden Unbewussten ein- für allemal über alle Räthsel hinweghilft.

Den »frommen Gemüthern« aber, »die auch in den Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Kerfen das Walten einer allweisen, allgütigen Vorsehung zu bewundern lieben, und ebenso Freunden des nie irrenden Unbewussten, denen zufolge das Hellssehen des Instinktes ja gerade immer solche Punkte betrifft, welche die bewusste Wahrnehmung überhaupt nicht zu erreichen vermag,« muss jenes in Südbrasilien angepflanzte *Hedychium* zur Beachtung empfohlen werden, in dessen honigspendenden Blumenröhren gewisse Schwärmer sich mit ihren Rüsseln festklemmen und die Blumen zerschlagend auch selbst langsam dahinsterben [27].

Kapitel 13.

Anpassung der Blumen an wespenartige Insekten (*Hymenoptera*).

Die wespenartigen Insekten (*Hymenoptera*) stellen sich uns, wie bereits früher (Kapitel 5) gezeigt, als eine Stufenfolge scharf gesonderter Familien dar, die aus der Gewöhnung an neue, die Brutversorgung vervollkommnende Lebensthätigkeiten hervorgegangen sind. Der zunehmenden Complicirtheit derselben entsprechend haben sie zugleich stufenweise gesteigerte Grade geistiger Befähigung erlangt, die sich namentlich auch in der verschiedenen Fähigkeit, versteckten Blumenhonig aufzufinden, zu erkennen giebt [9].

Am tiefsten stehen in dieser Beziehung die pflanzenanbohrenden Wespen. Von ihnen werden die Holzwespen gar nicht, die Gallwespen [28] sehr vereinzelt, nur die Blattwespen in zahlreichen Arten und ziemlich häufig als Blumenbesucher angetroffen. Auch diese besuchen nur in die Augen fallende Blumen, sehr vorwiegend solche mit völlig offenem, weit seltener solche mit etwas versteckterem oder unmittelbar gar nicht sichtbarem Honig; letztere aber vermögen sie nur dann auszubeuten, wenn sich ihr Honig durch einfaches Auf- fliegen und Abwärtsbewegen des Mundes erlangen lässt, wie z. B. bei *Ranunculus* (fig. 1), *Salix* (fig. 13) und den meisten *Cruciferen*. Da überdiess die Blattwespen sich in der Regel nur ziemlich träge von Blüthe zu Blüthe bewegen, so sind sie als ausschliessliche Kreuzungsvermittler irgend welcher Blumen wenig geeignet; und da sie durch keine einzige körperliche oder geistige Eigenthümlichkeit befähigt sein würden, Honig zu erlangen, der anderen Blumenbesuchern unzugänglich wäre, so ist keine Möglichkeit einzusehen, wie sich besondere Blattwespenblumen hätten ausbilden können. In der That ist auch keine einzige den Blattwespen besonders angepasste Blume bekannt.

Die Schlupfwespen (*Ichneumonidae*) haben durch das beständige Aufsuchen und Beschleichen bestimmter anzubohrender lebender Insektenarten zugleich die Fähigkeit erworben, auch ganz unscheinbare Blumen leicht aufzufinden, sobald nur dieselben offenen Honig darbieten. Dabei sind sie behender bei ihren Blumenbesuchen und fliegen weit rascher von Stock zu Stock als die Blattwespen. Sie sind daher sehr wohl geeignet, als ausschliessliche Kreuzungsvermittler einer Blume zu genügen. Den ausschliesslichen oder fast ausschliesslichen Besitz gewisser Blumen vermögen sie aber, bei ihrer Kurzrüsseligkeit, nur dann zu behaupten, wenn andere zum Aufsuchen unscheinbarer Blumen ebenso befähigte Blumenbesucher, wie namentlich die Grabwespen und Bienen, durch

die Natur des Standortes von der Concurrenz ausgeschlossen sind. Bienen und Grabwespen lieben im Allgemeinen sonnige Sammelplätze, Schlupfwespen dagegen gehen ebenso gut im tiefsten Schatten ihrer Beute nach. Besondere **Schlupfwespenblumen**, Blumen, die wenigstens annähernd ausschliesslich durch Schlupfwespen gekreuzt werden, konnten sich daher am ersten an schattigen Standorten ausprägen oder da erhalten bleiben. Unsere in feuchten Gebüschern und Laubwäldern nicht seltene, unscheinbare *Listera ovata* (fig. 16), deren Blüthen-einrichtung und Befruchtungsweise bereits im 9. Kapitel näher erörtert worden ist, kann als unzweideutiges Beispiel einer Schlupfwespenblume dienen.

Ausser mannigfachen, bei günstigem Wetter regelmässig in Mehrzahl sich einfindenden Schlupfwespen wurde als regelmässiger Besucher derselben nur noch ein kleiner Bockkäfer (*Grammoptera larvis*) und als einmaliger nutzloser Gast eine Hummel (*Bombus muscorum L.*) beobachtet.

Eine ganz ähnlich eingerichtete, aber noch weit unscheinbarere und trotz ihrer Unscheinbarkeit regelmässig Kreuzung erfahrende Blume der Hochalpen, die unter kargen Grasbüschern versteckte *Chamaorchis alpina* [25], dürfte ebenfalls kleinen Schlupfwespen ihre regelmässige Kreuzung verdanken.

Von tiefgreifendstem Einflusse auf die Entwicklung der Blumenformen ist der Uebergang der Schlupfwespen zur Grabwespenlebensweise gewesen [9.] Denn indem sie dazu übergegangen sind, die mit einem Eie belegten Beutethiere in eigens dazu angefertigten Höhlen in Sicherheit zu bringen, sind sie vermuthlich die Stammeltern sämmtlicher Bruthöhlen anfertigender *Hymenopteren*familien geworden, zunächst der Grabwespen (*Sphegidae; Fossores Latr.*), sodann der aus diesen weiter hervorgegangenen Ameisen (*Formicidae*), Wespen (*Vespidae*) und Bienen (*Apidae*). Den eigenthümlichen Bewegungen aber, welche diese *Hymenopteren* beim Graben ihrer Bruthöhlen und beim Hineinkriechen in dieselben (bisweilen von unten in senkrecht herabhängende Zweigenden) bethätigen müssen, haben sich ungemein zahlreiche Blumen in der Weise angepasst, dass sie aus regelmässigen, nach oben gerichteten zu zweiseitig symmetrischen (zygomorphen) mehr oder weniger wagerechten Blumenformen geworden sind, die zu ihrer Ausbeutung ein Auseinanderzwängen eng zusammenschliessender Theile erfordern (wie z. B. die *Papilionaceen*) oder ein Hineinstrecken des Kopfes oder völliges Hineinkriechen in Blumenhöhlen, (wie z. B. die meisten *Labiaten*, Fingerhut, Löwenmaul und zahlreiche andere *Scrophulariaceen*). Andere Blumen, die sich ihnen angepasst haben, sind zwar regelmässig geblieben, haben sich aber senkrecht nach unten gekehrt und ihren Eingang so verengt, dass ebenfalls andere Blumenbesucher nur noch sehr unbequem oder gar nicht mehr Antheil an der Blüthenausbeute nehmen können (z. B. manche *Ericaceen*) [25].

Da die Grabwespen allen ihnen vorausgehenden *Hymenopteren* ebenso in Emsigkeit und Geschicklichkeit beim Aufsuchen des Blumenhonigs wie in Umsicht und Ausdauer bei ihrer Brutversorgung überlegen sind, so ist es sehr wol möglich, dass die ersten derartigen Umbildungen sich als Anpassungen an die Grabwespen selbst ausgebildet haben. Es ist dies um so weniger unwahrscheinlich, als mehreren höchst umfangreichen Familien, namentlich den *Labiaten* und *Papilionaceen*, die Anpassung an höhlengrabende *Hymenopteren* derart gemeinsam ist, dass sie auf ein hohes Alter, auf Ererbung von den gemeinsamen Stammeltern dieser umfassenden Familien hinweist, und als ferner die einfacheren Formen dieser Familien ausser von Bienen auch noch jetzt von Grabwespen besucht und gekreuzt werden. Die Stammeltern dieser jetzigen Bienenblumen-

familien mögen also sehr wohl Grabwespenblumen gewesen sein, ebenso wie die Stammeltern der jetzigen Bienenfamilie höchst wahrscheinlich Grabwespen gewesen sind. Seit der Entwicklung langrüsseligerer Bienen aber, denen alle Honigbezugsquellen noch weit zugänglicher sind als den Grabwespen, wird wahrscheinlich keine einzige Blume mehr ausschliesslich oder auch nur sehr überwiegend von Grabwespen befruchtet; es sei denn, dass gewisse, von gefürchteten Grabwespen viel besuchte Blumen aus Furcht vor diesen von anderen Blumenbesuchern gemieden werden, wie solches mit mehreren, von Wespen besuchten Blumen thatsächlich der Fall ist, die nach ihren fast ausschliesslichen oder doch sehr vorwiegenden Kreuzungsvermittlern wol als **Wespenblumen** bezeichnet zu werden verdienen.

So wurden z. B. die Blumen von *Epipactis latifolia*, die in der offenen halbkugeligen Schale ihrer Unterlippe eine reichliche Menge süssen Honigs absondern, in England (von CH. DARWIN) ausschliesslich von Wespen besucht gefunden[18], obgleich doch ihr Honig auch Bienen und Fliegen leicht zugänglich ist und in Deutschland (von CHR. CONR. SPRENGEL) auch eine Fliege mit auf den Rücken gekitteten Staubkölbchen dieser Art gefangen wurde. Die als Zierstrauch in unseren Gärten verbreitete Schneebeere (*Symphoricarpos racemosus*) lockt ebenfalls mit ihren honigreichen, weit offenen, der Grösse eines Wespenkopfes gerade entsprechenden, herabhängenden Glückchen in wespenreichen Gegenden (z. B. bei Mühlberg in Thüringen) so zahlreiche Wespen an sich, dass diese fast ausschliesslich die Kreuzungsvermittlung übernehmen, wogegen an wespenärmeren Orten (z. B. bei Lippstadt) neben ihnen oder statt ihrer Bienen und Grabwespen eintreten. *Scrophularia nodosa*, deren kuglige Köpfchen sich ebenfalls durch weiten, einem Wespenkopfe bequemen Eingang und reichliche Absonderung leicht zugänglichen Honigs den Wespen ganz besonders empfehlen, wird selbst in wespenärmeren Gegenden (bei Lippstadt) sehr vorwiegend von Wespen besucht und befruchtet, daneben nur spärlich von Bienen (*Halictus* und *Bombus*). Bei den beiden ersteren dieser drei Beispiele dürfte wol hauptsächlich die Furcht vor den Wespen, bei *Scrophularia* ausserdem der widrige Geruch der Blume, der vielleicht mit ähnlichem Geschmacke des Honigs verbunden ist, die Bienen von häufigerer Ausbeutung der Blumen abhalten. Ausser dem Geruch weist auch die Farbe von *Scrophularia* auf Anpassung an einen ästhetisch weniger ausgebildeten Besucherkreis hin.

Dass die **Ameisen** als Fussgänger und mit ihrer Gewohnheit, an derselben einmal aufgefundenen Honigquelle andauernd sitzen zu bleiben, zur Kreuzungsvermittlung wenig geeignet sind, ist bereits früher hervorgehoben worden. Es wird daher höchst wahrscheinlich gar keine der ausschliesslichen oder auch nur vorwiegenden Kreuzungsvermittlung durch Ameisen angepassten Blumen (Ameisenblumen) geben. Nur Schutzmittel gegen den Honigraub der Ameisen scheinen bei manchen Blumen ausgebildet zu sein.

Dagegen haben die **Bienen**, die sowol sich selbst als ihre Brut ausschliesslich mit Blumennahrung beköstigen, als regelmässigste und emsigste Blumenbesucher nicht bloss sich selbst der Gewinnung der Blumennahrung in durchgreifendster Weise angepasst, sondern auch auf die Gestaltung der Blumen den tiefgreifendsten Einfluss gewonnen.

Schon die niedrigsten Bienen, welche noch ganz auf der Organisationshöhe der Grabwespen stehen und sich von ihnen ausschliesslich durch die Versorgung ihrer Brut mit Honig und Blütenstaub unterscheiden (*Prosopis*, fig. 4) übertreffen an Fähigkeit und Neigung, verborgene, reicher fliessende Honigquellen offen liegenden unergiebigeren vorzuziehen, die Grabwespen mindestens eben so sehr als diese die Blattwespen; überdiess aber sind sie eifrige Pollensammler und auch als solche zur Kreuzungsvermittlung vorzüglich geeignet. Von ihnen aus aber führen zahlreiche Abstufungen zu immer langrüsseligeren und zugleich immer blumeneifrigeren Bienen, die immer einseitiger die reichsten tief geborgenen

Nektarien bevorzugen und dadurch eben so gewiss auch zur Ausprägung von Bienenblumen mit immer tiefer geborgenem Honig Veranlassung gegeben haben, als es den Blumen am vortheilhaftesten ist, die eifrigsten und geschicktesten Besucher als regelmässige Kreuzungsvermittler an sich zu locken.

Mit der Rüssellänge hat sich im Ganzen gleichzeitig auch die Ausrüstung zum Pollensammeln stufenweise gesteigert und vervollkommnet und die Bienen mehr und mehr befähigt, während des Honigsaugens auf denselben Blüten nebenbei zugleich auch Blütenstaub einzuernten. Wenn wir daher von der niedrigsten zu immer höheren Stufen einzeln lebender Bienen emporsteigen, so wird uns bei denselben ein immer spärlicheres Aufsuchen solcher Blumen, die nur Pollen darbieten, bemerkbar.

Der Uebergang zur Gesellschaftsbildung und die weitere Arbeitstheilung innerhalb der Gesellschaft führen jedoch in der Bienenfamilie naturnothwendig einen bedeutenden Umschwung in Bezug auf die Gewinnung der Blummahrung herbei. Denn das gesteigerte Nahrungsbedürfniss einer zahlreichen Gesellschaft veranlasst dieselbe zu möglichst vollständiger Ausnutzung der in der Umgegend überhaupt vorhandenen Blummahrung; neben den tieferen und reicheren Honigquellen werden daher von den Bienengesellschaften auch flachere und ärmere, neben den honighaltigen Blumen auch die nur Pollen darbietenden wieder reichlicher besucht. Und die Arbeitstheilung innerhalb der Gesellschaft erstreckt sich alsbald auch auf die Honig- und Pollenernte. Denn da aus dem Wettkampfe verschiedener gleichartiger Gesellschaften um die vorhandene Nahrung natürlich diejenigen als Sieger hervorgehen, welche die vortheilhafteste Methode der Nahrungsgewinnung befolgen, so muss durch Naturauslese mehr und mehr die für die Gesellschaft offenbar vortheilhafteste Sammelmethode ausgeprägt werden, die darin besteht, dass jedes Individuum, beim Honigsaugen sowol als beim Blütenstaubsammeln, sich möglichst andauernd an eine und dieselbe Blumenart hält. In allen diesen Beziehungen lässt sich von den unausgebildeteren Gesellschaften der Hummeln zu den ausgebildeteren der Honigbienen noch eine erhebliche Vervollkommnung nachweisen.

Alle die genannten Verhältnisse lassen sich nur nachweisen, treten dann aber auch mit unzweifelhafter Sicherheit hervor, wenn man, wie ich es gethan habe, von möglichst zahlreichen Blumen Jahre lang alle verschiedenartigen Insektenbesuche möglichst vollständig beobachtet und aufzeichnet, und sodann die Blumen einerseits, die Insekten andererseits nach dem in Betracht kommenden Gesichtspunkte in verschiedene Kategorien ordnet und die Zahlen der verschiedenartigen Besuche einsetzt.

Unterscheiden wir a) Blumen mit unmittelbar sichtbarem Honig, b) Blumen mit nicht unmittelbar sichtbarem, aber durch einfaches Abwärtsbewegen des Mundes erreichbarem Honig, c) Blumen mit völlig verstecktem Honig, welche der Bewegungsweise der höhlengrabenden *Hymenopteren* angepasst oder doch kurzrüsseligeren Besuchern unzugänglich sind, d) nur Pollen darbietende Blumen und stellen unter e) für die Pflanzen oder die Besucher nutzlose Besuche und berechnen dann, wie viel Procent von sämmtlichen in fünf Jahren beobachteten und in meinem Buche »über Befruchtung der Blumen durch Insekten« verzeichneten Blumenbesuchen verschiedener *Hymenopteren*abtheilungen auf jede dieser Blumenabtheilungen kommen, so ergibt sich, als Veranschaulichung und zugleich als Beleg der oben aufgestellten Behauptungen folgende:

Statistische Uebersicht der stufenweisen Vervollkommnung der körperlichen und geistigen Befähigung der Hymenopteren zur Gewinnung der Blummahrung [9].

	a.	b.	c.	d.	e.
Blattwespen	85,4	13,0	—	—	1,6
Grabwespen	63,7	30,0	4,8	1,5	—

	a.	b.	c.	d.	e.
Bienen auf der Organisationshöhe der Grabwespen (<i>Prosofipis</i>)	45,2	33,3	7,1	11,9	2,4
Kurzrüsselige, einzeln lebende Bienen (<i>Andrena</i> und <i>Halictus</i>)	33,9	40,2	11,4	9,6	4,9
Mittlrüsselige einzeln lebende Bienen (<i>Cilissa</i> , <i>Panurgus</i> , <i>Dasy-poda</i> , <i>Rhophites</i> , <i>Halictoides</i>)	9,6	65,4	17,3	5,8	1,9
Langrüsselige einzeln lebende Bienen (<i>Eucera</i> , <i>Anthophora</i> , <i>Saropoda</i>)	5,4	5,4	85,7	3,5	—
Unausgebildete Gesellschaften, der Hummeln (<i>Bombus</i>)	9,1	26,3	55,6	4,0	5,0
Ausgebildete Gesellschaften, der Honigbiene (<i>Apis mellifica</i>)	18,6	25,3	34,5	13,4	8,2

Entsprechend der stufenweise gesteigerten körperlichen und geistigen Ausrüstung der Bienen für die Aufsuchung und Gewinnung des Blütenstaubes und Honigs haben sich natürlich auch die ihrer Kreuzungsvermittlung angepassten Blumen stufenweise vervollkommen. Nur die unausgeprägteren Bienen sind ausnahmsweise noch einmal dumm genug, sich durch bunte Farbe und süssen Wohlgeruch wiederholt in eine Falle locken zu lassen, die sie zur Kreuzungsvermittlung nöthigt, ohne ihnen selbst einen merklichen Vortheil zu gewähren, wie wir es im 9. Kapitel von den Grabwespen (*Andrena*) in Bezug auf die Bienenfallenblume des Frauenschuh (*Cypripedium Calceolus*) gesehen haben. Im Ganzen genommen sind die **Bienenblumen** Mechanismen, welche, von den Bienen in Gebrauch genommen, nicht nur diese zur unbewussten Kreuzungsvermittlung nöthigen, sondern ihnen auch reiche Ausbeute an Blütenstaub oder Honig oder beiderlei Genussmitteln gewähren. Und während die unausgeprägteren dieser Mechanismen auch den Grabwespen noch zugänglich sind und von ihnen thatsächlich besucht und gekreuzt werden (wie z. B. von den *Papilionaceen*: *Melilotus officinalis*, von den *Labiaten*: *Thymus*, *Salvia silvestris* u. a.), bieten andere, in ähnlicher Weise wie die Falterblumen, eine stufenweise gesteigerte Beschränkung auf immer engere Kreise immer langrüsseligerer und emsigerer Besucher dar.

Von Bienenblumen, die zur Ausbeutung ein Auseinanderzwängen eng zusammenschliessender Theile erfordern, bieten namentlich die *Papilionaceen* mannigfache Abstufungen dar von solchen Formen, die ursprünglich wol Grabwespenblumen gewesen sein können bis zu solchen, die nur noch den langrüsseligeren Bienen zugänglich sind. Die Gattung *Trifolium* allein weist eine Steigerung der Röhrenlänge von kaum 2 mm. (*T. fragiferum*) bis über 10 mm. (*T. alpestre*) auf. Noch zahlreichere Abstufungen finden sich von solchen Bienenblumen, die ein Hineinkriechen oder ein Hineinstecken des Kopfes in Röhren erfordern — namentlich in den Familien der *Labiaten* und *Scrophulariaceen*. Auch bei den regelmässigen, gerade nach unten gekehrten Bienenblumen finden sich Stufenreihen zunehmender Röhrenlänge, z. B. bei den *Ericaceen* [25], besonders deutlich aber in der Gattung *Ribes*, welche Abstufungen der Röhrenlänge von 0 (*R. alpestre*) bis zu 11 mm. (*R. aureum*) darbietet.

Dass die Umgestaltungen der Blumen unter dem Einflusse der Bienen sehr verschiedenen Alters sind, lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit daraus schliessen, dass sie in einigen Fällen (z. B. bei *Papilionaceen* und *Labiaten*) ganzen Familien, in anderen (z. B. bei *Delphinium*, *Aquilegia*, *Aconitum*,) nur Gattungen gemeinsam sind, während in noch anderen Fällen der Uebergang von offenen, allgemein zugänglichen zu ausgeprägten Hummelblumen innerhalb einer und derselben Gattung sich vollzogen hat (z. B. in der Gattung *Gentiana*).

Wie bei den Falterblumen gewisse Schwärmer, eben so sind bei den einheimischen Bienenblumen gewisse Hummeln die zuletzt allein bevorzugten Gäste, denen sich zahlreiche Blumen in ihrer ganzen Gestaltung ausschliesslich angepasst haben, wie z. B. der den ganzen Sommer hindurch tagtäglich unserer Beobachtung zugängliche weisse Bienensaug (*Lamium album*).

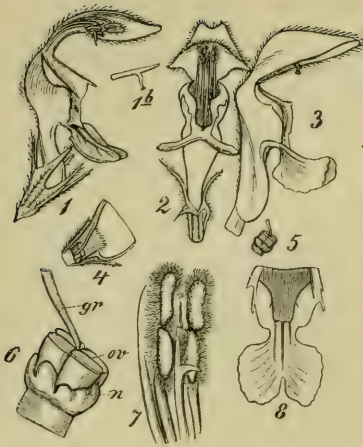


Fig. 23. Eine Hummelblume (*Lamium album*).

1 Blüthe, nach Hinwegscheidung der halben Oberlippe von der Seite gesehen. 1b Ende des Griffels. 2 Blüthe, gerade von vorn gesehen. 3 Blumenkrone, von der Seite gesehen. 4 Unterster Theil der Blüthe im Längsdurchschnitt. 5 Nektarium und Ovarium. 6 Desgl. stärker vergrößert. 7 Staubbeutel und Narbe, von unten gesehen. 8 Unterlippe, gerade von oben gesehen.

Der von der fleischigen Unterlage des Fruchtknotens in reichlicher Menge abgesonderte Honig wird hier in dem untersten schräg aufsteigenden Stücke der Blumenkrone beherbergt, gegen Regen und unbefruchtete Insekten ebenso wohlverwahrt als den Hummeln bequem zugänglich. Denn der erweiterte, senkrecht aufsteigende Theil der Blumenkronenröhre hält alle zu

kurzrüsseligen Bienen, der Haarkranz über dem Honigbehälter alle in die Blumen kriechenden kleinen Insekten und langrüsseligen Fliegen vom Genusse des Honigs ab. Und die gewölbte Oberlippe mit ihrer den Regen nicht haften lassenden Behaarung bildet ein Wetterdach, welches nicht nur die honighaltige Röhre, sondern auch Staubgefäße und Narbe gegen den Regen schützt und zugleich die letzteren in passender Lage hält, um gegen den Rücken jeder den Honig saugenden Hummel gedrückt zu werden. Den langrüsseligen Hummeln aber ist der Honig trotz dieser sorgfältigen Bergung bequem zugänglich, da sich die ganze Blumenform der Form und Bewegung der Hummeln zur bequemsten Honigausbeute und sicheren Kreuzungsvermittlung angepasst hat. Summend mit ausgestrecktem Rüssel kommt die honiggierige Hummel angefliegen. Auf die zweilappige Unterlippe sich stützend, mit den Vorderfüßen ihre verschmälerte Basis umfassend, steckt sie den Kopf in den weiten Eingang zwischen den stumpfen Seitenlappen hinein, und ihr Rüssel gelangt, durch die Gestaltung der Röhre sicher geführt, in der ihm bequemsten Biegung in den Safthalter hinab, während ihr Rücken zuerst die am weitesten nach unten hervorragende Narbe berührt und mit fernher mitgebrachtem Pollen behaftet, dann sich gegen die nach unten geöffneten Antheren drückt und neuen Blütenstaub aufnimmt.

Nur die langrüsseligeren Hummeln und einige andere Bienen von ähnlicher Körpergröße und Rüssellänge vermögen in der beschriebenen Weise den Honig zu erlangen und die Kreuzungsvermittlung zu leisten. Sie thun es aber bei gutem Wetter so überflüssig reichlich, dass man an schönen Sommertagen bisweilen schon Morgens zwischen 9 und 10 Uhr $\frac{4}{5}$ aller Blüten ausgebeutet und gekreuzt findet. [23].

Wie vorthellhaft aber auch diese Aufsparrung eines reichen Honigvorrathes für einen beschränkten Kreis eifrigster Blumenbesucher sein mag, mit einer Gefahr ist sie doch untrennbar verknüpft: sie reizt gewisse zur Auffindung des so versteckten Blumenhonigs hinreichend einschichtige, aber zu seiner normalen Erlangung zu kurzrüsselige Bienen zum Diebstahl mit Einbruch. So durchbeißt bei *Lamium album* an Blüten und dem Aufblühen nahen Knospen ungemain häufig unsere kurzrüsseligste Hummel (die Erdhummel, *Bombus terrestris*, mit nur 7—9 mm. langem Rüssel) die Blumenkrone an ihrer Unterseite etwas über dem Kelche und stiehlt, den Rüssel durch eines der gebissenen Löcher steckend, den Honig, ohne den Blumen dafür den Dienst der Kreuzungsvermittlung zu leisten, und die Honigbiene (*Apis mellifica*) mit 6 mm. langem Rüssel, zu schwach, denselben Einbruch zu vollführen, benutzt die von der Erdhummel gebissenen Löcher zu gleichem Honigdiebstahl. Aklei (*Aquilegia*), Hohlwurz (*Corydalis*), rother Klee (*Trifolium pratense*) und zahlreiche andere den langrüsseligsten Bienen angepasste Blumen, befinden sich in demselben Falle. Bald durchbeißt *B. terrestris* ihre Honigbehälter mit den Oberkiefern, bald durchsticht sie dieselben mit den zusammengelegten Maxillarladern, im ersteren Falle 2 Löcher, im letzteren ein einziges als Eingangsöffnung für den Rüssel zur Gewinnung des

Honigs sich selbst bereitend [17]. Die blasig erweiterten Kelche mancher langröhrigen Blumen, z. B. *Silene inflata* und *Rhinanthus*, sind vielleicht als Schutzmittel gegen solchen Honigdiebstahl zur Ausprägung gelangt, obgleich auch sie noch bisweilen dieselbe Vergewaltigung erleiden.

Kapitel 14.

Anpassung der Blumen an Zweiflügler (*Diptera*).

Den Schmetterlingen bietet, wie wir gesehen haben, die ausnehmende Dünne oder Länge ihres Rüssels, den Bienen die durch das Graben von Bruthöhlen erlangte Fähigkeit und Neigung zur Ausführung eigenthümlicher Bewegungen die Möglichkeit dar, sich Blumenhonig zu verschaffen, welcher den übrigen blumenbesuchenden Insekten unzugänglich ist. Die Schlupfwespen sind durch ihre Uebung im Suchen in den fast ausschliesslichen Alleinbesitz einiger Blumen gesetzt, die von Grabwespen und Bienen gemiedene Standorte bewohnen. Die räuberischen Wespen endlich verscheuchen durch die Furcht vor ihrem Giftstachel und ihren Fresszangen die übrigen Gäste von gewissen Blumen, die sie mit Vorliebe besuchen. Den Zweiflüglern steht keiner dieser Vorzüge zu Gebote. Sie müssen sich deshalb in der Regel mit dem Mitgenusse der Blumennahrung begnügen und sind daher gewöhnlich auch nur als Mitarbeiter an der Kreuzungsvermittlung für die Blumen von Wichtigkeit. Selbst die langrüsseligen und blumeneifrigsten Fliegen (*Empiden*, fig. 17, *Conopiden*, 1—3, fig. 8, *Bombyliden* 4, 5, fig. 8 und von den *Syrphiden* vorzüglich *Rhingia* fig. 7), welche auch *Papilionaceen*, *Labiaten* und die mannigfachsten anderen den Bienen angepassten Blumen auszubeuten wissen, werden doch sämmtlich in dieser Fähigkeit von Bienen und Schmetterlingen weit überholt und befinden sich auch nicht annähernd im Alleinbesitze, ja gerade sie spielen nicht einmal eine vorwiegende Rolle als Besucher und Befruchter irgend einer Blume. Im Gegentheile sind gerade die kurzrüsseligen Fliegen, da sie sowol in Bezug auf die Menge der verschiedenen Arten als der Individuen von allen kurzrüsseligen Blumenbesuchern bei weitem am zahlreichsten sind, auf gewissen Blumen, nämlich auf solchen mit völlig offenem Honig, wie z. B. auf den Blüthenschirmen der *Umbelliferen* (fig. 19), nicht selten vorherrschend. Auch Blumen mit zwar etwas tiefer liegendem, aber noch unmittelbar sichtbarem Honig, wie z. B. diejenigen vieler *Rosifloren*, welche ihren Honig im Grunde einer offenen Schale bergen, werden häufig von den mannigfaltigsten, vorwiegend wieder von kurzrüsseligen Fliegen besucht. Gesellt sich zum leichtzugänglichen Honig noch eine schmutziggelbe oder schwärzlichpurpurne Farbe der Blume, wie z. B. einerseits bei Ahorn (*Acer*) und Perückenstrauch (*Rhus Cotinus*), andererseits bei *Comarum palustre*, oder ein ekelhafter Geruch, wie z. B. beim Weissdorn (*Crataegus Oxyacantha*), so treten die Fliegen als Besucher noch mehr in den Vordergrund. Denn die hauptsächlich durch grelle Farben angelockten Käfer, und die in ihrer Geschmacksrichtung in Bezug auf Farben und Gerüche mit uns im Ganzen übereinstimmenden Bienen und Schmetterlinge bleiben dann grösstentheils zurück, wogegen die an schmutziggelben stinkenden Kothhaufen und schwärzlichpurpurnem ekelhaft riechendem Fleische mit Wollust sich weidenden Fliegen gerade durch diese Ekelfarben und Gerüche sich um so mächtiger angezogen fühlen.

So eröffnen gerade diejenigen Eigenthümlichkeiten gewisser kurzrüsseliger *Dipteren*, welche wir am wenigsten als Vorzüge derselben bezeichnen möchten,

nämlich ihre Liebhaberei an Fäulnisstoffen und ihre völlig unausgebildete Blumeneinsicht, die Möglichkeit ihnen vorwiegend oder selbst ausschliesslich angepasster Blumen. Aber diese Blumen sind natürlich auch danach! Es sind missfarbige oder übelriechende Blüthen, welche die übrigen Blumenbesucher und uns selbst anekeln, und die sich daher nicht unpassend als **Ekelblumen** bezeichnen lassen. Als unausgeprägte Ekelblumen, welche andere Besucher nur sehr unvollständig zurückschrecken, können Weissdorn (*Crataegus Oxyacantha*), Hollunder (*Sambucus nigra*), Raute (*Ruta graveolens*) und *Calla palustris* [25], als ausgeprägte Haselwurz (*Asarum europaeum*) [25], gefleckter Aron (*Arum maculatum*) [25], vor allem aber zahlreiche ausländische *Aroideen*, *Asclepiadeen*, *Aristolochiaceen* und *Rafflesiaceen* bezeichnet werden, die durch ihren Aasgeruch Aas- und Fleisch-Fliegen in Menge an sich locken. Die vorzüglich am Cap zahlreich vertretenen *Stapelia*arten (*Asclepiadeen*) z. B. führen mit ihren grossen, purpurgefleckten und aasartig riechenden Blumen Aas- und Fleischfliegen (*Sarcophaga*, *Calliphora*, *Lucilia*) so vollständig irre, dass dieselben nicht nur, in der Meinung, faules Fleisch unter sich zu haben, mit ihren Rüsseln in die Blüthen tupfen, sondern sogar, durch den Aasgeruch verführt, in diese Blumen ihre Eier oder Maden legen [44], welche dann natürlich kläglich zu Grunde gehen.*)

Die mangelnde Blumeneinsicht der Aas- und Fleischfliegen und anderer kurzrüssliger, Fäulnisstoffe liebender *Dipteren* giebt sich nicht bloss in der eben beschriebenen Art, sich durch Geruchseindrücke täuschen zu lassen, deutlich zu erkennen. Auch in Bezug auf Lockspeisen der Blumen nehmen sie leicht Schein für Wirklichkeit und haben dadurch die Ausprägung von Blumen veranlasst, welche durch Scheinnectarien sie täuschen und zur Kreuzungsvermittlung nöthigen, von Blumen, die wir hiernach als **Täuschblumen** bezeichnen können.

Bei dem allbekanntesten Fliegenblümchen (*Ophrys muscifera*) [25] z. B. trägt die purpurbraune, durch einen fahlbläulichen nackten Fleck noch mehr an faulendes Fleisch erinnernde Unterlippe an ihrer Basis zwei schwarze glänzende Knöpfchen, welche täuschend wie zwei Flüssigkeitstropfen aussehen und so gestellt sind, dass eine Fleischfliege, die eines dieser Knöpfchen beleckt, kaum vermeiden kann, das darüber stehende Staubkölbchen [18] sich an den Kopf zu kitten (ähnlich wie bei den in fig. 16 und 17 erläuterten Blumen) und in einer später besuchten Blüthe, in der sie eben so verfährt, mit dem Staubkölbchen gegen die Narbe zu stossen. Der grösste Theil der Unterlippe bedeckt sich nun einige Zeit nach dem Oeffnen der Blüthe mit Tröpfchen, welche in der That, wie die direkte Beobachtung gezeigt hat, Fleischfliegen (*Sarcophaga*) anlocken, die diese Tröpfchen leckend, gegen die beiden bloss scheinbaren Tropfen an der Basis der Unterlippe vorschreiten. Wenn dann die Fleischfliege vor ihrem Wegfliegen an den beiden Scheintropfen oder auch nur an einem derselben leckt und auf einer später besuchten Blüthe ebenso verfährt, so wird sie, durch dieselben getäuscht, zur Kreuzungsvermittlerin des Fliegenblümchens.

Aehnlich dürfte auch die Kreuzungsvermittlung der übrigen *Ophrys*arten sein. Eine Aehnlichkeit der *Ophrys*blumen mit Fliegen, Bienen oder Spinnen, wie sie die Namen *O. muscifera*, *apifera*, *aranifera*, *arachnites* andeuten, wird einem in Auffassung von Insektenformen geübten Auge sicherlich niemals auffallen, und ohne allen Zweifel haben diese ganz unbegründeten Vergleiche die Entdeckung der physiologischen Bedeutung der *Ophrys*blüthen mehr gehindert als gefördert.

*) Offenbar ist auch hier das hellsehende, zweckmässig handelnde Unbewusste E. v. HARTMANN's schlecht auf seinem Posten!

Ein noch auffallenderes Beispiel von Täuschblumen bietet die Einbeere, *Paris quadrifolia* [25], dar, da sie gar nicht einmal Saft absondert, sondern lediglich durch trügerischen Schein Fliegen anlockt. In der Mitte ihre Blüthe glänzt, mit 4 purpurfarbenen, von Narbenpapillen rauhen Griffelästen gekrönt, der schwarzpurpurne Fruchtknoten, als wäre er von Feuchtigkeit bedeckt. Er lockt ebenfalls Fäulnisstoffe liebende *Dipteren* an sich, die ihn belecken, dann oft, die Staubgefässe als Abfliegestangen benutzend, sich mit Pollen behaften, den sie dann auf der nächsten Blüthe, auf deren Mitte sie auffliegen, zum Theil an deren Narben absetzen.

Eine Sicherung der Kreuzungsvermittlung aber ist bei der Flüchtigkeit und Unstetheit der fäulnisstoffliebenden Fliegen auf den Blumen, die sie besuchen, kaum zu erwarten, wofern nicht ein äusserer Zwang zur Kreuzungsvermittlung sich hinzugesellt.

In der That wird das Fliegenblümchen durch Fleischfliegen nur sehr spärlich befruchtet, aber die ausserordentlich grosse Zahl der in einer einzigen Fruchtkapsel erzeugten Samen gleicht diesen Mangel einigermaßen aus, so dass es den Nothbehelf der Selbstbefruchtung noch entbehren kann. *Ophrys apifera* dagegen, dem wol noch spärlichere Kreuzungsvermittlung zu Theil wird, ist zu regelmässiger Selbstbefruchtung zurückgekehrt [18]. Ebenso ist der Einbeere, *Paris quadrifolia*, obgleich ihre Narben den Staubgefässen in ihrer Entwicklung weit voraus eilen, wodurch offenbar bei eintretendem Fliegenbesuch die Wahrscheinlichkeit der Kreuzung bedeutend gesteigert wird, doch die Möglichkeit geblieben, im Nothfalle sich durch Selbstbefruchtung fortzupflanzen. Bei den vorhergenannten unausgeprägten Ekelblumen tritt ebenfalls, obgleich andere Insekten noch erheblich mitwirken, bei ausbleibendem Insektenbesuche in der Regel Selbstbefruchtung ein; bei den ausgeprägteren aber sind meistens die Zwangseinrichtungen ausgebildet, von denen hier die Rede sein soll.

In der That hat sich daher bei den meisten Ekelblumen eine Einrichtung ausgebildet, welche die einmal angelockten unsauberen Gäste festhält, bis sie den Dienst der Kreuzungsvermittlung geleistet haben. Und zwar werden bei manchen derselben eine Mehrzahl von *Dipteren* in einen geräumigen Behälter, einen Blüthenkessel, gelockt und in demselben gefangen gehalten, bis die anfangs allein entwickelten Narben verblüht sind und die Staubgefässe sodann sich entleert haben. Alsdann erst werden sie, mit Pollen beladen, wieder entlassen, den sie in dem nächstbesuchten Blüthenkessel dann nicht umhin können, an den Narben abzusetzen (**Kesselfallenblumen**).

Bei unserem gefleckten Aron (*Arum maculatum*) [25] z. B. hat sich der untere Theil der Blüthenscheide zu einer ringsum festgeschlossenen Düte, die einen geschützten Hohlraum, einen Blüthenkessel, umschliesst, zusammengerollt, während ihr oberer Theil ein weithin sichtbares Eingangszelt bildet, in welches winzige Mücken (*Psychoda phalaenoides*), durch den urinartigen Geruch des Arum wundersam angezogen, hineinfliegen. In dieses Eingangszelt ragt aus der Tiefe des Blüthenkessels das schwärzlichpurpurne Kolbenende hervor, als Leitstange, an welcher die Mücken in den Blüthenkessel hinabkriechen. Der Eingang in denselben ist mit einem Gitter verschlossen, welches von den zu starren Stäben umgewandelten Staubgefässen am oberen Theile des Kolbens gebildet wird. Zwischen diesen Gitterstäben hindurch können nun zwar die winzigen Mücken sehr leicht in den Blüthenkessel hineinkriechen. Wenn sie aber wieder heraus wollen, so stossen sie, so oft sie ihrer Gewohnheit gemäss nach dem Hellen fliegen, an die Gitterstäbe ihres Gefängnisses und fallen in dasselbe zurück. Erst wenn die anfangs allein entwickelten Narben verwelkt sind und die Antheren ihren Blüthenstaub entlassen haben, werden die Gitterstäbe schlaff, die Ränder der Blüthenscheide thun sich etwas auseinander, und die kleinen Gefangenen spaziren mit Pollen beladen heraus, um im nächsten Blüthenkessel, in denen es ihnen ebenso ergeht, den Pollen an die Narbe abzusetzen. Eine ähnliche Kesselfalle bilden die Blüthen unseres Osterluzei (*Aristolochia Clematitis*). Wie diese beiden Kesselfallenblumen durch Natur-

züchtung aus einfachen Ekelblumen hervorgegangen sein können, habe ich an einer anderen Stelle eingehender erörtert [25].

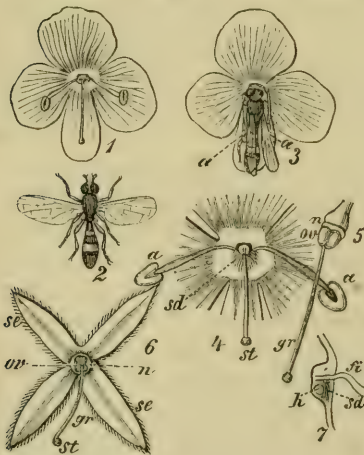
Bei anderen wird jede einzelne Fliege in der Blüthe, die sie besucht, festgeklemmt und erst nachdem sie sich mit Pollen behaftet hat, wieder entlassen; in später besuchten Blüthen bleibt dann ihr aus früher besuchten mitgebrachter Pollen an den Narben haften (**Klemmfallenblumen**).

Bei mehreren ausländischen *Cyripedium*arten [25] z. B. werden Fliegen in derselben Weise, wie *Andrena*arten bei unserem *Cyripedium* (Kap. 9) in der Unterlippe gefangen und vor dem Wiederaustritt festgeklemmt und zur Kreuzungsvermittlung gezwungen. Bei den *Stapelia*arten, welche, wie alle *Asclepiadeen*, besondere Klemmkörper besitzen, an denen je 2 Pollenplatten befestigt sind, klemmen sich die besuchenden Aas- und Fleischfliegen, indem sie mit ihren fleischigen Rüsseln in die Blüthen tupfen, die Klemmkörper so fest an die Rüsselhaare, dass sie nebst den ihnen ansitzenden Pollenplatten hervorgezogen und auf andere Blüthen mitgenommen werden, wo bei gleicher Bewegung des Fliegenkopfes die Pollenplatten in die Narbenkammern gerathen und in denselben sitzen bleiben.

Bei *Pinguicula alpina* [25] klemmt sich die besuchende Fliege, in Folge steifer, schräg nach hinten gerichteter Haare der Unterlippe, derart in der Blüthe fest, dass sie nur wieder herauskann, indem sie sich beim Rückwärtsgehen möglichst nach oben drängt; dabei streift sie mit dem Rücken die Antheren und behaftet ihn mit Pollen, der sich in später besuchten jüngeren Blüthen an der Narbe absetzt.

Während in allen bisher genannten Fällen es nur die Dummheit und die den übrigen Blumenbesuchern antipathische Geschmacksrichtung gewisser *Dipteren* ist, welche zur Ausbildung ihnen ausschliesslich angepasster Blumen Veranlassung gegeben hat, giebt es doch auch einige Blumen in der einheimischen Flora, welche sich dem ausgeprägten Farbensinne und der besonderen Bewegungsweise gewisser kleiner Schwebfliegen angepasst haben, freilich ohne gleichzeitig andere Besucher vom Genusse der dargebotenen Genussmittel und von gelegentlicher Kreuzungsvermittlung auszuschliessen.

Fig. 24. Eine Schwebfliegenblume (*Veronica Chamaedrys*).



1 Blüthe, gerade von vorne gesehen. 2 Kleine Schwebfliege (*Ascia podagrica*) vor der Blüthe schwebend und sich an ihrer Farbenpracht weidend. 3 Blüthe in dem Moment, wo die auf dem unteren Blatte angeflogene Schwebfliege die Wurzeln der Staubfäden erfasst und sich die Staubbeutel unter dem Leibe zusammenschlägt. 4 Blüthenmitte doppelt so stark vergrössert. 5 Stempel und Nektarium. 6 Kelch mit Stempel und Nektarium. 7 Blumenröhrchen im Längsdurchschnitt, n Nektarium, ov Ovarium, gr Griffel, st Stigma, Narbe, a Staubbeutel, fi Staubfaden, sd Saftdecke, h Honigtröpfchen, se Kelchblätter.

Unser gemeiner Ehrenpreis (*Veronica Chamaedrys*) mit seinen himmelblauen Blumen ist das gewöhnlichste und am genauesten beobachtete Beispiel dieser Art. Einige kleine Schwebfliegen, besonders Arten der Gattungen *Ascia* und *Melanostoma*, die in ihrer Grösse gerade diesen Blumen entsprechen, sind es, denen sich dieselben auch in ihrem Bestäubungsmechanismus in zierlichster Weise angepasst haben. Selbst schön gefärbt und mit ausgeprägtem Farbensinne versehen, schwebt eine solche Schwebfliege vor der farbenprächtigen Blume secundenlang an ein und derselben Stelle, anscheinend am Anblicke derselben sich weidend, schießt dann plötzlich vorwärts und setzt sich auf das unterste Blumenblatt, wobei sie den über der Mittellinie desselben frei

hervorstehenden, seinem Hintergrunde gleich gefärbten Griffel völlig übersieht und die Narbe mit der Bauchseite ihres Hinterleibes trifft, rückt dann mit ein paar Schritten bis zu der (durch den weissen Ring inmitten der himmelblauen Fläche und der noch dunkler blauen nach der Mitte zusammenlaufenden Linien) so scharf sich abhebenden Blütenmitte vor und versucht mit den Vorderbeinen am Blütheneingange selbst Halt zu gewinnen, um den kurzen Rüssel in das kurze honighaltige Blumenröhrchen zu stecken. Wie der Griffel so sind auch die beiden Staubgefässe, welche rechts und links über den beiden seitlichen Blumenblättern divergirend hervorstehen, so weit sie über dem weissen Ringe liegen, weiss, so weit sie über der himmelblauen Fläche liegen, himmelblau gefärbt und dadurch der Wahrnehmung der Schwebfliege entzogen. Indem dieselbe nun mit den beiden Vorderbeinen im Blütheneingange selbst festen Halt sucht, schlägt sie sich die beiden Staubgefässe, die aus verdünnter auswärts gebogener Basis sich allmählich keulig verdicken, ohne es zu wissen und zu wollen, unter der Bauchseite ihres Hinterleibes zusammen (3 fig. 24), die sich dadurch reichlich mit Blütenstaub behaftet. Auf jeder folgenden Blüthe wird daher von diesen kleinen Schwebfliegen sowol Belegung der Narbe mit dem von vorher besuchten Blüthen mitgebrachten Pollen, als Behaftung der Bauchseite mit neuem Pollen bewirkt.

Auch grössere Fliegen und Bienen besuchen diese Blumen gar nicht selten, bald um Pollen zu fressen oder zu sammeln, bald um Honig zu saugen, und bewirken dabei gelegentlich auch, in unregelmässiger, mehr zufälliger Weise, Kreuzung getrennter Stöcke. Aber nur als Anpassungen an die bezeichneten kleinen Schwebfliegen sind alle Eigenthümlichkeiten unserer *Veronica Chamaedrys* wohl verständlich.

Ganz ähnlich ist der Blüthenmechanismus der *Circaea*-arten und der alpinen *Veronica urticaefolia*.

Da die einzelnen Anpassungen der Blumen an Insekten nur specielle Fälle der im 3. Kapitel im Allgemeinen erörterten Naturzüchtung sind, so ist der Kürze der Darstellung wegen auf die einzelnen Momente der hierbei wirksamen Auslese nicht weiter eingegangen worden. Es mag jedoch nachträglich hiermit ausdrücklich darauf hingewiesen sein, dass die Naturzüchtung der Blumen weit enger als die meisten anderen Arten von Naturzüchtung mit der von uns Menschen ausgeübten Züchtung neuer Thier- und Pflanzenrassen übereinstimmt und daher auch unserem Verständnisse in noch höherem Grade zugänglich ist. Denn ebenso wie wir selbst diejenigen Individuen der von uns gezogenen Arten zur Nachzucht auswählen, welche uns am besten gefallen oder am nützlichsten sind, und wie wir dadurch, auch ohne es zu wissen und zu wollen, die Ausprägung neuer Rassen veranlassen, die uns besser gefallen oder nützlicher sind als die ursprünglichen, ganz ebenso wirken auch die blumenbesuchenden Insekten als unbewusste Blumenzüchter, und alle diejenigen Eigenschaften der Blumen, welche unmittelbar nur den Insekten, erst mittelbar, durch den Besuch und die Kreuzungsvermittlung der Insekten, auch den Pflanzen zu gute kommen, sind in ganz demselben Sinne Züchtungsproducte der Insekten, in welchem wir die Blumen- und Frucht-Sorten unserer Gärten als unsere eigenen Züchtungsproducte betrachten. In beiden Fällen geht mit der züchtenden Auslese der mit bestimmten Bedürfnissen und Geschmacksrichtungen ausgestatteten empfindenden Wesen, die zur Ausbildung diesen nützlicher oder angenehmer Lebensformen führt, blinde Naturzüchtung, welche die ihren Lebensbedingungen nicht entsprechenden Formen vernichtet, die passenden erhält, Hand in Hand.

Ich habe den Ursprung der in den 4 letzten Kapiteln besprochenen Blumenformen von diesem Gesichtspunkte aus an einer anderen Stelle [25] eingehender beleuchtet.

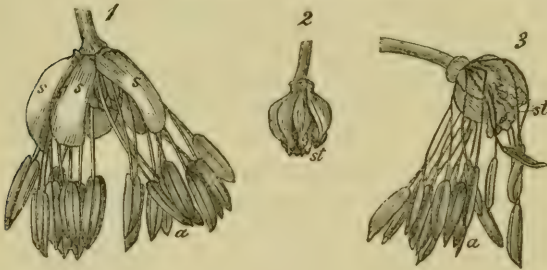
Kapitel 15.

Einfluss neuer Lebensbedingungen auf bereits ausgeprägte Blumen.

Wir haben nun aus den vortheilhaften Wirkungen der Kreuzung sowol die erste Umbildung von Windblüthen in Insektenblüthen oder Blumen, als auch deren allmählich gesteigerte Ausrüstung mit Farben, Gerüchen und Lockspeisen und ihren stufenweisen Uebergang zu immer engerer Anpassung an bestimmte Insektenformen uns verständlich zu machen gesucht. Aber die einzelnen jetzt lebenden Blumenarten sind keineswegs alle, wie es hiernach scheinen könnte, das Endergebniss einer in gleicher Vervollkommnungsrichtung stetig fortschreitenden natürlichen Entwicklung; vielmehr sind in zahlreichen Fällen bereits vollkommen ausgeprägte und bestimmten Lebensbedingungen auf's engste angepasste Blumenformen unter dem Einflusse neuer Lebensbedingungen vollständig umgeprägt worden; in manchen Fällen ist sogar statt eines Fortschrittes in gleicher Richtung eine Umbildung in rückläufiger Richtung erfolgt.

So sind z. B. in mehreren insektenblüthigen Familien einzelne Familienglieder von glücklicheren Concurrenten in der Anlockung geflügelter Kreuzungsvermittler so vollständig überholt worden, dass ihnen solche schliesslich gar nicht mehr zu Theil wurden. Manche in diese Lage gekommene Arten mögen ausgestorben sein; manche aber sind dadurch erhalten geblieben, dass bei ihnen Abänderungen eintraten, die ihnen die Rückkehr zur Windblüthigkeit ermöglichten.

Fig. 25. Rückkehr einer Blume zur Windblüthigkeit. (*Thalictrum minus*).



1 Blüthe mit noch nicht aufgesprungenen Staubbeutel. 2 Stempel derselben, mit schon empfängnisfähigen Narben. 3 Blüthe mit aufgesprungenen Staubbeutel und bereits abgefallenen Kelchblättern.

Unter den *Ranunculaceen* z. B. ist die Gattung *Thalictrum* durch den gänzlichen Mangel der Blumenblätter und des Honigs gegen *Ranunculus* (fig. 1) und die meisten sonstigen Familienglieder bedeutend im Nachtheil.

Wenn nun die ansehnlichen Büschel der lang hervorstehenden Staubfäden auffallend gefärbt sind, wie z. B. bei *Th. aquilegiaefolium* blass lila, so werden dadurch immer noch in hinreichender Menge pollenbegierige Schwebfliegen und Bienen ange lockt, um gelegentliche Kreuzung zu bewirken. Fällt aber auch diese Augenfälligkeit hinweg, so werden die Insektenbesuche so spärlich, dass der Pflanze Vernichtung droht, und dass Kreuzung durch den Wind begünstigende Abänderungen, wenn sie auftreten, von entscheidendem Vortheile sein und durch Naturzüchtung ausgeprägt werden müssen. So ist es bei *Thalictrum minus* (fig. 25.) geschehen, deren Staubfäden schlaff herabhängen, so dass die glatten, kaum noch klebrigen Pollenkörner leicht vom Winde erfasst und auf die bereits entwickelten Narben jüngerer Blüthen übergeführt werden können. In ähnlicher Weise ist aus der insektenblüthigen Familie der *Rosaceen* *Poterium Sanguisorba*, aus der insektenblüthigen Familie der *Compositen* der Familienzweig der *Artemisiaceen* zur Windblüthigkeit zurückgekehrt.

Was in diesen Fällen inmitten eines von blumenbesuchenden Insekten reich bevölkerten Gebietes die überlegene Concurrenz anderer Blumen bewirkt hat, ist in anderen Fällen durch das Verschlagenwerden einer Blumenart auf ein der befähigten Kreuzungsvermittler entbehrendes Eiland veranlasst worden.

So findet sich auf der sturmgepeitschten Fläche Kerguelenlands, auf welcher geflügelte Insekten nicht bestehen können, weil jeder Fliegversuch sie dem Ertrinkungstode aussetzt, eine

windblüthige *Crucifere*, *Pringlea antiscorbutica*, die ihren Geburtsschein, welcher ihre Abkunft von insektenblüthigen Eltern nachweist, noch* bei sich trägt. Während sie nämlich auf dem grössten Theile der Insel bereits blumenblattlos geworden ist, entwickelt sie an geschützten Plätzen häufig noch Blumenblätter, und zwar so, dass manche Blumen desselben Blütenstandes nur ein einziges, andere zwei, drei oder vier derselben besitzen. Und diese Blumenblätter sind nicht immer von bleich grünlicher Farbe, sondern gelegentlich mit Purpur geschmückt (*Nature*, Vol. XII p. 35).

Auch die grosse Blumenarmuth entlegener oceanischer Inseln, das Ueberwiegen von Farnkräutern und das Vorkommen baumartiger *Compositen* auf vielen derselben lässt sich aus der Abhängigkeit der Blumen von den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten und der Umprägung bereits ausgeprägter Blumen unter dem Einflusse veränderter Lebensbedingungen erklären [29].

Ihre Pflanzen werden diesen Inseln als Sporen oder Samen durch irgend welche natürlichen Transportmittel, namentlich durch Meeresströmungen, durch den Wind und durch Wasservogel vom Festlande oder anderen Inseln aus zugeführt. (Albatrosse, Möven, Seetaucher und viele andere Schwimmvögel nisten landeinwärts, oft inmitten dichter Vegetation, und schleppen höchst wahrscheinlich oft ihrem Gefieder anhaftende Samen von Insel zu Insel auf weite Entfernungen.) Insekten mögen hauptsächlich durch heftige Stürme auf entlegene oceanische Inseln verschlagen werden. Bei dieser äusserst spärlichen und rein zufälligen Zusammenwürfelung von Blumen und Insekten müssen die ersteren in allen denjenigen, wahrscheinlich überwiegend häufigen Fällen, in denen sich zu ihrer Kreuzungsvermittlung geeignete Insekten nicht vorfinden, sobald sie sich nicht mehr durch stete Selbstbefruchtung zu erhalten vermögen, entweder zu Windblüthlern werden oder aussterben. Windblüthler dagegen, und ebenso Nacktblüthler, die in Folge der Leichtigkeit ihrer Sporen zum Transporte auf entlegene Inseln durch Vermittlung des Windes besonders geeignet erscheinen, sind jener Gefahr, durch Ausbleiben der Kreuzungsvermittlung auszusterben, weniger ausgesetzt. Auf äusserst insektenarmen Inseln, wie z. B. Tahiti und Juan Fernandez, können daher auch Blumen nicht gedeihen, und Farnkräuter, von der Concurrenz phanerogamischer Gewächse fast ganz befreit, zu so entschiedenem Uebergewichte gelangen, wie es thatsächlich dort stattfindet.

Von den Blumen aber sind besonders geeignet zur Uebertragung auf entlegene oceanische Inseln die *Compositen*, sowohl wegen der leichten Verbreitung ihrer mit einer Flugvorrichtung ausgerüsteten Samen, als wegen ihrer Fähigkeit, Insekten der verschiedensten Art als Kreuzungsvermittler zu benutzen. Es brauchen die auf insektenarmen Inseln verschleppten *Compositen* durch Naturzüchtung nur hinlänglich kräftig zu werden, um die Concurrenz der Farnkräuter zu besiegen und langlebig genug, um auch mit einer erst nach Jahren einmal erfolgenden Kreuzung auszureichen, so sind sie ihren neuen Lebensbedingungen ganz entsprechend ausgerüstet. So erklärt es sich, dass den verschiedensten Abtheilungen der umfangreichen *Compositenfamilie* angehörige Arten auf ganz verschiedenen weit vom Festlande abgelegenen Inseln (Galapagos, Juan Fernandez, St. Helena, Sandwichinseln und Neuseeland) baumartig geworden sind.

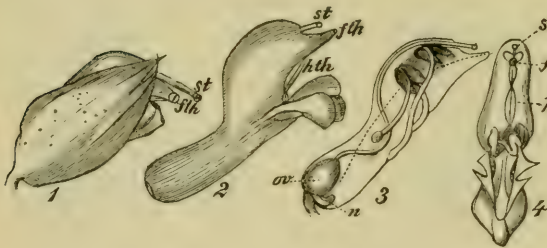
Ebenso wie beim Verschlagenwerden auf entlegene oceanische Inseln sind auch beim Ersteigen alpiner Höhen manche bereits ausgeprägte Blumen umgeprägt worden, in diesem Falle freilich nicht in Folge grosser Seltenheit von Kreuzungsvermittlern, sondern in Folge eines ganz anderen Zahlenverhältnisses zwischen den die Blumen besuchenden Insektenformen. In dem Verhältnisse der am Blumenbesuche beteiligten Insektenabtheilungen tritt nämlich alpenaufwärts dadurch eine sehr auffallende Veränderung ein, dass gegen die Baumgrenze hin die kleineren Bienen fast ganz verschwinden und nur die Hummeln, welche sich in tief in die Erde gegrabenen Nestern gegen die strenge Kälte des fast drei Vierteljahre dauernden Alpenwinters zu schützen vermögen, bis gegen die Schneegrenze hin aushalten, wogegen die Schmetterlinge, wenigstens die Tagfalter, bis zur Schneegrenze in erstaunlicher Individuenzahl sich umhertreiben und an verhältnissmässiger Häufigkeit gegen die übrigen Insektenabtheilungen,

mit Ausnahme der Hummeln, immer mehr in den Vordergrund treten. Diesem veränderten Insektenbestande entsprechend ist die Zahl derjenigen Blumen, welche für ausschliessliche Befruchtung durch Schmetterlinge ausgerüstet sind, auf den Alpen viel grösser als in der Ebene, und viele Blumenarten der Ebene, welche nur durch Bienen oder durch Bienen und Fliegen befruchtet werden, haben auf den Alpen Geschwisterarten wohnen, denen ausschliesslich Schmetterlinge als Kreuzungsvermittler dienen.

Z. B. werden *Daphne mezereum*, *Viola tricolor*, *Rhinanthus crista galli* (*major* und *minor*) und alle *Gentiana*-arten der Ebene theils durch Bienen und Fliegen, theils ausschliesslich durch Bienen (besonders Hummeln) befruchtet, ihre alpinen Geschwisterarten dagegen, *Daphne striata* [24], *Viola calcarata* [24], *Rhinanthus alpinus* [24] und die ganze Gruppe alpiner *Gentiana*-arten, zu welcher *G. bavaria* gehört, die Untergattung *Cyclostigma* [24], nur durch Schmetterlinge. Ebenso werden die Schlüsselblumen-Arten der Ebene durch Bienen, hauptsächlich Hummeln, diejenigen der Alpen, *Primula integrifolia*, *villosa* [24], *farinosa* u. a., nur durch Schmetterlinge befruchtet.

Die Geschwisterarten (Arten derselben Gattung) haben in diesen Fällen, den verschiedenen Kreuzungsvermittlern entsprechend, auch verschieden gestaltete Blumen, und es lässt sich in mehreren dieser Fälle aus der steigenden Complicirtheit der Blumenform mit Bestimmtheit erkennen, dass in ein und derselben fortlaufenden Generationsreihe erst Anpassung an Bienen, dann an Bienen und Schmetterlinge zugleich, endlich an Schmetterlinge allein erfolgt ist.

Fig. 26. Umprägung einer Hummelblume zur Falterblume (*Rhinanthus alpinus*).



1 Eine jüngere, noch fast ganz in den Kelch eingeschlossene Blüthe.
2 Blumenkrone einer älteren Blüthe.
3 Dieselbe, durch sorgfältige Entfernung der vorderen Hälfte offen gelegt. 4 Ältere Blüthe, von vorne gesehen. hth Hummelthüre, dicht verschlossen, fth Falterthüre, geöffnet und durch zwei blaue seitliche Lappchen bemerkbar gemacht. Die punktirte Linie bezeichnet den Weg des Falterrüssels. Zieht sich derselbe

honigbenetzt aus der Blüthe zurück, so bleibt er mit Pollen behaftet, der sich bei der nächst besuchten jüngeren Blüthe, zum Theil an der die Falterthür überragenden Narbe absetzt.

Bei *Rhinanthus* z. B. sind die der Kreuzungsvermittlung durch Hummeln angepassten Blüthen dadurch zu Falterblumen geworden, dass sich der breit offene Längsspalt der helmförmigen Oberlippe, durch welchen, dicht unter den Staubbeuteln, die Hummeln ihren Rüssel in die Blüthe stecken, durch dichtes Zusammenlegen der ihn umgebenden Ränder geschlossen, statt dessen aber in der schnabelförmigen Hervorragung der Oberlippe, dicht unter der hervorragenden Narbe, eine besondere Eingangsöffnung für die Rüssel der Falter ausgebildet und durch zwei blaue seitliche Lappchen bemerkbar gemacht hat.

Dieser Uebergang von der Anpassung an Hummeln zu derjenigen an Falter kann aber natürlich nicht unvermittelt erfolgt sein. Er lässt vielmehr als nothwendige Zwischenstufe einen Zustand der Blume voraussetzen, in welchem sich, neben den ursprünglich allein thätigen Hummeln, beim Aufrücken in alpine Höhen, auch zahlreiche Falter an ihrem Besuche beteiligten, und über der geöffneten Hummelthüre durch Naturauslese ein besonderes Thürchen für die besuchenden Falter gezüchtet wurde, welches auch diese zu Kreuzungsvermittlern machte. Der besonders in der subalpinen Gegend häufige *Rhinanthus alectorolophus* bietet uns noch heute diese Doppelanpassung, gleichzeitig an Hummeln und an Falter, dar. Er hat beiderlei Thüren geöffnet und wird von beiderlei Gästen besucht und gekreuzt [24].

In demselben Verhältnisse zu einander stehen *Viola tricolor* der Ebene, eine Bienenblume, ihre subalpine Abart *var. alpestris*, sowol von Bienen als von Schmetterlingen besucht und befruchtet, und die hochalpine *Viola calcarata*, eine ausgeprägte Falterblume [24], ferner von der Gattung *Gentiana* die den Hummeln angepasste Untergattung *Coelanth*e und die den *Macroglossen* und z. Th. vielleicht Tagfaltern angepasste *Cyclostigma* [24].

Es unterliegt hiernach wol kaum einem Zweifel, dass gewisse Alpenblumen ursprünglich aus der schmetterlingsärmeren und bienenreicheren Ebene oder niedern Berggegend gekommen sind, bereits völlig ausgerüstet für die Kreuzungsvermittlung durch Bienen, und dass sie die Umprägung in ihre heutige Form der veränderten Insektenwelt verdanken, welche sie beim Ersteigen alpiner Höhen antrafen.

Kleistogamie als Entwicklungshemmung.

Während in den bisher betrachteten Fällen die neuen Lebensbedingungen durch das Erhaltenbleiben der ihnen am besten entsprechenden Abänderungen langsam, im Laufe vieler Generationen, umbildend auf die Gestaltung der Blumen einwirkten, fehlt es andererseits auch nicht an Beispielen, in denen sehr ungünstige neue Lebensbedingungen plötzlich eine Entwicklungshemmung, ein Zurtückbleiben der Blüthen im Knospenzustande herbeizuführen scheinen, ohne dass dadurch die Fortpflanzung vereitelt wird. Nicht selten erfolgt nämlich unter solchen Umständen im Innern der knospenartig geschlossen bleibenden Blüthe Selbstbefruchtung, die von voller Fruchtbarkeit begleitet ist (Kleistogamie).

Bei verschiedenen Wasserpflanzen (*Ranunculus aquatilis*, *Alisma natans*, *Subularia aquatica*) bleiben die Blüthen, wenn der Wasserstand zu hoch ist, als dass sie die Oberfläche desselben erreichen könnten, bei übrigens unverändertem Bau geschlossen, befruchten sich in geschlossener Hülle, kleistogam, selbst und bringen Samen hervor, die zur Forterhaltung der Art genügen. Auch manche Landpflanzen öffnen bei kaltem, regnerischem Wetter ihre Blüthen nur halb, wie z. B. *Veronica hederifolia* oder gar nicht wie z. B. *Drosera rotundifolia* und *intermedia*, und pflanzen sich dann ebenfalls durch Selbstbefruchtung fort. In anderen Fällen scheint Versetzung in ein anderes Klima das Geschlossenbleiben der Blüthen verursacht zu haben, wie z. B. bei *Oryza clandestina* (*Leersia oryzoides*), deren Blüthen fast immer in den Blattscheiden eingeschlossen, kleistogamisch, sich zur Frucht entwickeln. Die volle Fruchtbarkeit, welche den kleistogamen Blüthen trotz der ungünstigen äusseren Einflüsse eigen ist, mag wol durch den Wärmegewinn, welchen das Geschlossenbleiben der Blüthenhülle offenbar mit sich bringt, wesentlich mit bedingt sein. Im Gegensatz zu dieser plötzlich als Entwicklungshemmung auftretenden Kleistogamie, welche in der Regel alle Blüthen einer Pflanze gleichmässig betrifft, werden unter gewissen Bedingungen auch durch Naturauslese kleistogame Blüthen gezüchtet, wenn an demselben Stocke grosshüllige und kleinhüllige Blumen neben einander auftreten. Davon im nächsten Kapitel.

Kapitel 16.

Gross- und kleinhüllige Blumen bei Pflanzen derselben Art [30, 31].

Ungemein häufig treten bei Pflanzen derselben Art entweder auf verschiedenen Stöcken oder auch auf einem und demselben Stocke verschiedene Blumenformen neben einander auf. In vielen Fällen scheint die Ausprägung derselben von dem Variiren der Grösse der gefärbten Blüthenhüllen, in anderen von dem Variiren der Länge der Staubgefässe und Griffel ausgegangen zu sein. Wir wollen in diesem Abschnitte die ersteren, im nächsten die letzteren Fälle in's Auge fassen und uns ihre Entstehung zu erklären suchen, müssen jedoch sogleich vorausschicken, dass noch manche andere Fälle von Mehrgestaltigkeit der Blumen

bekannt sind, die uns bis jetzt noch als völlig unentzifferte Räthsel gegenüberstehen.

Dass die Grösse der gefärbten Blüthenhüllen nicht selten in der Weise variirt, dass bei derselben Pflanzenart neben einander grossblumige und kleinblumige Stücke auftreten, ist bereits im 7. Kapitel bei der Erörterung der Wirkung gesteigerter Augenfälligkeit der Blumen, im Einzelnen nachgewiesen worden. Nicht minder geläufig ist jedem Botaniker die Thatsache, dass auch häufig auf demselben Pflanzenstocke manche Blumen grössere gefärbte Blüthenhüllen haben als andere. Wenn wir nun in jedem einzelnen Falle alle diejenigen Umstände berücksichtigen, welche auf die Naturzüchtung der Blumen nachgewiesenermaassen bestimmend einwirken, so dürfen wir hoffen, dass es uns gelingen wird, manche Erscheinungen der Blumenwelt, in denen wir Besonderheiten der Befruchtungseinrichtung mit Grössenunterschieden der gefärbten Blüthenhüllen constant verknüpft finden, als nothwendige Producte einer natürlichen Entwicklung uns verständlich zu machen.

Welches sind nun aber die Umstände, welche auf die Naturzüchtung der Blumen nachgewiesenermaassen bestimmend einwirken? Zuerst und vor Allem natürlich die verschiedenen Wirkungen der Kreuzung und Selbstbefruchtung, die wir im dritten Kapitel kennen gelernt haben. Wenn nämlich die aus Kreuzung hervorgehenden Nachkommen im Wettkampfe mit aus Selbstbefruchtung hervorgehenden schliesslich immer obsiegen, bei ausbleibender Kreuzung aber die meisten Pflanzen auch durch Selbstbefruchtung sich viele Generationen hindurch fortpflanzen können, so muss Naturauslese bei solchen Blumen, denen stets überreicher Insektenbesuch zu Theil wird, diejenigen zufällig auftretenden Abänderungen als bleibende Eigenthümlichkeit züchten, welche Kreuzung durch die Besucher unausbleiblich machen, gleichgültig, ob dabei die Möglichkeit der Selbstbefruchtung verloren geht oder nicht. Ist dagegen der Insektenbesuch unzureichend, so können nur solche Blumeneinrichtungen durch Naturzüchtung ausgeprägt werden, welche mit Ermöglichung oder Begünstigung der Kreuzung bei eintretendem Insektenbesuch die Sicherung der Selbstbefruchtung beim Ausbleiben desselben vereinigen.

Daraus folgt nun zweitens, dass vor Allem die Reichlichkeit des Insektenbesuchs auf die Richtung der Naturzüchtung der Blumen von entscheidendem Einflusse sein muss. Die Reichlichkeit des Insektenbesuches ist aber nicht nur von der Augenfälligkeit und dem Wohlgeruche einer Blume und von der Reichlichkeit und Schmackhaftigkeit der von ihr dargebotenen Lockspeisen, sondern auch von der Concurrenz der an demselben Orte gleichzeitig blühenden anderen Blumen*), von dem Pollen- und Honigbedarf der an demselben Orte während der Blüthezeit thätigen Insekten und von den gerade obwaltenden Witterungsverhältnissen, also von sehr mannigfaltigen und wandelbaren Umständen abhängig. Es lässt sich daher kaum anders als durch umfassende directe Beobachtung feststellen, ob einer Blume unter normalen Verhältnissen überreicherlicher oder ungenügender Insektenbesuch zu Theil wird.

Erst wenn diese Frage entschieden ist, können wir drittens beurtheilen, in welcher Weise ein Variiren der Grösse der gefärbten Blüthen bestimmend auf

*) Einen schlagenden Beleg hierfür liefert bei Lippstadt *Primula elatior*, die bis zum Aufblühen von *Geum rivale* von Hummeln sehr reichlich, alsdann aber nur noch sehr spärlich besucht wird, indem die Hummeln nun vorwiegend der letzteren Blume sich zuwenden.

die Naturzüchtung der gross- und kleinhülligen Blumen einwirken kann und muss. Denn es ist klar, dass bei überreichlichem Insektenbesuche, wenn also die Nachfrage nach Honig*) grösser ist als das Angebot der Pflanze, alle ihre Blumen, auch die kleineren, ihre Honigabnehmer und damit ihre Kreuzungsvermittler finden, wenn auch die am wenigsten in die Augen fallenden kleinhülligen von jedem Besucher in der Regel natürlich erst zuletzt ausgebeutet werden. Indem aber letzteres der Fall ist, wird ihr Pollen wenig oder gar nicht mehr auf weiter besuchte Blüthen gleicher Art übertragen, ihre Antheren werden nutzlos und durch Naturauslese beseitigt: die kleinhülligen Blumen von Insekten stets überreichlich besuchter Pflanzen werden rein weiblich.

Ist dagegen der Insektenbesuch nur eben noch oder überhaupt gar nicht mehr ausreichend, das Angebot von Lockspeisen seitens der Blumen also grösser, als die Nachfrage nach denselben seitens der Insekten, so werden die weniger in die Augen fallenden kleinhülligen Blumen gar nicht mehr besucht, sie »bleiben sitzen,« ohne Kreuzungsvermittlung zu erfahren; sie können daher durch Naturauslese nicht zu rein weiblichen, sondern nur zu regelmässig sich selbst befruchtenden gezüchtet werden, wie im 7. Kapitel bei Erörterung der Wirkung gesteigerter Augenfälligkeit bereits im Einzelnen nachgewiesen worden ist.

Sind diese Schlussfolgerungen richtig, so lassen sich folgende Fälle hinstellen, welche aus denselben erklärt werden können:

I. Es treten neben einander grossblumige und kleinblumige Stöcke derselben Pflanzenart auf.

A. Das Angebot von Lockspeisen seitens der Pflanze überwiegt die Nachfrage nach denselben seitens der Insekten. Dann entstehen grossblumige, für Kreuzung ausgerüstete, und kleinblumige, sich selbst befruchtende Stöcke (*Euphrasia officinalis*, *Viola tricolor* (fig. 14.), die sich zu Subspecies (*Rhinanthus major* und *minor*) und Species (*Malva silvestris* und *rotundifolia*) ausprägen können. (Vgl. Kapitel 7.)

B. Die Nachfrage nach Lockspeisen überwiegt das Angebot, der Pflanze wird überreichlicher Insektenbesuch zu Theil: dann werden die durchschnittlich zuletzt besuchten kleinhülligen Blumen rein weiblich. Was aus den zuerst besuchten grossblumigen wird, hängt davon ab, ob bei ihnen Kreuzung bereits gesichert ist oder nicht.

1. Ist die Blumeneinrichtung bereits eine solche, welche die besuchenden Insekten zur Kreuzungsvermittlung nöthigt, so kann Naturzüchtung an den grosshülligen Blumen keine die Wahrscheinlichkeit der Kreuzung steigernde Umbildung mehr hervorbringen. Es entsteht also eine Pflanze mit zweierlei Stöcken, von denen die einen grosshüllige Zwitterblumen (zweigeschlechtige Blumen) mit einer die Kreuzung sichernden Blütheneinrichtung, die anderen kleinhüllige, rein weibliche Blumen besitzt, eine **gynodiöcische** Pflanze [31].

Die Gundelrebe [30] (*Glechoma hederacea*) und manche andere Labiaten (*Thymus Scrypyllum* und *vulgaris*, *Origamum vulgare*, *Prunella vulgaris*, *Mentha arvensis* und *aquatica*, *Calamintha Nepeta*, *Salvia pratensis*) befinden sich in diesem Falle. Sie alle existiren in grossblumigen und kleinblumigen Stöcken mit reicher Honigabsonderung und überreichlichem Insektenbesuch. Bei ihnen allen ist dadurch, dass die Narbe den Staubgefässen in ihrer Entwicklung vorausseilt, schon in den Zwitterblumen Kreuzung bei eintretendem Insektenbesuche gesichert. Bei ihnen allen

*) In der Regel sind es nur honighaltige Blumen, denen stets überreichlicher Insektenbesuch zu Theil wird.

sind daher die grosshülligen Blumen zweigeschlechtig (zwitterig) geblieben, die kleinhülligen dagegen, welche von jedem Besucher in der Regel erst zuletzt ausgebeutet werden, rein weiblich geworden, und mit der Ersparniss der Pollenproduction haben die letzteren überdiess an Fruchtbarkeit zugenommen.

2. Sind dagegen die Blumen noch der Selbstbefruchtung ausgesetzt, während grossblumige und kleinblumige Stöcke neben einander auftreten, so werden bei überreichlichem Insektenbesuche, falls geeignete Abänderungen auftreten, durch Naturzüchtung nicht nur die kleinhülligen Blumen rein weiblich, sondern gleichzeitig die grossblumigen rein männlich werden, da hierdurch Kreuzung durch die Besucher gesichert, Selbstbefruchtung durch dieselben beseitigt wird. Es entstehen also diöcische Pflanzen.

So kommt z. B. Spargel [23] in der Regel, *Ribes alpinum*, *Rhus typhina* u. a. wohl stets in zweierlei Stöcken vor, von denen die einen grosshüllige rein männliche Blumen mit Stempelrudimenten, die anderen kleinhüllige rein weibliche Blumen mit Staubgefässrudimenten tragen. (Ausnahmsweise tritt Spargel auch zwitterblüthig und in mannigfachen Zwischenstufen auf.)

Bei solchen diöcischen Insektenblüthlern, die schon vor langen Zeitepochen zur Getrenntgeschlechtigkeit zurückgekehrt sind, haben sich endlich auch die verkümmerten Ueberreste des anderen Geschlechts, sofern sie nicht irgend welche andere Funktion ausübten, vollständig verloren.

In der Familie der Gurkengewächse (*Cucurbitaceen*) z. B., bei welcher sich, nach der Verbreitung dieser Erscheinung zu schliessen, grosshüllige männliche und kleinhüllige weibliche Blumen schon bei den gemeinsamen Stammeltern eines umfassenden Familienzweiges, wenn nicht der ganzen Familie ausgebildet zu haben scheinen, sind in der Regel in den männlichen Blüthen sowol als in den weiblichen die Rudimente des anderen Geschlechtes vollständig oder fast vollständig verschwunden. Bei der in unseren Hecken als Unkraut gemeinen *Bryonia dioica* z. B. zeigen die männlichen Blüthen keine Spur eines Stempels; in den weiblichen dagegen sind Staubfadenrudimente erhalten geblieben, weil die Haare derselben als Saftdecke dienen.

Treten in Folge noch grösserer Variabilität eine ganze Reihe verschiedener Stöcke auf, die sich alle in der Grösse der Blumenkrone unterscheiden, so kommt ausser der Naturauslese, die auch in diesem Falle in den Blüthen mit grösserer Corolla die Stempel, in denen mit kleinerer die Staubgefässe mehr oder weniger vollständig beseitigt, in sehr deutlicher Weise die Compensation des Wachsthums in's Spiel und bewirkt, dass in den männlichen Blüthen die Pistillrudimente um so mehr verkümmern, je mehr die Blumenkrone sich vergrössert, dass dagegen in den weiblichen Blüthen die Pistille sich um so stärker entwickeln, je mehr Blumenkrone und Staubgefässe an Grösse herabsinken.

So existirt *Vaeriana dioica* [30] in (wenigstens) viererlei mit verschiedenen Blumen ausgestatteten Stöcken: 1. solchen mit männlichen Blumen ohne Pistillüberrest und mit grössten Blumenkronen 2. Stöcken mit männlichen Blumen, mit Pistillüberrest und etwas kleineren Blumenkronen 3. Stöcken mit weiblichen Blumen mit deutlichen Antherenüberresten und noch kleineren Blumenkronen und 4. Stöcken mit weiblichen Blumen, die kaum noch sichtbare Antherenüberreste, aber die entwickeltesten Fruchtknoten und Griffel enthalten. Einen ähnlichen Fall von Blüthentetramorphismus hat Ch. DARWIN bei *Rhamnus Cathartica* [3] beobachtet.

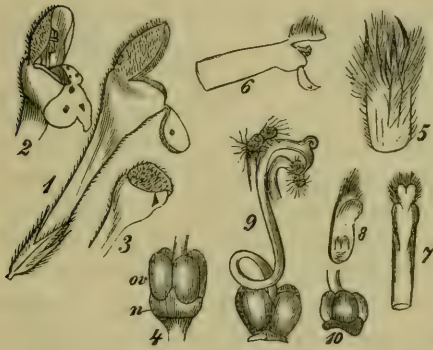
II. Es treten an demselben Stocke grosshüllige und kleinhüllige Blüthen auf.

A. Das Angebot an Lockspeisen seitens der Pflanze überwiegt die Nachfrage nach denselben seitens der Insekten. Die kleinhülligen Blüthen bleiben unbesucht.

In diesem Falle kommt die gelegentliche Kreuzung der grosshülligen Blüthen beiderlei Blumenformen gleichmässig zu Gute, da ja beide aus demselben Samenkorn sich entwickeln, und die Möglichkeit der Kreuzung wird dadurch für die

kleinhülligen Blumen ganz überflüssig. Zur Selbstbefruchtung aber brauchen sie weder sich zu öffnen, was ja immer mit Wärmeverlust durch Verdunstung und Kohlensäureentwicklung verknüpft ist, noch eine augenfällige Blütenhülle, noch wohlriechende Düfte zu entwickeln, noch Honig abzusondern, noch einen Pollenüberschuss zu erzeugen, und da die Ersparniss dieses ganzen nur der Kreuzung dienenden Aufwandes in den auf Kreuzung ein- für allemal verzichtenden Blumen für die Pflanzen offenbar ein erheblicher Vortheil ist, so muss Naturauslese in diesem Falle, beim Auftreten geeigneter Abänderungen, Blüten züchten, die sich niemals öffnen, die, honiglos und geruchlos, in winzigen Hüllen eingeschlossen, kleistogamisch, sich ausschliesslich selbst befruchten und die den Namen Blumen gar nicht mehr verdienen. So muss sich zwischen den grosshülligen und kleinhülligen Blüten desselben Stockes eine Arbeittheilung ausbilden, bei welcher die ersteren den bei eintretendem Insektenbesuche vortheilhaftesten Lebensdienst der Kreuzung, die letzteren den bei ausbleibendem Insektenbesuch für das Leben der Art entscheidenden Lebensdienst der Selbstbefruchtung übernehmen.

Fig. 27. Kleistogame und sich öffnende Blüten von *Lamium amplexicaule*.



1—4 Grosse, sich öffnende Blüten bei nicht ganz 2maliger Vergrösserung. 1 Ganze Blüthe, von der Seite gesehen. 2 Blütheneingang, schräg von rechts und vorne gesehen, Staubgefässe und Narbe zeigend. 3 Oberster Theil der Blumenkrone, unmittelbar vor dem Aufblühen. 4 Nektarium (n) und Ovarium (ov).

5—10 Kleine kleistogame Blüten. 5—8 bei 5maliger, 9—10 bei 24maliger Vergrösserung. 5 Die ganze kleistogame Blüthe, von aussen gesehen. 6 Blumenkrone derselben, gewaltsam geöffnet, von der Seite gesehen. 7 Dieselbe, etwas weniger weit geöffnet, von unten gesehen. 8 Blumenkrone einer nicht geöffneten kleistogamen Blüthe, von unten gesehen.

9 Geschlechtsorgane einer bereits in Selbstbefruchtung begriffenen kleistogamen Blüthe, nach Entfernung zweier Staubgefässe, von der Seite gesehen. 10 Ovarium und Nektarium derselben, schräg von rechts und von vorne gesehen.

Während bei *Lamium amplexicaule* die kleistogamen Blüten, abgesehen von ihrer winzigen Grösse und ihrem Geschlossenbleiben, in den meisten Stücken noch mit den sich öffnenden übereinstimmen, selbst ein Nektarium, rothe Farbe und (passive) Oeffnungsfähigkeit noch besitzen, ist nicht selten die Umbildung bis zur völligen Beseitigung aller nur auf Kreuzung bezüglichen Eigenthümlichkeiten fortgeschritten; in einigen Fällen sind ausserdem die dann noch übrig gebliebenen Theile zur Sicherung der Selbstbefruchtung und zum Schutze des Pollens besonders umgebildet. Sehr gewöhnlich senden bei kleistogamen Blüten die Pollenkörner ihre Schläuche aus, während sie noch in den Antheren eingeschlossen sind. »Es ist ein wundervoller Anblick, die Schläuche in gerader Linie nach der Narbe sich richten zu sehen, wenn diese in einer kleinen Entfernung von den Antheren sich befindet« (DARWIN). Die Erzeugung einer grossen Samenmenge mit wenig Verbrauch von Nahrungsstoff und Lebenskraft ist jedenfalls der wesentlichste Vortheil, welchen die Naturzüchtung kleistogamer Blüten herbeiführt. Eine kleistogame Blüthe von *Oxalis acetosella* erzeugt höchstens 400, von *Impatiens* 250, von *Viola nana* 100 Pollenkörner. Diese Zahlen sind wunderbar niedrig im Vergleich zu den 243,600 Pollenkörnern, die von einer Blüthe von *Leontodon* erzeugt werden oder zu den 3,654,000 bei *Pavonia*. Und mit ihrem wunderbar kleinen Pollenaufwande bringen die kleistogamen Blüten in der Regel ganz eben so viel Samenkörner hervor, als die vollkommenen, sich öffnenden [31].

B. Die Nachfrage nach Lockspeisen überwiegt das Angebot; der Pflanze wird überreicherlicher Insektenbesuch zu Theil; auch ihre kleinhülligen Blumen werden besucht, aber durchschnittlich zuletzt.

Ist in solchem Falle Kreuzung durch die Blütheneinrichtung bereits gesichert, so wird das Auftreten grosshülliger und kleinhülliger Blumen an demselben Stocke, da es einen Vortheil nicht mehr herbeiführen kann, entweder der Wirkung der Naturauslese entzogen bleiben, oder vielleicht auch die kleinere Blumenform als weniger vortheilhaft wieder ausgejätet werden.

Sind dagegen die Blüthen noch der Selbstbefruchtung ausgesetzt, so wird sich die Wahrscheinlichkeit der Kreuzung erheblich steigern, wenn beiderlei Blüthen eingeschlechtigt, die Pflanzen also einhäusig werden. Und zwar wird es bei stets überreichlichem Insektenbesuche für die Pflanze am vortheilhaftesten sein, wenn Kreuzung getrennter Stöcke unausbleiblich wird, d. h. wenn die Besucher beim Anfliegen an einen neuen Stock immer zuerst die weiblichen Blumen besuchen und deren Narben mit dem von anderen Stöcken mitgebrachten Pollen behaften, dann die männlichen. Es werden also in diesem Falle monöcische Pflanzen mit grosshülligen weiblichen und kleinhülligen männlichen Blumen durch Naturauslese gezüchtet werden.

Akebia quinata befindet sich in diesem Falle. Obgleich ihre natürlichen Kreuzungsvermittler noch nicht ins Auge gefasst worden sind, so lässt sich kaum zweifeln, dass sie in Folge ihres ungemein lieblichen Wohlgeruchs in ihrer Heimath überreichlich besucht sein wird.

Ist dagegen der Insektenbesuch zwar bei günstigem Wetter reichlich, bei ungünstigem aber nur sehr spärlich, so wird es für die Pflanzen vortheilhafter sein, wenn bei spärlichem Besuche wenigstens die Befruchtung des Stockes mit seinem eigenen Pollen gesichert und gleichzeitig für den Fall reichlicheren Besuchs die Kreuzung getrennter Stöcke ermöglicht oder begünstigt bleibt. Das wird erreicht, wenn die grosshülligen Blüthen männlich, die kleinhülligen weiblich werden.

Ein Beispiel dieser Art von Einhäusigkeit oder Monöcismus bietet der Perückenbaum, *Rhus Cotinus* [23], dar, bei welchem jedoch ausser den grosshülligen männlichen und kleinhülligen weiblichen auch noch zweigeschlechtige Blüthen mit Hüllen mittlerer Grösse vorkommen. Gurken und Kürbisse können als allbekannte Beispiele dieser Art von Einhäusigkeit ohne Zwischenstufen dienen.

In diesem ganzen Kapitel sind nur Pflanzen berücksichtigt worden, deren Blüthen so weit von einander getrennt stehen, dass sie einzeln anlocken. Drängen sich zahlreiche Blumen zu einer geschlossenen Gesellschaft zusammen, die als Ganzes anlockt, wie es z. B. bei den *Compositen* der Fall ist, so kommt die gesteigerte Augenfälligkeit der am Rande stehenden Blüthen der ganzen Gesellschaft zu gute, und es kann sich unter den Mitgliedern derselben eine Arbeittheilung in die Dienste der Anlockung und der Befruchtung ausbilden; es können also auch völlig geschlechtslose, aber um so wirksamer anlockende Blüthen durch Naturauslese gezüchtet werden, wie z. B. die Randblüthen in den Blüthenkörbchen der Kornblume (*Centaurea Cyanus*.) Es ist indess hier nicht der Raum, auf die sehr mannigfachen Combinationen gross- und kleinhülliger Blüthen in geschlossenen Blumengesellschaften näher einzugehen.

Kapitel 17.

Lang- und kurzgriffelige Blumen bei Pflanzen derselben Art.
Heterostylie [31].

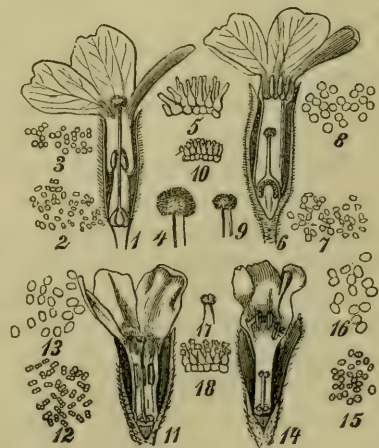
Schon im vorigen Jahrhunderte (1793) hatte CHR. C. SPRENGEL [11] in Bezug auf *Hottonia palustris* bemerkt: »Einige Pflanzen haben lauter solche Blumen, deren Staubgefäße innerhalb der Kronenröhre befindlich sind, deren Griffel aber aus derselben hervorragt, und andere lauter solche Blumen, deren Griffel kürzer ist, deren Staubgefäße aber länger sind als die Kronenröhre. Ich glaube nicht, dass dieses etwas Zufälliges, sondern eine Einrichtung der Natur ist, obgleich ich nicht im Stande bin, die Absicht derselben anzuzeigen«.

Später hatte man dieselbe Eigenthümlichkeit langgriffeliger und kurzgriffeliger Stöcke auch bei einzelnen anderen Pflanzenarten bemerkt und bei *Lythrum Salicaria* sogar dreierlei Stöcke, langgriffelige, mittelgriffelige und kurzgriffelige vorgefunden, ohne jedoch etwas Weiteres mit diesen Thatsachen anfangen zu können. Ein Verständniß derselben wurde erst etwa 70 Jahre nach SPRENGEL (1861—68) durch CHARLES DARWIN eröffnet, der die verschiedenen Formen dieser dimorph und trimorph heterostylen Pflanzen nicht nur einem eingehenderen Vergleich, sondern auch umfassenden Kreuzungsversuchen und Züchtungsversuchen der aus den verschiedenen Kreuzungen erhaltenen Nachkommen unterwarf und dadurch auch die Aufmerksamkeit anderer Botaniker diesem Gegenstande zuwandte, und zwar in dem Grade, dass sich in dem kurzen seitdem verflossenen Zeitraum die Zahl der Pflanzengattungen, welche heterostyle Arten enthalten, von den damals bekannten 6 (*Primula*, *Hottonia*, *Pulmonaria* und *Linum* dimorph, *Lythrum* und *Oxalis* trimorph) inzwischen auf 38 gesteigert hat, die 14 verschiedenen Familien angehören und über alle Erdtheile verbreitet sind.

Um uns mit den wichtigsten Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen bekannt machen zu können, wollen wir zunächst an zwei der verbreitetsten Beispiele der einheimischen Flora die äusseren Verschiedenheiten der langgriffeligen und der kurzgriffeligen Form dimorph heterostyler Pflanzen betrachten.

Fig. 28. Dimorphe Heterostylie.

1—10 *Primula elatior*, 1—5 langgriffelig. 1 langgriffelige Blüthe im Längsdurchschnitt. 2 Pollenkörner derselben, im trocknen Zustande. 3 Dieselben angefeuchtet. 4 Narbe derselben. 5 Narbenpapillen. 6—10 kurzgriffelig. 6 kurzgriffelige Blüthe, im Längsdurchschnitt. 7 Pollenkörner derselben, im trocknen Zustande. 8 Dieselben angefeuchtet. 9 Narbe. 10 Narbenpapillen. 11—18 *Pulmonaria officinalis*. 11 langgriffelige Blüthe, im Längsdurchschnitt. 12 Pollenkörner derselben, trocken. 13 Dieselben, angefeuchtet. 14 kurzgriffelige Blüthe, im Längsdurchschnitt. 15 Pollenkörner derselben, trocken. 16 dieselben, angefeuchtet. 17 Narbe und 18 Narbenpapillen bei beiden Formen gleich.



Bei den dimorphen Heterostylen giebt es zweierlei ziemlich gleich häufige und meist nahe bei einander wachsende Pflanzenstöcke, die sich in der Ausbildung der beiderlei Geschlechtstheile in der Regel in der Weise einander ent-

gegengesetzt sind, dass in den einen die Staubgefässe von den Griffeln, in den andern die Griffel von den Staubgefässen erheblich an Länge übertroffen werden und dass bei jeder der beiden Formen die Staubgefässe in etwa derselben Höhe stehen wie bei der anderen die Narben, die Narben in derselben Höhe, wie bei der anderen die Staubgefässe (fig. 28). Jedoch ist dies gegenseitige Sichentsprechen der Höhen der beiderlei Geschlechtsorgane bei verschiedenen Arten in sehr verschiedenem Grade ausgebildet, und in extremen Fällen, wie z. B. bei *Linum grandiflorum*, sind die Staubgefässe der langgriffeligen Form sogar ebenso hochstehend wie die Narben derselben Form und wie die Staubgefässe der andern.

Zu dieser Differenz in der Länge oder Höhe der Geschlechtsorgane gesellen sich in der Regel, mehr oder weniger ausgebildet, noch mancherlei andere Unterschiede. Sehr häufig sind, wie es in der vorstehenden Abbildung von *Primula elatior* (1—10 fig. 28.) dargestellt ist, in der langgriffeligen Form die Narben kugelig und von längeren Papillen rauh, die Pollenkörner kleiner, die obere Hälfte der Blumenkrone erweiterter. Ausserdem sind die Ovarien der langgriffeligen Form bisweilen mit weniger zahlreichen aber grösseren Samenkнопchen ausgestattet als die der kurzgriffeligen. Dazu treten bei manchen Heterostylen noch mehr oder weniger erhebliche Unterschiede in der Grösse und Gestalt des Kelchs und der Blumenkrone, in der Form der Pollenkörner und selbst in der Entwicklung der Nektarien.

So hat bei der in den Alpen häufigen *Pulmonaria azurea*, noch weit ausgeprägter als bei der hier abgebildeten *Primula officinalis*, die langgriffelige Form einen kürzeren, weiteren Kelch mit kürzeren, stumpferen Zipfeln, die kurzgriffelige eine längere Blumenröhre mit erheblich grösserem, augenfälligerem Saume und ein bedeutend entwickelteres Nektarium mit entsprechend reichlicherer Honigabsonderung. Alle diese secundären Unterschiede aber zeigen, wenn man die ganze Reihe der dimorphen Heterostylen überblickt, Abstufungen bis zu Null hinab. Bei der brasilianischen *Rubiaceae Faramoa* sind nicht nur die langgriffeligen Blüten selbst, und ebenso ihre Pollenkörner weit kleiner als die der kurzgriffeligen, sondern diese in der Blumenkrone eingeschlossenen kleineren Pollenkörner sind überdies ganz glatt, wogegen die weit aus der Blüthe hervorragenden Antheren der kurzgriffeligen Form grosse, mit spitzen Hervorragungen besetzte Pollenkörner produciren, die nur dadurch gegen das Weggeblasenwerden vom Winde geschützt und zur Anheftung an das mit ihnen in lose Berührung kommende Haarkleid besuchender Insekten befähigt sind [31].

Bei andauernder Cultur werden lang- und kurzgriffelige Pflanzen, wie CH. DARWIN [31] z. B. bei *Primula veris* und *sinensis* festgestellt hat, zuweilen gleichgriffelig (homostyl). Ich vermthe, dass dasselbe bei *Pulmonaria azurea* stattgefunden hat, welche HILDEBRAND [30] nach Gartenexemplaren als gleichgriffelig bezeichnet, während ich selbst sie von den Alpen (Alp Falö, Weissenstein, Heuthal am Bernina) nur als ausgeprägt dimorph heterostyl kenne.

Weit seltener als dimorphe sind trimorphe Heterostyle. Die einheimische Blumenwelt hat von denselben nur ein einziges Beispiel, *Lythrum Salicaria* [23, 31] aufzuweisen; überhaupt sind nur 3 Pflanzengattungen bekannt, welche trimorph heterostyle, d. h. in lang-, mittel- und kurzgriffeligen Stöcken existirende Arten enthalten. Auch bei ihnen sind die Blumen der dreierlei Stöcke keineswegs bloss durch lange, mittlere und kurze Griffel und in entsprechenden Höhen stehende Staubgefässgruppen (kurze und mittlere Staubgefässe bei den langgriffeligen, kurze und lange Staubgefässe bei den mittelgriffeligen, mittlere und lange Staubgefässe bei den kurzgriffeligen), sondern auch noch in manchen andern Punkten von einander verschieden. Bei *Lythrum Salicaria* z. B. haben die Narben der langgriffeligen Form die grössten und am weitesten auseinander stehenden, die der kurzgriffeligen die kleinsten und am dichtesten stehenden und

die mittelgriffeligen in beiderlei Beziehung in der Mitte stehende Narbenpapillen. Es haben ferner die langen Staubgefässe die grössten Pollenkörner, und diese sind von grüner Farbe; die mittleren Staubgefässe haben Pollenkörner von mittlerer Grösse; die Pollenkörner der kürzesten Staubgefässe sind am kleinsten und, ebenso wie die der mittleren, von gelber Farbe.

Ueberhaupt entsprechen in der Regel, sowol bei den dimorphen als bei den trimorphen Heterostylen, die Narbenpapillen jeder Form in ihrer Grösse und ihrem Abstände der Grösse der in gleicher Höhe befindlichen Pollenkörner der andern Form oder jeder der beiden anderen Formen derart, dass sie am geeignetsten sind, dieselben festzuhalten und zur Entwicklung zu bringen; und die Pollenkörner jeder Höhe entsprechen in ihrer Grösse in der Regel der Länge der Griffel der in gleicher Höhe stehenden Narben, was beides sich leicht erklärt, wenn man annehmen darf, dass durch die natürlichen Kreuzungsvermittler die Pollenkörner in der Regel auf Narben gleicher Höhe gebracht werden und dass die Pollenschläuche den zu ihrer Bildung nöthigen Stoff zum Theile dem Inhalte des Pollenkorns entnehmen, in welchem Falle natürlich ein längerer Griffel auch grössere Pollenkörner erfordert als ein kürzerer.

Die erstere dieser Annahmen ist in der That in der Natur der Sache begründet und leicht durch Beobachtung festzustellen. Da jeder Besucher in den verschiedenen Blumenformen die in gleicher Höhe stehenden Befruchtungsorgane mit derselben Körperstelle trifft, bestäubt er natürlich, von Stock zu Stock fliegend, jede Narbenart vorzugsweise mit der in gleicher Höhe einer anderen Blüthe entnommenen Pollenart.

Die in der Natur vorwiegend stattfindenden Kreuzungen zwischen Geschlechtern gleicher Höhe, bei denen zugleich die Grösse der Pollenkörner, wenn sie überhaupt eine erhebliche Grössenverschiedenheit darbieten, der Länge des von ihren Schläuchen zu durchlaufenden Weges entspricht, wurden von DARWIN legitime, alle übrigen illegitime genannt.

Bei dimorphen Heterostylen sind also zwei Arten legitimer Kreuzung möglich und finden regelmässig in der Natur statt, die Befruchtung langgriffeliger Blüthen mit dem Pollen kurzgriffeliger und die Befruchtung kurzgriffeliger mit dem Pollen langgriffeliger; ebenso sind bei ihnen zwei Arten illegitimer Kreuzung möglich, nämlich lang- mit lang- und kurz- mit kurzgriffelig. Bei trimorphen Heterostylen dagegen sind 6 Arten legitimer Kreuzungen möglich und finden in der Natur regelmässig statt, indem jeder der 3 Narben-Arten 2 Arten in gleicher Höhe befindlichen Blütenstaubes zur legitimen Kreuzung sich darbieten; illegitimer Kreuzungen aber sind bei ihnen 12 verschiedene Arten möglich, indem jede der 3 Narbenarten mit 2 Arten von Pollen derselben Blütenform und mit je einer Art von Pollen jeder der beiden anderen Blütenformen, also im Ganzen mit vierlei Pollen illegitim gekreuzt werden kann ($3 \cdot 4 = 12$).

DARWIN fand nun, indem er bei dimorphen Pflanzen alle 4, bei trimorphen alle 18 möglichen Kreuzungsarten ausführte und die aus den erhaltenen Samenkörnern aufgehenden Pflänzchen grosszog und in verschiedener Weise kreuzte, dass nur die legitimen Kreuzungen, also die Vereinigungen von Geschlechtstheilen gleicher Höhe, volle Fruchtbarkeit und normale, völlig fruchtbare Nachkommen liefern, dass dagegen illegitime Kreuzungen alle Abstufungen verminderter Fruchtbarkeit bis zu völliger Sterilität darbieten und Nachkommen liefern, welche sich in jeder Beziehung wie Bastarde verschiedener Arten verhalten. Ueberhaupt stimmen illegitime Kreuzungen innerhalb einer und derselben heterostylen Art und Bastardkreuzungen zweier verschiedenen Arten in so zahlreichen Stücken vollständig überein, dass eine Wesensgleichheit beider kaum bezweifelt werden kann.

1. Bei beiden finden sich alle Abstufungen von wenig verminderter Fruchtbarkeit bis zu völliger Sterilität. 2. Bei beiden ist das Gelingen der Kreuzung von den Bedingungen, denen

die Pflanze ausgesetzt ist, in hohem Grade abhängig. 3. Bei beiden ist der eingeborene Grad von Unfruchtbarkeit bei Kindern derselben Mutterpflanze sehr variabel. 4. Bei beiden sind die Staubgefäße der Kinder stärker angegriffen als die Stempel, und es finden sich oft krankhafte Staubgefäße mit verschumpften und ganz wirkungslosen Pollenkörnern. 5. Bei beiden sind die sterilen Kinder sehr zwerghaft, schwächlich und zu frühem Tode geneigt. 6. Unter Bastarden wie unter illegitimen Kindern von Heterostylen finden sich solche, die durch andauerndes und reichliches Blühen sich hervorthun. 7. Bastarde sind fruchtbarer mit einer Elternform als bei Kreuzung unter sich oder mit einem andern Bastard. So sind illegitime Kinder von Heterostylen fruchtbarer bei Kreuzung mit legitimen als bei Kreuzung unter sich oder mit anderen illegitimen Pflanzen ihrer Art. 8. Wenn zwei verschiedene Arten, gekreuzt, zahlreiche Samen liefern, so sind die aus diesen hervorgehenden Pflanzen in der Regel ziemlich fruchtbar, liefern sie nur wenig Samen, so sind sie meist sehr steril. Ebenso ist es mit den illegitimen Kreuzungen und den aus ihnen hervorgehenden Kindern bei den Heterostylen. 9. Höchst bemerkenswerth ist bei der Bastardkreuzung verschiedener Arten und ebenso bei illegitimer Kreuzung verschiedener Formen einer und derselben heterostylen Pflanzenart das ungleiche wechselseitige Verhalten. Es kann z. B. A mit grösster Leichtigkeit befruchtend auf B einwirken, und gleichwohl B, auch bei Hunderten von Versuchen, völlig wirkungslos auf A bleiben. 10. Wie der eigene Pollen einer Art, wenn auch erst später auf die Narbe gebracht, fremden Pollen in seinen Wirkungen überwiegt und gänzlich zerstört, so bei heterostylen Pflanzen legitime Bestäubung die illegitime. Illegitime Kinder heterostyler Pflanzen verhalten sich also in jeder Beziehung als Bastarde innerhalb der Grenzen einer und derselben Art. Die Schwierigkeit der geschlechtlichen Vereinigung zweier Arten und die Unfruchtbarkeit ihrer Bastarde kann also ebenfalls nur in dem nicht mehr Zusammenpassen ihrer geschlechtlichen Elemente, keineswegs aber in einer allgemeinen Verschiedenheit des Baues ihren Grund haben.

Die einzige scharfe Grenzlinie zwischen Art und Varietät, welche man in der Schwierigkeit der geschlechtlichen Vereinigung zweier organischen Formen und der Unfruchtbarkeit ihrer Nachkommen lange Zeit zu besitzen wähnte, ist damit vollständig aufgehoben, um so mehr als eine Reihe von Zwischenstufen zwischen ausgeprägten Heterostylen und gewöhnlichen (homostylen) Pflanzen uns in den Stand setzt, die Entstehung der ersteren aus den letzteren als einen natürlichen Vorgang zu begreifen und gewissermaassen Schritt für Schritt in ihrem Werden zu verfolgen.

Ausser den ausgeprägten Heterostylen, welche durch den Unterschied der Wirkung legitimer und illegitimer Kreuzungen besonders charakterisirt sind, giebt es nämlich Pflanzen, welche zwar ihrem Aussehen nach mit dimorphen Heterostylen völlig übereinstimmen, bei welchen jedoch, nach DARWIN'S Kreuzungsversuchen, von diesem Unterschiede legitimer und illegitimer Kreuzungen noch nicht die leiseste Andeutung vorhanden ist; andere, bei denen auch die Lang- und Kurzgriffeligkeit noch nicht zur bestimmten Ausprägung gelangt ist, sondern nur eine grosse Variabilität der Länge der Geschlechtsorgane stattfindet, die bisweilen auch langgriffelige und kurzgriffelige Blütenformen zu Tage treten lässt. Auch wo die Ungleichgriffeligkeit bereits zur festen Ausprägung gelangt und ein Fruchtbarkeitsunterschied zwischen legitimen und illegitimen Kreuzungen hinzugetreten ist (nur für solche Pflanzen lässt DARWIN den Namen der Heterostylen gelten), zeigt die Selbststerilität noch verschiedene Abstufungen, und zwar erscheint sie um so geringer, je neuer die Heterostylie ist. Bei *Polygonum Fagopyrum* z. B., dessen Heterostylie innerhalb seiner Gattung vereinzelt dasteht und daher erst bei dieser Art entstanden sein kann, sind die Blüten der Befruchtung mit eigenem Pollen ausgesetzt und, wenigstens im Herbst, viel weniger selbststeril als bei durchweg heterostylen Gattungen (*Primula*, *Pulmonaria* u. a.). Im Hinblick auf diese Abstufungen darf man wol sagen:

Gewöhnliche Blumen scheinen durch folgende auf einander gefolgte Schritte zu ausgeprägten Heterostylen geworden zu sein: 1. Staubgefäße und Griffel variirten erheblich an Länge. 2. Durch Compensation des Wachstums blieben die Staubgefäße um so kürzer, je länger die Griffel wurden und umgekehrt.

3. Da diejenigen Abänderungen am häufigsten eine Kreuzung getrennter Stöcke erfuhren, bei denen die Narben jeder Form von demselben Körpertheile jedes Besuchers getroffen wurden, der sich auf vorherbesuchten Stöcken mit Pollen behaftet hatte, so wurden die weniger vortheilhaften Formen, welche dies nicht leisteten, durch Naturauslese ausgejätet und bei Anwesenheit eines Staubgefässkreises zwei, bei Anwesenheit zweier Staubgefässkreise drei bestimmte Formen gezüchtet, deren Staubgefässe und Narben in sich entsprechenden oder doch die Kreuzung sichernden Höhen stehen. 4. Indem durch weitere Naturauslese die Grösse der Pollenkörner sich der Länge der bei legitimer Kreuzung von ihnen zu durchlaufenden Staubwege, die Narbenpapillen sich der Grösse der von ihnen aufzunehmenden Pollenkörner anpassten, wurden die auf ungleichen Höhen stehenden Geschlechtsorgane für einander unpassend und damit die illegitimen Kreuzungen der Heterostylen unfruchtbar.

Während also die im vorigen Kapitel betrachteten Formen mehrgestaltiger Blumen von dem Variiren der Grösse der gefärbten Blüthenhüllen ausgegangen zu sein scheinen, hat die Ausbildung der dimorphen und trimorphen Heterostylen höchst wahrscheinlich von dem Variiren der Länge der Staubgefässe und Griffel ihren Ursprung genommen. Während aber unter den mannigfachen Formen gross- und kleinhülliger Blumen bei nicht hinreichendem Insektenbesuch die kleinhülligen stets für Sicherung der Selbstbefruchtung ausgerüstet worden sind, hat sich Heterostylie bloss bei von Insekten überreich besuchten Pflanzen als eine die Kreuzung sichernde Einrichtung ausbilden können.

Kapitel 18.

Ursprung der Blumen [14].

Wir haben gesehen, wie das Nahrungsbedürfniss der Insekten die erste Veranlassung für dieselben wurde, den Pollen der Windblüthen aufzusuchen, wie sie dadurch zuerst rein zufällig die Kreuzung derselben vermittelten, wie dann der Vortheil dieser Kreuzung die Ausprägung solcher Eigenthümlichkeiten durch Naturzüchtung veranlasste, welche die Häufigkeit des Insektenbesuchs und der Kreuzung durch denselben steigerten, und wie auf diese Weise, durch den Erwerb bunter Farben, süsser Wohlgerüche und Lockspeisen, die Blumenwelt mit unscheinbaren Anfängen aus der Einförmigkeit windblüthiger Stammeltern hervorging. Wir haben dann weiter die stufenweise Steigerung der so angenehm hervorstechenden Blumeneigenthümlichkeiten, das zu eigenem Vortheil gegenseitige aneinander und für einander sich Ausbilden und Steigern der Blumen und Insekten, das Sichanpassen bestimmter Blumen an bestimmte Insektenformen, die weiteren Umprägungen bereits ausgeprägter Blumen und damit, in summarischem Ueberblick, die hauptsächlichsten Ursachen kennen gelernt, durch welche, nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse, das allmähliche Entstehen der unabsehbaren Blumenmannigfaltigkeit, die wir heute bewundern, bedingt gewesen sein muss. Zum Schlusse unserer Blumenbetrachtung blicken wir auf die muthmassliche Ahnenreihe der Blumen bis zur Schwelle des organischen Lebens zurück, um die verschiedenen Arten der Kreuzungsvermittlung, als deren letzte im Pflanzenreiche sich die Blumen darstellen, so viel als möglich in ihrem genetischen Zusammenhang zu überblicken.

Dreierlei Quellen sind es, aus denen wir mehr oder weniger begründete Vermuthungen (nur um solche kann es sich überhaupt hier handeln!) in Bezug auf die Ahnenreihe der Blumen zu schöpfen vermögen: 1. Die Systematik, 2. die Entwicklungsgeschichte, 3. die Paläontologie. Wenn nämlich 1. überhaupt die Thier- und Pflanzenarten nicht so wie sie uns heute vorliegen wunderthätig erschaffen worden sind, sondern sich natürlich entwickelt haben, so wird im Allgemeinen das Einfachere das Ursprünglichere gewesen sein und eine Zusammenstellung der jetzt lebenden Arten nach zunehmender Complicirtheit des Baues im Grossen und Ganzen auf einander folgende Stufen der stattgehabten Entwicklung erkennen lassen. Wenn 2. die Entwicklung von einander abstammender Organismenreihen darin besteht, dass die Kinder nicht bloss die Organe und Kräfte der Eltern ererben, sondern auch (zum Theil durch Uebung, zum grössten Theile aber wol durch Naturauslese vorteilhafter Abänderungen) den immer complicirter werdenden Lebensbedingungen entsprechend weiter ausbilden und differenziren, so werden sich in den auf einander folgenden Entwicklungszuständen der Einzelwesen in der Regel die auf einander folgenden Entwicklungsstufen ihrer Ahnenreihen wiederholen und wieder erkennen lassen, soweit nicht etwa die Jugendzustände veränderten Lebensbedingungen ausgesetzt und angepasst worden sind (biogenetisches Grundgesetz). Wenn endlich 3. die auf einander folgenden versteinierungsführenden Gebirgsschichten uns stufenweise complicirtere und mannigfacher differenzirte Thier- und Pflanzenorganismen aufweisen, so werden wir in diesen ebenfalls auf einander folgende Stufen der Entwicklung des organischen Lebens vermuthen dürfen. Diese dritte Quelle würde absolut zuverlässig und für sich allein ausreichend sein, wenn sie vollständig wäre. Sie lässt uns aber nicht nur der Natur der Sache nach über die ersten Stufen der Entwicklung in absolutem Dunkel, da die ursprünglichen Organismen zugleich die verweslichsten und erhaltungsunfähigsten sind, sondern übermitteln uns auch von dem Thier- und Pflanzenleben späterer Perioden grösstentheils nur eine höchst fragmentarische Kunde. Obgleich daher die positiven Thatsachen, die sie uns lehrt, von höchstem Werth sind, so lässt sie doch negative Schlüsse nur in sehr beschränkter Ausdehnung zu. Wir werden uns deshalb unsere Ansicht über die muthmassliche Ahnenreihe der Blumen zunächst nach den Thatsachen der Systematik und Entwicklungsgeschichte zurechtlegen und dann sehen, ob und wie weit dieselbe durch die Thatsachen der Paläontologie bestätigt wird.

Auf der tiefsten Stufe des organischen Lebens, welches im Wasser seinen Ursprung genommen hat, begegnen wir unter den kernlosen Urwesen, den Moneren HÄCKEL's, bereits solchen, die (wie z. B. *Protomyxa aurantiaca*) [35] mit geisselförmigem Anhang frei umherschwimmen, anderen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesene Urwesen derselben Art erreichen und mit ihnen zu entwicklungsfähigeren Individuen verschmelzen. Das ist die unterste Stufe einer Kreuzung getrennter Individuen; die Entwicklung einer das Wasser peitschenden Geissel ist die denkbar einfachste Abänderung, durch welche einfache Protoplasma-Individuen befähigt werden konnten, selbstthätig durch das Wasser zu schwimmen, neue Wohnsitze und an denselben neue Individuen zu erreichen und durch Verschmelzung mit denselben gesteigerte Lebenskraft zu erlangen.

Auf höherer Entwicklungsstufe sehen wir zwischen den verschmelzenden Individuen eine Arbeitstheilung eintreten, indem die einen an Bildungsmasse zunehmen, aber an Selbstbeweglichkeit einbüssen, die anderen dagegen in der ursprünglichen Form geschwänzter Urschleimwesen selbstthätig umherschwimmen und das Erreichen anderen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesener Individuen allein vermitteln. Damit ist die Kreuzung getrennter Individuen zur geschlechtlichen Fortpflanzung geworden, der Gegensatz zwischen Männlichem und Weiblichem, zwischem Eizelle und Spermazelle zur Ausbildung gelangt.

Die einfachen Urwesen (Protoplasma-Individuen, Zellen) entwickeln sich dann zu geordneten Gesellschaften nackt bleibender oder sich einkapselnder Individuen und werden dadurch zu Thieren oder Pflanzen; zwischen ihren ursprünglich gleichmässig an allen Lebensverrichtungen beteiligten Individuen tritt eine

Arbeitstheilung und ihr entsprechend eine Differenzirung des Baues ein; aus den einfachsten Thieren und Pflanzen gehen so immer zusammengesetztere hervor; aber die schon bei den Protisten (Urwesen) entstandene Form der geschlechtlichen Fortpflanzung bleibt während dieser ganzen aufsteigenden Entwicklung dieselbe, nur dass sich jetzt das wunderbarste Beispiel von Arbeitstheilung ausbildet: Auf dem Gipfel ihrer Entwicklung erzeugen sowol die einfacheren, als die bereits zu complicirten Zellen-Staaten entwickelten Organismen zweierlei Geschlechts-Individuen der ursprünglichen Form, selbstthätig mit Geisselbewegung umherschwimmende Spermazellen und grössere, ruhende Eizellen, die nach ihrer Verschmelzung die räthselhafte Fähigkeit besitzen, nicht ihres Gleichen, sondern, in gedrängter Wiederholung des Entwicklungsganges, dem sie selbst entstammen, ebenso geordnete, ebenso mannigfaltig differenzirte Zellenstaaten aus sich heraus zu entwickeln, wie diejenigen waren, aus denen sie selbst als Geschlechtsindividuen hervorgingen.

Diese Art der geschlechtlichen Fortpflanzung vererbt sich nun durch alle folgenden Entwicklungsstufen des ganzen Thierreichs, des ganzen Pflanzenreichs; selbst die Form der schwimmenden Spermazellen, die, mit geisselförmigem Anhang die Flüssigkeit peitschend, zu den Eizellen gelangen, bleibt bis zu den höchsten Entwicklungsstufen des Thierreichs im Wesentlichen diesselbe, indem nach dem Uebergange auf das Festland das Sichaufsuchen und Begatten der freibeweglichen Organismen den Spermazellen gestattet, innerhalb des weiblichen Organismus mit Geisselbewegung sich weiter drängend die Eizelle zu erreichen. Bei den Pflanzen dagegen setzt nach dem Uebergange auf das Festland ihr Verwachsensein mit der Scholle der Thätigkeit schwimmender Spermazellen bestimmte Grenzen, und das Vorrücken auf trocknere Standorte führt zur Entwicklung folgender, in stufenweisem Fortschritte aus einander hervorgehender Kreuzungsstufen, die sich, mit Ausnahme der letzten, mit den Entwicklungsstufen des Pflanzenreiches überhaupt vollständig decken.

Erste Stufe: **Zellenpflanzen.** (Algen und Moose*), Nacktblüthler, bei denen die Kreuzung durch selbstbewegliche Spermazellen auf dem Gipfel ihrer Entwicklung erfolgt.

Die ursprünglichsten Pflanzen waren wasserbewohnende Algen. Die erste dünne Pflanzendecke, von welcher dereinst die aus dem Ocean hervortauchenden Festlandmassen ergrünt, wurde höchst wahrscheinlich ebenfalls von Algen gebildet. Aus auf das Land übergesiedelten Algen scheinen sich sodann, nach ihren Vorkeimen zu schliessen, Laub- und Lebermoose entwickelt zu haben. Landalgen sowol als Moose bilden so niedrige Rasen und leben an so dem Wasser ausgesetzten Standorten, dass sie zeitweise völlig von Wasser überfluthet werden. Sie sind daher sehr wohl im Stande, auf dem Gipfel ihrer Entwicklung die ererbte Kreuzungsart durch mit Geisselbewegung umherschwimmende Spermazellen auszuüben. Aus niederen blattlosen Lebermoosen haben sodann wahrscheinlich, wieder nach ihren Vorkeimen zu schliessen, Farnkräuter, Schachtelhalme, Bärlappgewächse und Wurzelfrüchtler ihren Ursprung genommen. Derartige Pflanzen waren es, wie wir nach den die Schieferthonschichten der Steinkohlenformation erfüllenden Pflanzenresten vermuthen dürfen, welche das

*) Flechten und Pilze bleiben hier absichtlich unberücksichtigt, weil der verwandtschaftliche Zusammenhang der Pilze mit den übrigen Pflanzen noch nicht klar gelegt ist, die Flechten aber als Vereinigungen einander auf das innigste angepasster Algen und Pilze nachgewiesen sind.

dem Meere entstiegene, erst mit Algen, dann mit grünem Moosteppeich sich bekleidende Festland zum ersten Male mit tippigen Wäldern bedeckten [46]. Während aber die Weiterentwicklung blattloser Lebermoose zu immer höheren und höheren Pflanzenstöcken vor sich ging, konnte die Kreuzung getrennter Individuen durch frei umherschwimmende Spermazellen natürlich immer nur in demjenigen Lebensalter und Entwicklungsstadium erfolgen, in welchem die Pflanze der zeitweisen Ueberfluthung noch ausgesetzt blieb, d. h. auf dem flach auf dem Boden aufliegenden oder ihn nur wenig überragenden Lebermoosthallus; die auf Schwimmen eingerichteten Spermazellen wären ja sonst immer höher und höher in die Luft gerückt, ihre Lebensverrichtung wäre schon mit dem ersten Anfange dieses Emporrückens unmöglich geworden. Die Weiterentwicklung blattloser Lebermoose zu immer höheren und höheren Pflanzenstöcken konnte sich also nicht zwischen das Keimen der Sporen und die geschlechtliche Vereinigung getrennter Individuen, sondern nur zwischen die geschlechtliche Vereinigung und die Sporen-Entwicklung einschalten. So entwickelte sich aus der ersten eine:

Zweite Stufe: **Stockpflanzen** (Farnkräuter, Schachtelhalme, Bärlappgewächse und Wurzelfrüchtler), Nacktblüthler, die sich zu höher in die Luft ragenden Pflanzenstöcken entwickeln, nachdem sie in zu Boden liegendem Jugendzustande durch schwimmende Spermazellen sich mit getrennten Individuen gekreuzt haben.

Während die Vorkeime der ältesten Stockpflanzen wahrscheinlich die unverkürzten Wiederholungen der Entwicklung ihrer Stammeltern waren, und auch die Vorkeime der heutigen Farne und Schachtelhalme noch als eine Wiederholung der stammelterlichen blattlosen Lebermoosform sich darstellen, musste, mit dem Vorrücken der Stockpflanzen auf trockenere Standorte und dem Spärlicher-Werden zeitweiser Bodenüberrieselung, die von derselben abhängige Entwicklung eines lebermoosartigen Vorkeims sich mehr und mehr auf die Leistung ihres nothwendigen Lebensdienstes, die Ermöglichung der Kreuzung durch Erzeugung von Eizellen und selbstbeweglichen Spermazellen, beschränken. Diese Beschränkung steigerte sich noch durch Differenzirung der Sporen in weibliche und männliche, von denen letztere aus ganz winzigen Vorkeimen die zur Kreuzung nöthigen Spermazellen erzeugen. Dieselben Abänderungen aber, welche die Stockpflanzen befähigten, auch auf spärlich überrieseltem Boden sich anzusiedeln, ermöglichten und begünstigten zugleich eine gelegentliche Kreuzung derselben durch den Wind. Denn die Differenzirung der Sporen in männliche (Mikro-) und weibliche (Makrosporen), die in besonderen Behältern (Mikro- und Makrosporangien) erzeugt werden, brachte es mit sich, dass durch den Wind Mikrosporen losgerissen und auf Makrosporangien geführt werden konnten. Je unbedeutender ferner die Vorkeimentwicklung der Mikrosporen war, je rascher sie also ihre Spermazellen erzeugten, um so leichter konnten sie, durch den Wind auf Makrosporangien geführt, eine Befruchtung in denselben bewirken; und je mehr sich die Vorkeimbildung der Makrosporen beschränkt hatte, in je jugendlicherem Alter sie also Archegonien mit befruchtungsfähigen Eizellen hervorbrachten, um so leichter konnten sie, während sie noch am Pflanzenstocke sassen, durch angewehrte Mikrosporen befruchtet werden. Sobald aber zufällig an irgend welchen ungleichsporigen Stockpflanzen mit frei in die Luft hervorragenden Mikrosporangien die angedeutete Kreuzung durch den Wind erfolgte und die sie ermöglichenden

Eigenthümlichkeiten sich auf die Nachkommen vererbten, waren, bei den immer seltener und spärlicher werdenden Ueberrieselungen, die von denselben unabhängigen Individuen in so entschiedenem Vortheile, dass alle die Kreuzung durch den Wind begünstigenden Abänderungen durch Naturauslese erhalten werden und zur Ausprägung einer neuen Pflanzenfamilie führen mussten, welche, frei von der Concurrenz ihrer Stammeltern, sich ungehindert über die trockenen Landschaften ausbreitete und dieselben zum ersten Male mit schattigen Wäldern überkleidete.

Als die Kreuzung durch den Wind begünstigende Abänderungen, welche sich beim Uebergange der ungleichsporigen Stockpflanzen zur Windblüthigkeit ausgeprägt haben, fallen sofort ins Auge: die kolossale Steigerung der Zahl der von einem Pflanzenstocke erzeugten Mikrosporen (Pollenkörner), ihre und der Makrosporangien (Knospenkerne) dem Winde frei ausgesetzte Lage, die schützende Umhüllung der letzteren, die im zarten Jugendzustand der Luft frei ausgesetzt waren (siehe u, 3, fig. 4), das Emporwachsen der Umhüllung bis weit über den Gipfel des Knospenkerns hinaus, das Hervortreten eines Tropfens aus ihrer Mündung, der die angewehten Pollenkörner aufnimmt und, sich zurückziehend, auf den Knospenkern führt, bei den Nadelhölzern überdiess die flügelartigen Anhänge der Pollenkörner (4, fig. 4), welche dieselben zu noch leichterem Uebertragung durch den Wind befähigen.

Gleichzeitig mit der Ausbildung dieser neuen, der Kreuzung durch den Wind dienenden Gebilde fielen aber natürlich die durch den Uebergang zur Windblüthigkeit nutzlos gewordenen Bildungen zunehmender Verkümmern anheim: Die Entwicklung der Makrosporenvorkeime wurde noch mehr und mehr verkürzt, die Schutzhüllen und besonderen Ausstattungen der nun für immer vereinigt bleibenden Makrosporen (Embryosäcke) ging ein, ihre Zahl reducirte sich auf die Einheit, auch die Zahl der in dem einzigen Embryosack erzeugten Archegonien (*Corpuscula*) verminderte sich, die nutzlos gewordene Zerspaltung des Mikrosporen-Protoplasmas in Vorkeimzellen und zahlreiche Spermazellen ging ebenfalls mehr und mehr ein, ebenso die gleichfalls nutzlos gewordene Selbstbeweglichkeit und Schwimffähigkeit des nun einheitlich bleibenden männlichen Protoplasmas. So entstand aus der zweiten Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, in Anpassung an die ausgedehntere Trockenlegung unseres Planeten, eine zur Besiedelung von Bergeshöhen und trockenen Festlandstrichen befähigte

Dritte Stufe: **Ursamenpflanzen**, *Archispermen*, Getrenntgeschlechtige Windblüthler, deren von fester Haut schützend umschlossene männliche Befruchtungskörper (Pollenkörner) durch den Wind auf die weiblichen Blüthen übergeführt, hier von einem aus der Umhüllung des Knospenkerns hervorgetretenen Flüssigkeitstropfen festgehalten und auf den Knospenkern gebracht werden.

Durch Ausbildung eines die Samenknope umschliessenden Fruchtknotens [5.], welcher mittelst einer Narbe die zugeführten Pollenkörner auffängt, und ihren befruchtenden Inhalt erst durch Pollenschläuche zu den Knospenkernen gelangen lässt und durch weitere Reduction der Zahl der Archegonien (*Corpuscula*) der einzigen noch übrig gebliebenen Makrospore (des Embryosacks) auf ein einziges, von welchem selbst nur 2 oder 3 Zellen (Keimbläschen), nämlich die Eizelle und in der Regel noch 1 oder 2 Gehülffinnen (vermittelnde Zellen, v. Z. 1. 3, fig. 2) übrig bleiben, entstand endlich aus den Ursamenpflanzen eine

Vierte Stufe: Nachsamenpflanzen, *Metaspermen*,

mit dem umständlichen, für sich allein, aus dem genetischen Zusammenhang gegriffen, kaum verständlichen Befruchtungsvorgange, den wir im zweiten Kapitel kennen gelernt haben.

Mit dieser aus den Thatsachen der Systematik und Entwicklungsgeschichte erschlossenen Stufenfolge stehen die Thatsachen der Versteinerungskunde in vollem Einklange. Denn bis zum Schlusse der Silurperiode sind Algen die herrschenden Pflanzenformen; vom Obersilur bis mitten in die Steinkohlenperiode hinein überwiegen Farnkräuter und Bärlappgewächse nebst den ihnen nahestehenden Siegel- und Schuppenbäumen (*Sigillaria* und *Lepidodendron*); während der permischen, Trias- und Oolithperiode befinden sich Nadelhölzer und *Cyadeen* in aufsteigender Entwicklung, in der Kreideformation treten windblüthige Metaspermen in grosser Menge auf, doch auch schon einzelne Blumen, im Eocen werden die Blumen schon zahlreicher, im Miocen steigert sich ihre Häufigkeit noch mehr, und so fort bis zur Gegenwart herauf. Auch ist in der Aufeinanderfolge der Blumen ein Fortschritt von schmuckloseren zu augenfälligeren, von einfachen, offenen (polypetalen), regelmässigen zu verwachsenen (gamopetalen), einseitig bestimmten Insektenformen angepasst zu erkennen. Die fossilen Insekten selbst entsprechen in ihrer Reihenfolge den in den vorhergehenden Kapiteln aufgestellten Vermuthungen.

Aus den unteren Kreideschichten Grönlands z. B. sind (nach TAYLOR, FLOWERS. London 1878) 138 Farne, 75 Monöcotyledonen und nur eine einzige Dicotyledone beschrieben; unter 100 beschriebenen Dicotyledonen aus den Kreideschichten Dacota's befinden sich 61 Amentaceen und sonstige Apetalen, 35 Polypetalen und nur eine einzige Gamopetal. Im Eocen sind neben einer grösseren Zahl von Blumen die ersten unzweifelhaften Schmetterlinge gefunden worden. Aus den Miocenschichten der Schweiz sind unter fast 900 fossilen Insektenformen auch Bienen und Tagfalter, unter 700 Phanerogamen (wovon fast 300 Bäume, 250 Sträucher, 160 Kräuter) auch augenfällige Blumen, wie *Compositen* und *Rosifloren*, bekannt. Selbst *Papilionaceen*, deren erste Spuren neben zahlreichen *Mimosen* sich schon im Eocen finden, sind im Miocen bereits zahlreich.

Auch über die jetzige Vertheilung der Blumen unseres Continents giebt uns die Geologie, durch Nachweis einer auf die Tertiärzeit gefolgten Glacialperiode und ihrer Wirkungen, im Grossen und Ganzen befriedigenden Aufschluss. Als nach der Tertiärzeit die Vereisung der nördlichen Halbkugel unseres Planeten allmählich südwärts bis zu den Alpen vorrückte, mussten die subtropischen Tertiärpflanzen Mitteleuropa's theils erlöschen, theils mehr und mehr zurückweichen und arktischen und subarktischen Arten Platz machen. Nur solche Arten konnten an ihren alten Wohnsitzen verharren, welche sich dem zunehmend rauheren Klima anzupassen vermochten. Als dann am Ende der Glacialperiode ein milderes Klima allmählich wieder zur Geltung gelangte, wurden durch dasselbe die arktischen und subarktischen Arten nordwärts und alpenaufwärts zurückgedrängt, während neue Einwanderer, hauptsächlich von Asien her, die tiefer gelegenen Landschaften Mitteleuropa's besiedelten und dadurch zugleich eine Rückkehr der durch die Glacialperiode verdrängten Ureinwohner unmöglich machten. So wurden die arktischen Arten alpin. So kam zwischen der nordischen Flora und derjenigen der Alpen eine so grosse Uebereinstimmung zu Stande, dass z. B. im Engadin 80 Phanerogamen gefunden werden, welche in der übrigen Schweiz fehlen, aber im äussersten Norden Europa's ganz gewöhnlich sind, dass auf dem Faulhorn im Berner Oberlande von 132 Arten, die in einer Meereshöhe von 9000 Fuss wachsen, 52 auch im Lappland, 11 auch in Spitzbergen vorkommen, dass von den 360 phanerogamen Alpenpflanzen der Schweiz überhaupt 152, also fast die Hälfte, auch in Skandinavien gefunden werden (TAYLOR, FLOWERS. S. 83.). —

Wir wissen bereits, dass die Metaspermen nur zu einem sehr kleinen Theile der Kreuzungsvermittlung durch den Wind treu geblieben sind, dass einige wenige dem Wasser, die meisten lebenden Thieren und zwar einzelne den Schnecken, zahlreiche den blumenbesuchenden Vögeln, die überwiegende Menge den Insekten als Kreuzungsvermittlern sich angepasst haben, und dass die beiden letzteren eben dadurch zu Blumen geworden sind. Auch haben wir bereits die

hauptsächlichsten Ursachen uns klar zu machen gesucht, welche zu einer so erstaunlichen Mannigfaltigkeit der Blumen geführt haben. Nur die eine Frage haben wir noch ins Auge zu fassen: Was mag wol der Grund sein, dass von der jetzt vorherrschenden, höchsten Entwicklungsstufe des Pflanzenreichs, den Nachsamenpflanzen, eine so überwiegende Mehrzahl sich der Kreuzung durch lebende Wesen, namentlich durch Insekten angepasst hat? Welche Vortheile gewährt den Pflanzen diese Art der Kreuzungsvermittlung gegenüber derjenigen durch den Wind?

Offenbar erfordert die Sicherung der Kreuzung durch den Wind eine kolossale Pollenverschwendung, welche erspart wird, wenn Insekten oder Vögel den Pollen von Blüthe zu Blüthe, von Stock zu Stock übertragen. Trotz dieser Pollenverschwendung werden ferner durch den Wind im Ganzen nur Individuen desselben mehr oder weniger geschlossenen Bestandes, gewiss nur höchst ausnahmsweise auch einmal sehr weit von einander entfernt stehende Individuen gekreuzt, so dass Windblüthler im Allgemeinen nur im Stande sind, in einigermaßen geschlossenen Beständen vorzurücken, nicht, in einzelne freiwerdende Plätze der Nachbargebiete sich einzudrängen. Blumen werden dagegen, wenn sie den Insekten als ergiebige Nahrungsquellen einmal bekannt und überdiess leicht bemerkbar sind, auch aus grösserer Entfernung von denselben aufgesucht und gekreuzt; sie haben daher nicht nur den ausserordentlichen Vortheil, sehr viel häufiger mit nicht verwandten, unter ganz anderen Lebensbedingungen aufgewachsenen Individuen gekreuzt zu werden, sondern vermögen auch in schon dicht besetzten Nachbargebieten einzelne frei gewordene Stellen zu besetzen oder im Einzelkampfe sich neue Plätze zu erobern. Dass solche einzelne Vordringlinge an verschiedenen Punkten ganz verschiedenen günstigen und feindlichen Einflüssen, namentlich aber ganz verschiedenen Combinationen von Einwirkungen sie umgebender Pflanzen und Thiere sich anzupassen haben, hat offenbar wesentlich mit dazu beigetragen, dass mit der Entstehung der Blumen die Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen sich so ausserordentlich gesteigert hat, und an die Stelle einförmiger Nadelwälder, ein aus den mannigfachsten Arten bunt zusammengewirkter Pflanzenteppich getreten ist.

Diesen schwerwiegenden Vortheilen gegenüber ist es nun allerdings ein unverkennbarer Nachtheil der Insektenblüthigkeit, dass der Insektenbesuch vom Wetter und von der Concurrenz anderer an demselben Orte blühender Blumen in so hohem Grade abhängt, dass viele Pflanzen, wenn sie für ihre Fortpflanzung ganz auf ihn allein angewiesen wären, sehr bald aussterben würden. Aber wir haben bereits gesehen, wie Zwitterblüthigkeit und im Nothfalle eintretende Sichelbstbefruchtung die Blumen gegen diese Gefahr sichert.

Kapitel 19.

Weitere Wirkungen der Blumen auf die Ausbildung ihrer Kreuzungsvermittler.

Wir haben bisher die als Kreuzungsvermittler der Blumen thätigen Insekten nur in Bezug auf ihre körperliche Ausrüstung zur Gewinnung von Blummahrung in Betracht gezogen (Kap. 5). Es lässt sich aber bei Beobachtung derselben nicht verkennen, dass sich im Ganzen in gleichem Verhältnisse mit den Anpassungen

des Körperbaues auch die geistige Befähigung zur Gewinnung der Blumennahrung gesteigert hat.

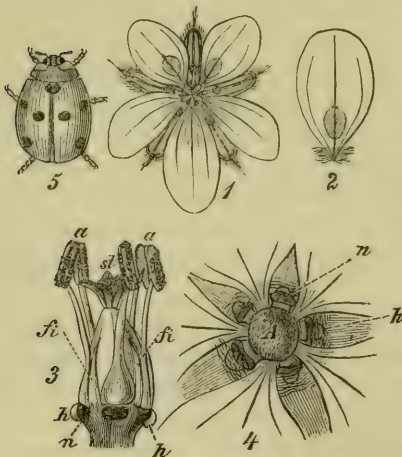
Die Käfer, welche von den von uns kennen gelernten Abtheilungen blumenbesuchender Insekten in ihren Anpassungen am wenigsten weit gelangt sind, bieten auch die auffallendsten Beispiele von Dummheit und Ungeschicklichkeit in der Erlangung der Blumennahrung dar.

Leptura livida, ein kleiner braungelber Bockkäfer, fliegt, durch die heraushängenden gelben Staubgefäße angelockt, nach längerem in der Luft Schweben an eine blühende Grasähre (von *Bromus mollis*), läuft eifrig an dem Blütenstande auf und ab, bisweilen die Mundtheile bewegend, aber die Antheren nicht berührend, fliegt endlich, nachdem er fast alle Ähren des Blütenstandes, offenbar in der vergeblichen Hoffnung auf Honig, abgelaufen hat, auf einen anderen Stock und wiederholt da dasselbe vergebliche Abmühen [9].

Der Rapskäfer (*Meligethes*), der in Folge seiner geringen Körpergröße zu den meisten Blumen offenen Zutritt hat, lässt sich auch in die Bienenfalle der Frauenschuhblume locken, wo er beim ungeschickten Herauskriechen aus einer Hinterthüre nicht selten an dem schmierigen Pollen einer Anthere kleben bleibt und sich, zu schwach, sich wieder loszuarbeiten, zu Tode zappelt.

An ein und derselben Blume sieht man oft die verschiedenen Besucher sich um so geschickter benehmen und um so mehr Ausbeute davon tragen, aber auch um so wirksamer als Kreuzungsvermittler dienen, je mehr sie in ihrem Körperbau der Gewinnung der Blumennahrung angepasst sind.

Fig. 29. Eine Blume, die verschieden befähigten Besuchern mit verschiedenem Erfolge lohnt (*Erodium cicutarium*).



1 Blüthe, von vorne und oben gesehen. 2 Eines der beiden oberen Blumenblätter abgelöst, $1\frac{1}{2}$ mal so stark vergrößert, an der Basis die Härchen zeigend, die als Saftdecke dienen. Die drei dunkeln an der Basis zusammenlaufenden Linien bilden das allgemeine, der elliptische Fleck über der Basis das besondere, speciell von der Honigbiene benutzte Saftmal. 3 die Befruchtungsorgane: a Antheren, st Narbe, n Nektarium, h Honigtropfen, fi die fünf abwechselnden Staubgefäße, welche zu Staubfadenstummeln verkümmert sind. 4 Blütenmitte nach Hinwegschnidung des Stempels. A Ansatzstelle des Stempels, n Nektarien, mit einem Honigtröpfchen behaftet und mit 2 Reihen Härchen (einer Saftdecke) überdeckt. 5 *Coccinella septempunctata*, der ungeschickteste Besucher dieser Blume.

Coccinella septempunctata (5, fig. 29) benimmt sich beim Besuche der Blumen von *Erodium cicutarium* in wahrhaft komisch ungeschickter Weise. Indem sich dieser Käfer auf eines der Blumenblätter setzt, bewegt er den Mund gegen eines der zu beiden Seiten der Basis desselben sitzenden Nektarien, um dessen Honig zu lecken, und löst dadurch in der Regel seine eigne Standfläche ab. Geschieht dies, so klammert er sich nun entweder noch an einem benachbarten Kelchblatte fest, oder fällt mit dem Blumenblatte zur Erde. Im ersteren Falle setzt er die Runde in der Blüthe ohne Weiteres fort und löst in manchen Blüten alle fünf Blumenblätter ab, um jedesmal erst nach längerem Aufenthalt zum Honiggenusse zu gelangen; in letzterem Falle läuft er sogleich auf eine andere *Erodium*-Pflanze, um dieselbe Art der Honiggewinnung zu wiederholen. Nicht selten fällt ein und derselbe Käfer vier-, fünfmal nach einander mit einem von ihm abgelösten Blumenblatte zur Erde, ohne dadurch gewitzigt zu werden.

Grabwespen (*Pompilus viaticus*, *Ammophila sabulosa*) und unausgeprägtere Bienen (Arten der Gattungen *Sphcodes*, *Andrena* und *Halictus*) welche auch häufig diese Blumen besuchen, benehmen sich schon ungleich geschickter. Sie kriechen in der Regel, ohne ihre Standflächen

abzulösen, oder, wenn dies ausnahmsweise einmal geschieht, doch ohne zu fallen, in der Blüthe rings herum, um die an den Nektarien sitzenden Honigtröpfchen abzulecken und besuchen daher, obgleich sie sich zwischen ihrem Honiggenuss oft sonnen, in derselben Zeit ein paar mal so viel Blüthen, als *Coccinella*. Nur ein einziges mal sah ich einen *Halictus (leucozonius ♀)* mit dem Blumenblatt, auf welches er sich gesetzt hatte, herunter fallen.

Langrüsseligere einzeln lebende Bienen übergehen diese von den kurzrüsseligern Arten vielfach ausgebeuteten Honigquellen, weil es ihnen lohnender ist, die den letzteren unzugänglichen, honigreicheren Blumenröhren und Sporne zu entleeren. Erst die gesellschaftsbildenden, auch in Bezug auf die Blumenausbeutung zu einer Arbeitstheilung fortgeschrittenen Arten, die Hummeln und die Honigbiene, finden wir wieder Pollen sammelnd und Honig saugend an den Blumen von *Erodium* beschäftigt, aber wieder mit weit grösserer Geschicklichkeit, Geschwindigkeit und Ausbeute. Ein Exemplar der Honigbiene z. B., welches ich an einem mit *Erodium* reich bewachsenen Abhange über eine halbe Stunde lang im Auge behielt, und welches, als ich es zuerst bemerkte, seine Sammelkörbchen schon reichlich mit dem zinnberrothen Blütenstaube dieser Blume gefüllt hatte, flog immer in derselben Weise auf die 3 verlängerten unteren Blumenblätter*) an, klammerte sich da fest und steckte unmittelbar seinen Rüssel an eines oder zwei der drei oberen honigreicheren Nektarien, ohne sich durch das Herabgezogenwerden der Blumenfläche in senkrechte oder überhängende Stellung im mindesten irre machen zu lassen. In 2—4 Secunden war die Biene mit dem Aufsaugen von 1 oder 2 der 3 grössten Tröpfchen fertig und flog nun sofort singend zu einer anderen Blüthe über, wozu sie an noch nicht abgesuchten blüthenreichen Stellen kaum 1 Secunde brauchte. Bereits ihrer oberen Honigtröpfchen beraubte Blumen schaute sie 1 oder einige Secunden an und flog dann weiter, ohne sich gesetzt zu haben. Sie besuchte in derselben Zeit mindestens 4 mal so viel Blüthen, als die gleichzeitig thätigen *Halictus*. Merkwürdiger Weise flog sie ab und zu einmal von hinten an die Blüthe und steckte ihren Rüssel hinter den Blumenblättern hinein, offenbar um eine Vervollkommnung der Ausbeutungsmethode bemüht, jedesmal aber kehrte sie schon nach einem einzigen solchen Versuche zu der hier lohnendsten, soeben beschriebenen Behandlung der Blume zurück.

Weit häufiger noch trifft man Blumen, welche durch bunte Farbe und Wohlgeruch zwar die verschiedensten Insekten an sich locken, aber nur den körperlich und geistig ausgebildetsten den Honiggenuss gegen Leistung der Kreuzungsvermittlung gestatten.

Melampyrum arvense z. B. wird, wenn es frei an einem sonnigen Orte steht, im warmen Sonnenscheine von zahlreichen honigsuchenden Insekten: Käfern, Fliegen, Wanzen, Goldwespen, Schlupfwespen, Grabwespen, unausgeprägten Bienen und selbst Schmetterlingen umschwärmt [9], welche sämmtlich sich zeitweise setzen und an den Blütenständen umherlaufen und umhersuchen, ohne den eingeschlossenen Blütenstaub oder den tiefgeborgenen Honig aufzufinden, während unsere langrüsseligste Hummel, *Bombus hortorum*, summend von Blume zu Blume fliegt und in rascher und sicherer Bewegung den ihr allein aufbewahrten Honig einerтет, den Blumen durch emsige, obwol unbewusste Kreuzungsvermittlung ihre reiche Honigspende vergeltend.

Während ferner die kurzrüsseligern Fliegen schon von SPRENGEL (1793) mit vollstem Rechte als dumme Blumenbesucher bezeichnet werden, stehen die langrüsseligsten an Geschicklichkeit in der Entdeckung versteckten Blumenhonigs selbst der Honigbiene kaum nach.

*) Ausser den Blüthen, welche zwei obere, mit besonderem Saftmal verzierte, aufrechte und drei untere, schräg abwärts geneigte Blumenblätter haben, von welchen letzteren das mittelste das längste ist (I, Fig. 29) kommen bisweilen auch Blüthen mit 3 oberen kürzeren und 2 unteren längeren, unter sich gleich langen Blumenblättern vor. In den ersteren befindet sich zwischen den beiden oberen Blumenblättern und beiderseits derselben 3, in den letzteren befinden sich zwischen den drei oberen Blumenblättern 2 durch Honigreichthum von den übrigen ausgezeichnete Nektarien. Nur diese honigreichsten Nektarien wurden von der von mir andauernd ins Auge gefassten Honigbiene berücksichtigt und zwar vermuthlich nur diejenigen von ihnen, die noch mit ihrem Honigtropfen behaftet waren.

Musciden und kurzrüsselige Schwebfliegen sind an den Blütenständen von *Polygonum Bistorta* oft viele Minuten vergeblich mit dem Versuche beschäftigt, den Rüssel in die Blüten zu stecken. *Rhingia rostrata*, die langrüsseligste Schwebfliege (fig. 7), verfehlt den Eingang von Anfang an nie. Selbst der tief versteckte Blumenhonig der Schwertlilie (*Iris Pseud-Acorus*), des Schwarzwurz (*Symphytum officinale*) und vieler Labiaten wird von *Rhingia* ohne weiteres aufgefunden und ausgebeutet.

Ebenso sind von den Schmetterlingen die langrüsseligsten (die Sphingiden) zugleich die behendesten Blumenbesucher.

Eine einzige *Macroglossa stellatarum* saugte am 22. Juli 1877 am Albulapasse vor meinen Augen freischwebend mehrere hundert Blüten von *Primula integrifolia* und einzelne von *Viola calcarata*, *Gentiana bavarica* und *verna*, ein zweites Exemplar hunderte von *Gentiana bavarica* und *verna*, *Viola calcarata* und einzelne von *G. excisa*, ein drittes und viertes hunderte von *Primula integrifolia*, an jeder Blume in der Regel noch nicht einmal ganz eine Secunde verweilend, und einzelne von *Viola calcarata* und *Primula farinosa*. Ein fünftes Exemplar derselben *Macroglossa*-art verfolgte ich mit der Secundenuhr in der Hand. Es befruchtete in nicht ganz 4 Minuten 108 Blüten von *Viola calcarata*. Die Spitze seines Rüssels war so dicht mit weisslichem Pollen bekleidet, dass man es aus einer Entfernung von einigen Schritten deutlich sehen konnte. In jeder Blüte schob es die Rüsselspitze freischwebend sofort unter den Narbenknopf und wirkte also jedesmal sicher Kreuzung vermittelnd. Als ich dasselbe (?) Exemplar zum zweiten Male ins Auge fasste, besuchte es in $6\frac{3}{4}$ Minuten 194 Blüten von *Viola calcarata*. Es gebrauchte durchschnittlich zum Besuche einer Blüte und zum Fluge zur nächsten 2 Secunden, an manchen aber, wahrscheinlich an den ihres Honigs schon beraubten, verweilte es äusserst flüchtig, an anderen dagegen mehrere Secunden.

Dass aber diese Abstufungen der geistigen Befähigung allmählich auf natürliche Weise erworbene sind, geht am deutlichsten wol daraus hervor, dass nicht selten Blumenbesucher derselben Art in der Methode der Gewinnung der Blumenahrung bedeutende individuelle Verschiedenheiten zeigen, und dass bisweilen ein und dasselbe Individuum einen Fortschritt in der Zweckmässigkeit der Blumenbehandlung erkennen lässt — offenbar ausreichende Vorbedingungen, um eine stufenweise Steigerung der geistigen Befähigung durch Uebung und durch Naturauslese der ihre Nahrung am erfolgreichsten gewinnenden Individuen unausbleiblich zu machen.

Statt vieler Beispiele hier der Kürze wegen nur folgende:

a) Individuelle Verschiedenheit in der Behandlung derselben Blumenart. *Bombus maurus* Gerst. spielt als Räuber tiefgeborgenen Blumenhonigs in den Alpen dieselbe Rolle wie *B. terrestris* in der Ebene, bietet aber in der Behandlung derselben Blumenart bedeutende individuelle Verschiedenheiten dar. An *Rhinanthus alectorolophus* z. B. sah ich mehrere Exemplare dieser Hummel die Blumen mit den Oberkiefern durchbeissen, und dann den Rüssel durch eines der beiden so hervorgebrachten Löcher stecken, andere den Rüssel unter dem Kelche hineinschieben und die Blumenkronenröhre etwa in der Mitte ihrer Länge mit den zusammengelegten Kieferladen durchbohren, ein Exemplar endlich durch eine Seite des Kelches und der Blumenkrone hindurch dieselbe Durchbohrung vermittelst der Kieferladen vollziehen. Ebenso verschieden verfahren verschiedene Individuen derselben Hummelart an *Silene nutans*.

b) Fortschritt desselben Individuums in der Zweckmässigkeit der Blumenbehandlung. An *Aconitum Lycocotum* machte ein Exemplar derselben Hummelart den Versuch, auf normalem Wege zum Honige zu gelangen; als ihr das aber nicht gelang, durchbohrte sie mit den zusammengelegten Kieferladen das die Nektarien überdeckende Blatt und gelangte durch dieses Loch zum Honig. Andere Exemplare sah ich immer nur diese Durchbohrung an einer bestimmten Stelle vornehmen oder ein daselbst bereits befindliches Loch zum Honigdiebstahl benutzen. Es liess sich aber nicht entscheiden, ob sie diese Art der Honiggewinnung vielleicht schon ererbt oder auch erst gelernt hatten. Aehnliche Beispiele von *Bombus terrestris* habe ich in meinem Werke über Befruchtung der Blumen durch Insekten bei *Aquilegia vulgaris* und *Primula clatior* angegeben.

Unter die von einander untrennbaren körperlichen und geistigen Ausrüstungen der Blumenbesucher zu erfolgreicher Gewinnung von Blumennahrung ist auch die hochgradige Steigerung des Farben-, Geruchs- und Geschmackssinnes zu zählen, welche die ausgeprägtesten unter ihnen auszeichnet. Diese aber mag, von der geschlechtlichen Auslese benutzt, wieder zurückgewirkt haben auf Farben und Düfte der Blumenbesucher selbst, so dass das buntfarbige Kleid der Schmetterlinge und Schwebfliegen und die besonderen Duftvorrichtungen der Schmetterlinge vielleicht als mittelbar durch die Farben und Düfte der Blumen bedingt aufgefasst werden dürfen und müssen.

Allerdings konnten sich bunte Farben und süsse Düfte bei den Blumen nur ausbilden, wenn ihre Kreuzungsvermittler bereits fähig waren, Farben und Düfte zu empfinden und durch sie angelockt zu werden; aber umgekehrt mussten die bei den Blumen zur Entwicklung gelangten Farben und Wohlgerüche steigernd auf die Empfindungsfähigkeit ihrer Besucher zurückwirken, weil diesen die Fähigkeit, bessere von schlechteren Nahrungsquellen zu unterscheiden, im Wettkampfe ums Dasein von entscheidendem Vortheil war. Ein hochausgebildeter Farben- und Geruchssinn konnte dann nicht verfehlen, auch bei der geschlechtlichen Auslese der Blumenbesucher eine Rolle zu spielen. Denn ein an Farben und Düften sich ergötzender Heirathsbewerber wird selbstverständlich auch bei der Brautwahl und Brautwerbung durch seine Liebhaberei beeinflusst und giebt dem ihm im schönsten Farbenschmuck erscheinenden, am verführerischsten entgendetendenden Gatten den Vorzug. So erklärt sich wol die Farbenpracht der Falter und die Entwicklung besonderer Duftvorrichtungen bei den Männchen derselben als eine indirekte Wirkung der Blumen auf die Entwicklung ihrer Kreuzungsvermittler. Der Einwand, dass ja auch bei nicht blumenbesuchenden Insekten wie z. B. bei Wanzen, Laufkäfern, Rüsselkäfern u. s. w. Entwicklung prächtiger Farben sich finde, die Farbenpracht der Blumenbesucher also für eine Abhängigkeit von dem Farbenschmuck der Blumen nichts beweisen könne, würde nur dann haltbar sein, wenn innerhalb derselben Familie oder Verwandtschaftsreihe eben so schön gefärbte Nichtblumenbesucher wie Blumenbesucher vorkämen, wenn also z. B. in der Abtheilung der *Phryganiden* eine ähnliche Farbenpracht sich fände wie bei den muthmasslich ihr entstammenden Schmetterlingen.

Auch unter den Fliegen sind die blumeneifrigsten und blumentüchtigsten, die Schwebfliegen, oft durch schöne Färbung ihres eigenen Körpers ausgezeichnet; und nicht wenige verrathen ihr Ergötzen an Farben durch das offenbare Wohlbehagen, mit welchem sie vor schön gefärbten Blumen längere Zeit schweben bleiben, ehe sie, plötzlich auf dieselben losschiessend, zu dem prosaischeren Geschäfte der Nahrungsgewinnung übergehen.

Bei den Bienen ist, obwol sie die eifrigsten und geschicktesten Blumenbesucher sind, eine prächtige Hautfärbung in der Regel nicht vorhanden. Doch steht diese Thatsache mit der Erklärung, welche so eben von der Farbenpracht der Schmetterlinge und Schwebfliegen gegeben wurde, in keinem Widerspruche. Denn bei den ausgeprägteren Bienen verdeckt in der Regel ein dichter Wald von Federhaaren die ganze Körperhaut und macht eine brillante Färbung derselben nutzlos, die Ausprägung derselben durch geschlechtliche Auslese daher unmöglich; diese hat sich in solchen Fällen entweder auf die Farbe des Haarkleids gelenkt und diese geschmückt, wie z. B. bei den Hummeln, oder den Geruchs- und Gehörsinn sich zu nutze gemacht, wie nach Dr. WOLFF bei der Honigbiene. Bei nackten Bienen aber ist eine schöne, selbst eine prächtig metallglänzende Körperhautfarbe etwas sehr gewöhnliches.

Mehr oder weniger nackte Körperhaut treffen wir unter den Bienen 1. unter den unausgeprägtesten (*Prosopis*, *Sphécodes*, *Halictus*, *Augochlora*), 2. unter den Kukuksbienen *Coelioxys*, *Epeolus*, *Nomada*, u. s. w.) 3. unter den ausgeprägtesten selbstsammelnden Bienen (*Anthidium*, *Euglossa*). Bei jeder dieser 3 Klassen hat die Nacktheit ihre besondere Ursache und verdient ihre besondere Besprechung. 1. Die genannten unausgeprägtesten Bienen haben die relative

Nacktheit von den Grabwespen ererbt; sie sind zu einem die Körperhaut verhüllenden Federhaarwald eben noch nicht fortgeschritten. Schöne Körperhautfärbung besitzen von ihnen *Prosopis variegata*, die *Sphcodes*arten, *Halictus cylindricus* und Verwandte, *Halictus morio* und Verwandte, vorzüglich aber die höchst zahlreichen, prächtig metallglänzenden *Augochlora*arten Brasiliens.

2. Die Kukuksbienen, welche, anstatt selbst Honig und Blütenstaub für ihre Brut einzusammeln, es vorziehen, sich in die Nester fleissigerer Familiengenossen einzuschleichen und an das von diesen aufgespeicherte Larvenfutter ihre Eier abzulegen, entstammen ausgeprägten Zweigen der Bienenfamilie mit wohl entwickeltem Federhaar-Kleid. Da sie aber von dem im Haarkleide haften bleibenden Pollen keinen Gebrauch mehr machten, so wurde ihnen dasselbe nutzlos und durch Naturauslese beseitigt. Bei den Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*), die sich am spätesten von einem selbst sammelnden Zweige, dem der Hummeln, abgezweigt haben, ist auch die Beseitigung des nutzlos gewordenen Federhaarkleides noch am wenigsten weit gediehen. Schöne Körperhautfärbung zeigen von Kukuksbienen namentlich *Ammobates*, *Epeolus*, die zahlreichen *Nomada*arten, einzelne *Coelioxys*, in Brasilien *Leiapodus* u. a. m. 3. Die Nacktheit der *Euglossa*arten, die nicht schmarotzen, sondern mit Honig durchfeuchteten Pollen sammeln, den sie in mächtigen Ballen auf den ausgehöhlten spiegelglatten Flächen ihrer Hinterschienen anhäufen, dürfte sich, nach der Vermuthung meines Bruders FRITZ MÜLLER, der ihre Lebensweise wol am eingehendsten beobachtet hat [36], auf folgende Weise erklären: Ein für die Bienen gewiss nicht unwichtiger Umstand ist der verschiedene Grad von Schutz oder persönlicher Sicherheit, den ihnen die Blumen beim Besuche gewähren. Am schlimmsten sind die daran, die bei ihren Arbeit sichtbar sind, ohne selbst zu sehen, z. B. nur ihren Kopf in die Blumenröhren senken oder in eine oben weit offene trichterförmige Blüthe hinabsteigen. Besser daran sind schon die Bienen, die z. B. *Compositen* besuchen; ihren Feinden sichtbar, können sie auch selbst diese sehen und fliehen. Am besten geschützt sind vor den meisten Feinden (freilich nicht vor den Sammlern, denen gerade sie am hülflosesten preisgegeben sind) diejenigen, die in grossen, hinter ihnen sich schliessenden Blumen (z. B. des Löwenmäulchen, *Antirrhinum majus*) einfliegen. Scheue vorsichtige Bienen können daher wol gelernt haben, nur solche Blumen zu besuchen, bei deren Ausbeutung sie stets freien Umblick nach allen Seiten behalten, und sowol die eigenthümliche Flug- und Saugweise der *Euglossa*arten als ihre Nacktheit mag durch diesen Vortheil persönlichen Schutzes bedingt gewesen sein. Die Scheuheit und Vorsicht der *Euglossen* ergibt sich deutlich aus folgenden Angaben meines Bruders über eine von ihm häufig beobachtete blaue Art (*E. coerulea nobis*): »Sie hat in ihrem Benehmen etwas ganz Kolibriartiges. Neulich sah ich einer zu, die mit lang vorgestrecktem Rüssel an ihrem Lieblingsstrauch von Blume zu Blume flog; als sie durch eine kleine Bewegung, die ich machte, auf mich aufmerksam wurde, beschrieb sie rasch einen grossen Bogen und kam dann stossweise näher bis auf kaum einen Fuss Entfernung. Hier hielt sie scheinbar regungslos etwa 10—12 Secunden, flog dann im Kreise um mich herum und darauf wie ein Pfeil davon. Vielleicht war es dasselbe Thier, das einige Tage später, als es beim Honigsuchen mich gewahr wurde, der ich ganz still in der Nähe stand, in einem weiten Bogen sich mir näherte, ein paar mal rasch vor mir hin und her und dann zum Genusse der Blumen zurückflog, scheinbar meiner Nähe nicht weiter achtend.« Ihre Lieblingspflanze, *Buddleia*, umschwirrt sie in kurzen raschen Bogen, hält dann summend etwa eine Spanne vor einer ihrer bläulich violetten Aehren und rückt ihr stossweise näher, mehrere mal still stehend oder vielmehr stillschwebend (*sit venia verbo*), ehe sie endlich an eine Blüthe anfliegt, von der sie nach raschem Saugen einer anderen Stelle des Busches zuschwirrt. An *Bixa Orellana* Pollen sammelnd lässt sie sich nicht, wie zahlreiche andere Bienen, dauernd zwischen den zahlreichen Staubgefässen dieser ansehnlichen rothen Blumen nieder, sondern schwebt vor denselben, fährt von Zeit zu Zeit auf die Staubfäden los, rafft Blütenstaub rasch zusammen und bringt diesen, vor der Blume schwebend, an die Hinterschienen, worauf sie wieder, wie im Raube, eine neue Portion aus der Blume holt u. s. f. Da der ausserordentlich lange Rüssel überdies die *Euglossa*arten befähigt, in der Regel freischwebend zu saugen, (wie Kolibris, Schwärmer und Wollschweber), so konnte Pollen in ihrem Haarkleide, namentlich in dem der Oberseite, sich niemals ansammeln, es wurde dasselbe also durch die Scheuheit und Vorsicht des Thieres nutzlos und der Verkümmern preisgegeben. War aber einmal durch Naturauslese der Leib der Pollen sammelnden Haare entkleidet, so konnte ihn bei einem Thiere

mit hochentwickeltem Farbensinne, welches sich mit unverkennbarem Wohlbehagen an den Farben der Blumen weidet, geschlechtliche Auswahl recht wohl mit glänzendem Smaragdgrün oder Azurblau schmücken.»

In der Scheuheit und Vorsicht beim Blumenbesuch und in der Nacktheit und schönen Färbung ihrer Körperhaut verhalten sich unsere *Anthidium*-arten ähnlich den *Euglossa*-arten. Die eben gegebene Erklärung passt daher auf beide.

Selbst die Farbe der Sammelhaare der weiblichen Bienen erscheint oft von den besuchten Blumen abhängig, indem sie mit derjenigen des von diesen gesammelten Pollens übereinstimmt.

Das gilt z. B. von den langen Haarbürsten der Hinterbeine von *Dasygaster* und *Panurgus*, von den Bauchbürsten zahlreicher Bauchsammler (*Osmia*, *Megachile*, *Anthidium*), von den Sammelhaaren zahlreicher brasilianischer Bienen (*Megacilissa*, *Tetrapedia*, *Centris*, *Epicharis*-arten u. s. w.), bei denen bisweilen auch die Haare des Thorax demjenigen Pollen gleichfarbig sind, mit dem sie sich gewöhnlich füllen. Die Ausbildung dieser Farbeigentümlichkeit lässt sich wol folgendermassen erklären: Die hellfarbige weithin sichtbare Blütenstaubladung wurde für die Männchen zu einem wichtigen Erkennungszeichen der Weibchen. Für die unbeladenen Weibchen war es daher vortheilhaft, durch den Schein einer solchen Ladung die Aufmerksamkeit der Männchen auf sich zu ziehen [7].

Auch ganz unabhängig von geschlechtlicher Auswahl scheint die Farbe der Blumen auf die Farbe ihrer Kreuzungsvermittler ihren Einfluss ausgeübt zu haben. Die letzteren sind nämlich in manchen Fällen vor der Gefahr, während ihrer Blumenarbeit von Feinden bemerkt und erbeutet zu werden, durch Gleichfarbigkeit mit den besuchten Blumen sicher gestellt, vermuthlich, weil eben alle abweichend gefärbten Abänderungen der Vernichtung anheim gefallen sind.

Das unzweideutigste hierher gehörige Beispiel ist eine geselliglebende Wespe Brasiliens, *Apoica pallida* Lep., welche, ebenso wie unsere *Polistes gallica*, eine einzige unbedeckte Brutwabe baut, aber nur des Nachts dem Blumenhonige nachgeht, während sie bei Tage still im Neste sitzt. Mit Ausnahme des Kopfes und der Vorderbrust ist sie oberseits weisslichgelb gefärbt und erscheint bei Mondschein gerade ebenso weiss, wie die meisten Nachtblumen sind, die sie besuchen kann und besucht. Wenn sie daher bis zur Mittelbrust in einer Nachtblume steckt, so ist sie schon aus geringer Entfernung vollständig unsichtbar. Auch die nachher zu besprechende *Yuccamotte* ist den *Yuccablüthen*, auf denen sie ausschliesslich sich aufhält, gleichfarbig und dadurch gegen Feinde geschützt.

Endlich giebt es Fälle, in welchen die Farbe eines Insektes erst durch eine längere Kette von Zwischengliedern mit der Farbe der Blumen ursächlich verknüpft erscheint.

Eine brasilianische Kukuksbienen, *Melissa* und *Ctenioschelus*, sind den *Euglossa*-arten täuschend ähnlich gefärbt und schmarotzen vermuthlich in deren Nestern. Falls diese Vermuthung richtig ist, lässt sich folgende Kette ursächlichen Zusammenhanges annehmen: 1. Die Blumen haben schöne Farben erlangt, weil diejenigen am häufigsten gekreuzt wurden, welche den Insekten am meisten in die Augen fielen. 2. In Folge der schönen Blumenfarben hat sich bei den ausgeprägteren Blumenbesuchern überhaupt und bei den Bienen und *Euglossa* insbesondere der Farbensinn gesteigert, weil diejenigen im Wettkampfe um die Nahrung im Vortheil waren, welche ärmere und reichere Nahrungsquellen am besten unterscheiden konnten. 3. In Folge des gesteigerten Farbensinnes hat sich bei *Euglossa*, wie bei vielen nackten Bienen die geschlechtliche Auswahl auf die Hautfarbe gerichtet und diese mit glänzendem Azurblau und Smaragdgrün geschmückt. 4. Die in *Euglossa*-nestern schmarotzenden Kukuksbienen, *Melissa* und *Ctenioschelus*, sind den von ihnen betrogenen Wirthen durch Naturauslese täuschend ähnlich gefärbt worden, weil alle abweichend gefärbten Individuen sich nicht unbemerkt in die mit Larvenfutter versorgten Nester der *Euglossa* einschleichen und daher nicht zur Hinterlassung von Nachkommenschaft gelangen konnten.

Durch eine gleiche Kette ist die Farbe unserer Federfliegen, *Volucella bombylans* und *plumata*,

welche täuschend den Hummeln gleichen, in deren Nestern sie schmarotzen, mit der Entwicklung der Blumenfarben ursächlich verknüpft.

Andererseits sind, aber keineswegs in allen Fällen, in denen lebhaft gefärbte Insekten auf lebhaft gefärbten Blumen angetroffen werden, die Farben der ersteren irgend wie durch die Farben der letzteren bedingt.

So ist die prächtig metallisch grün glänzende Färbung einiger blumenbesuchenden Käfer z. B. des *Cryptocephalus sericeus* und der *Anthaxia nitidula*, als sehr unausgebildeter Blumenbesucher, jedenfalls unabhängig von ihren Blumenbesuchen, vielleicht durch geschlechtliche Auslese, zur Ausprägung gelangt. Ihre Neigung zu glänzenden Farben spricht sich aber bei ihren Blumenbesuchen darin unverkennbar aus, dass sie besonders lebhaft gelbgefärbte Blumen aufsuchen und dass *Anthaxia nitidula* auch als Hochzeitsbett brennend gelbe Blumen, z. B. die von *Ranunculus repens*, wählt.

Eine weitere Einwirkung der Blumen auf ihre Kreuzungsvermittler tritt dann ein, wenn sich diese für ihre und ihrer Brut Ernährung ganz auf eine bestimmte Blumenart beschränken. Denn sobald diese Beschränkung zur erblichen Gewohnheit geworden ist, hat sich der Blumenbesucher auch in der Wahl seines Wohnortes und seiner Brutstätte von seiner auserwählten Lieblingsblume abhängig gemacht.

So besuchen zwei Mauerbienen, *Osmia caementaria* und *adunca*, ausschliesslich oder fast ausschliesslich die Blumen von *Echium vulgare* und wählen dementsprechend zur Anlage ihrer Brutzellen Plätze, in denen es an *Echium* nicht mangelt. *Osmia pilicornis* beköstigt bei Lippstadt sich und ihre Brut ausschliesslich, *O. fusca* fast ausschliesslich mit Honig und Blütenstaub von *Pulmonaria officinalis*. Beide nisten daher auch nur in Gebüsch, in welchen diese *Pulmonaria* wächst, letztere in leeren Schneckengehäusen von *Helix nemoralis*.

Noch weit vollständiger wird die Abhängigkeit des Kreuzungsvermittlers von der Blume dann, wenn er seine Eier in deren Fruchtknoten legt, so dass sich seine Larven in denselben gross fressen, wie es in Bezug auf die Feigen (*Ficus*) schon LINNÉ angegeben und in Bezug auf *Yucca*arten neuerdings der Staatsentomolog von Missouri, Professor RILEY in St. Louis, entdeckt hat.

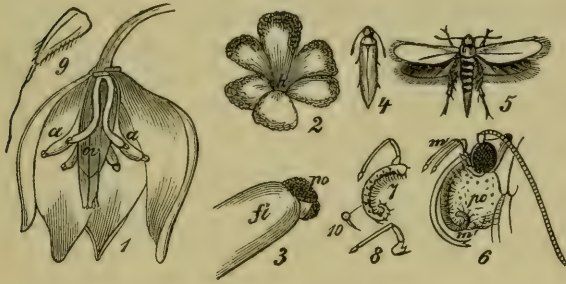
Die kleinen eingeschlechtigen Blüten der Feigen sitzen an der Innenwand eines hohlen, bis auf eine kleine Öffnung ringsum geschlossenen Blütenbodens von Ei-, Birn- oder Kugelform, und zwar sitzen auf dem Boden der Höhle oder Urne die weiblichen, gegen den Hals oder die Öffnung hin die männlichen Blüten. Manche Blütenstände werden jedoch durch Verkümmern der männlichen Blüten rein weiblich, andere durch folgende wunderbare biologische Wechselbeziehung rein männlich: die Weibchen gewisser Gallwespen (*Cynips*) kriechen durch die kleinen Öffnungen in die Urnen und legen in den Fruchtknoten jeder weiblichen Blüte ein Ei, so dass sich nun in demselben statt eines pflanzlichen ein thierischer Embryo entwickelt. Die Gallwespe, welche aus diesem hervorgeht, schlüpft gerade aus, wenn die Antheren der männlichen Blüten aufspringen und kommen daher so mit Blütenstaub behaftet aus den Urnen heraus, dass sie, in weibliche Urnen kriechend, nicht umhin können, die Blüten derselben mit den an ihren Narben haften bleibenden Pollenkörnern zu befruchten [37].

Noch merkwürdiger ist, nach RILEY's Darstellung [38], die Befruchtung der mit aufspringenden Kapsel Früchten versehenen *Yucca*arten durch eine von ihm neu entdeckte Motte, (*Promiba Yucasella*, Riley.), indem dieselbe nicht nur ebenfalls in ihrer ganzen Existenz von dem Gedeihen ihrer Lieblingsblume abhängig ist, sondern überdies in einer bis jetzt einzig dastehenden Weise der Uebertragung des Pollens auf die Narbe derselben sich angepasst hat.

Es ist nämlich das erste Kiefertasterglied dieser Motte beim Männchen von gewöhnlicher Bildung, beim Weibchen, dem Geschäfte der Pollenübertragung entsprechend, in ein langes, cylindrisches, nach unten gerichtetes Glied umgebildet, welches eingerollt und zum Aufgreifen des Blütenstaubes benutzt werden kann; es wird zu dieser Verrichtung noch dadurch besonders befähigt, dass es jederseits mit einer Reihe steifer, nach innen gerichteter Borsten besetzt ist. Mit diesen Greiforganen, welche die Hälfte des Leibes an Länge erreichen, sammelt die *Yucca*-

motte, an den nach aussen gebogenen Staubfäden emporkletternd, Pollenballen bis zum dreifachen Umfange ihres Kopfes und trägt sie, zwischen den Greiforganen und den Vorderbeinen festgehalten, zur Narbe, wo sie, indem sie ihr Saugorgan in die Narbenhöhle (h, 2 fig. 32) steckt, um deren Feuchtigkeit zu saugen, gleichzeitig mittelst der entrollten Greiforgane den Pollen in die Narbenhöhle hinabschiebt. Vor der Vollziehung dieser Befruchtungsarbeit durchbohrt sie mit ihrer spitzen und harten Legescheide die Seitenwand des Fruchtknotens und senkt in denselben ein Ei, was, ebenso wie das Besuchen der Narbe, in derselben Blüthe 2—6 mal wiederholt wird. Obgleich nun jede der aus den Eiern kommenden Larven im Laufe ihrer Entwicklung 18—20 Samen verzehrt, so bleiben doch, da über 200, in 6 Reihen geordnet, in einer Kapsel enthalten sind, hinreichend zahlreiche Samenkörner übrig, um die Fortpflanzung der *Yucca* zu sichern. Ausgewachsen bohrt die Larve ein Loch durch die Kapsel, lässt sich an einem Faden auf den Boden, bohrt sich einige Zoll tief ein und spinnt sich in einen ovalen Cocon, in welchem sie Herbst, Winter und Frühling verbringt, um sich etwa 14 Tage vor dem Beginne der Blüthezeit der *Yucca* zu verpuppen und mit dem Beginne der Blüthezeit auszuschlüpfen.

Fig. 30. *Yucca* und die Yuccamotte.



1 Blüthe einer *Yucca* (*recurvata* Salisb. aus Georgia) $\frac{5}{8}$ natürlicher Grösse, nach Entfernung zweier Perigonblätter, um Fruchtknoten (ov) und Staubgefässe (a) zu zeigen. 2 Narbenhöhle, von oben gesehen ($4\frac{1}{2} : 1$). 3 Ende eines Staubgefässes ($4\frac{1}{2} : 1$), st Staubfaden, po Pollen. 4 Die Yuccamotte mit zusammengelegten Flügeln. 5 Dieselbe mit ausgebreiteten Flügeln. 6 Kopf mit Pollenladung (po), r Rüssel (Kieflerlade), m Kiefertaster, m' erstes Kiefertasterglied. 7 Kiefertaster des Weibchens. 8 Kiefertaster des Männchens. 9 Legescheide. 10 Einzelne Borste von 7. (4—10 nach RILEY.)

In diesen Fällen sind also beide, die Blume und das ihre Kreuzung vermittelnde Insekt, in dem Grade von einander abhängig, dass jedes von beiden nur mit dem andern und durch dasselbe zu bestehen und sich fortzupflanzen vermag.

Kapitel 20.

Bedeutung der besprochenen Anpassungen für unsere Naturauffassung.

Wir sind zwar noch sehr weit von der Möglichkeit entfernt und werden es vielleicht niemals in annähernder Vollständigkeit erreichen, die gesammten Blumen nach ihrer natürlichen Verwandtschaft zu ordnen und als die jetzt blühenden Glieder eines reich verzweigten Stammbaumes darzustellen. Aber so viel lässt sich mit Sicherheit erkennen: In verschiedenen Zweigen des Blumenstammbaumes ist die Entwicklung von einfachen, regelmässigen, offenen Blumenformen aus, weit entfernt, einer und derselben Anpassungsrichtung zu folgen, in den mannigfachsten Richtungen weiter geschritten und hat auf die mannigfachste Weise bei ausreichendem Insektenbesuche Sicherung der Kreuzung, bei unzureichendem Sicherung der Selbstbefruchtung erlangt. Aber auch diese Einzelrichtungen sind keine stetigen gewesen, wie sie sein müssten, wenn man sie einem vorgefassten Plane zuschreiben wollte; sie haben vielmehr, den jeweiligen

Umständen entsprechend, auf das mannigfachste gewechselt. Bisweilen haben sich durch Anpassung an gleiche Lebensbedingungen von den verschiedensten Ausgangspunkten entsprungene Blumenformen einander wunderbar ähnlich gestaltet. Bisweilen wieder haben sich die auf einander folgenden Glieder derselben Entwicklungsreihe nach einander ganz verschiedenen Lebensbedingungen angepasst oder sind selbst zu einer früheren Anpassung zurückgekehrt. Bei der Wichtigkeit dieser Sätze für eine einheitliche Naturauffassung, und gegen die Annahme einer in den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen wunderthätig eingreifenden Hilfsfigur, mag man sie nun als vorgefassten Schöpfungsplan, als hellsehendes Unbewusstes oder in verschämter Weise als Entwicklungsgesetz bezeichnen, ist es wol der Mühe werth, dieselben einzeln mit bestimmten Thatsachen zu belegen, wenn dieselben auch, in den vorigen Kapiteln zerstreut, bereits zum grossen Theile mitgetheilt worden sind.

In Bezug auf die Mannigfaltigkeit der Abänderungen, durch welche Abkömmlinge einer und derselben einfachen offenen Blumenform eine Steigerung des Insektenbesuches erreichen können, wird es hinreichen, an die Familie der *Ranunculaceen* zu erinnern, deren zahlreiche Glieder in der Lage und Ausbildung ihrer Nektarien, in der Steigerung der Augenfälligkeit und der Beschränkung des Besucherkreises auf das mannigfachste differiren.

Die verschiedenen Abkömmlinge derselben honiglosen Stammeltern sind in dieser Familie theils honiglos geblieben, wie *Clematis*, *Thalictrum*, *Anemone*, theils haben sie an den Kelchblättern (11, fig. 31), theils in der verschiedensten Ausprägung an den Blumenblättern (1—10, 14, fig. 31), theils an den Staubgefässen (12, fig. 31), theils an den Fruchtblättern (13, fig. 31) mehr oder weniger wirksame Nektarien entwickelt.



Fig. 31. Mannigfache Entstehung und Ausprägung der Nektarien in der Familie der *Ranunculaceen*.

1 *Ranunculus*. 2 *Eranthis hiemalis*. 3 *Delphinium elatum*. 4 *Nigella*. 5 *Trollius europaeus*. 6 *Myosurus minimus*. 7 *Helleborus niger*. 8 *Helleborus foetidus*. 9 *Aconitum*. 10 *Aquilegia*. 11 *Paeonia*. 12 *Pulsatilla vernalis*. 13 *Caltha palustris*. 14 *Ranunculus pyrenaicus*. *Ranunculus pyrenaicus* zeigt für sich allein eine erstaunliche Variabilität der Nektarien [25].

Die Augenfälligkeit wird durch die mannigfaltigsten Farben bald von den Kelchblättern (*Eranthis*, *Helleborus*, *Anemone*, *Caltha*), bald von den Blumenblättern (*Ranunculus*, *Paeonia*), bald von beiden zugleich (*Aquilegia*, *Delphinium*), bald von den Staubfäden bewirkt (*Thalictrum aquilegiaefolium*), bald fehlt es gänzlich an augenfälligen Theilen (*Th. minus*). Die Blumengestaltung ist bald die von den Stammeltern ererbte einfache, offene, regelmässige geblieben, bald hat sie sich engeren Besucherkreisen, oder ganz bestimmten Insektenformen (*Delphinium* z. B. den langrüsseligsten Hummeln) angepasst, bald hat sie sich durch Schwinden der Blumenblätter noch vereinfacht oder ist sogar zur Windblüthigkeit zurückgekehrt (*Thalictrum minus*).

Ist dann den Blumen durch die eine oder andere Anlockung ausreichender Insektenbesuch zu Theil geworden, so stehen ihnen wieder die mannigfachsten Wege offen, Kreuzung durch Vermittlung der besuchenden Insekten unausbleiblich zu machen; und je nach den Abänderungen, die sich gerade dargeboten haben, sind bei verschiedenen Pflanzen in der That die allerverschiedensten Kreuzung sichernden Blüten-Einrichtungen zur Ausprägung gelangt,

Rufen wir uns kurz die hauptsächlichsten bereits erläuterten Fälle ins Gedächtniss zurück. Manche Blumen sind, nachdem es ihnen gelungen war, überreichlichen Insektenbesuch an sich zu locken, wieder zur Getrenntgeschlechtigkeit zurückgekehrt, welche ihren archispermischen Stammeltern eigen war. Und zwar sind einige zweihäusig geworden, entweder mit Erhaltung von Zwischenstufen (*Valeriana dioica*) oder ohne solche (*Bryonia dioica*), andere einhäusig (*Akebia quinata*, *Rhus Cotinus*), andere gynodiöcisch (*Glechoma hederaceum*). Von den zwittrblüthig gebliebenen Blumen haben sehr zahlreiche die Sicherung der Kreuzung dadurch erreicht, dass sich die beiderlei Geschlechtsorgane derselben Blüthe nicht gleichzeitig, sondern nach einander zur Reife entwickeln (Dichogamie); besonders häufig eilt die Entwicklung der Staubgefäße derjenigen der Narben voraus (Proterandrie); so bei *Malva*, *Polygonum Bistorta*, *Tilia* (fig. 18), bei den *Umbelliferen* (fig. 19), *Compositen*, Nelken, bei der grosshülligen Form der gynodiöcischen *Labiaten*; in seltenen Fällen entwickeln sich die Narben vor den Staubgefässen zur Reife (Proterogynie), so bei *Aristolochia*, *Arun*, *Calla* u. a. In zahlreichen anderen Fällen hat die Ausprägung der Heterostylie Sicherung der Kreuzung herbeigeführt, und zwar sehr häufig dimorphe Heterostylie, wie bei *Primula* und *Pulmonaria* (Fig. 28), weit seltener trimorphe Heterostylie, wie bei *Lythrum Salicaria*, zahlreichen *Oxalis* und einigen *Pontederiac*-arten. In denjenigen Zwitterblüthen, welche Staubgefäße und Stempel gleichzeitig zur Reife entwickeln, ist oft durch einfaches Hervorragen der Narbe über die Staubgefäße Sicherung der Kreuzung erreicht worden, so bei den grossblumigen Formen von *Euphrasia officinalis*, *Rhinanthus crista galli* und *Viola tricolor* (fig. 14), bei *Melilotus officinalis*, *Gentiana bavarica*, *Lonicera Periclymenum* (fig. 22) und vielen *Labiaten* (fig. 23), oft auch durch eine derartige gegenseitige Stellung der Staubgefäße und Narben, dass beide von entgegengesetzten Seiten des Besuchers berührt werden, wie z. B. bei vielen *Cruciferen* (*Cardamine pratensis*, fig. 20). Ungemein mannigfaltig sind ferner diejenigen Blumenmechanismen, welche Staubgefäße und Narben getrennt halten, bis ein Kreuzungsvermittler sich einfindet, dann aber diesem den Pollen so anheften, dass er in später besuchten Blumen derselben Art auf die Narben gelangen muss. Wir haben Beispiele kennen gelernt, in welchem das besuchende Insekt mit losem, pulverigem Blütenstaub bestreut wird: *Euphrasia officinalis*, *Rhinanthus crista galli*, andere, in denen es sich selbst die Staubgefäße gegen den Bauch schlägt: *Veronica Chamaedrys* (fig. 24), andere, in denen ihm der Blütenstaub an den Rüssel geschossen wird (*Martha fragrans*), andere, in denen ihm Blütenstaubkölbchen angekittet werden, und zwar auf die Stirn (*Listera ovata*, fig. 16) oder auf die Augen (*Orchis maculata*, fig. 17), andere, in denen ihm Blütenstaubkölbchen mittelst besonderer Klemmkörper angeklemt werden (*Asclepiadeen*), andere endlich, in denen es sich eine bestimmte Körperstelle mit klebrigem Pollen beschmiert (*Cypripedium Calceolus*); und in allen diesen Fällen wird der Pollen in später besuchten Blüten mit Sicherheit auf die Narben abgesetzt.

Auch diejenigen Einrichtungen, durch welche solchen Blumen, die es zur Anlockung ausreichenden Insektenbesuches nicht gebracht haben, regelmässige Selbstbefruchtung zu Theil wird, haben sich in verschiedenen Familien, je nach den zufällig eingetretenen Abänderungen, in verschiedenster Weise ausgeprägt.

Sehr häufig bringen die sich schliessenden Blumenkronen, bei den *Cruciferen* die sich streckenden Staubgefäße den Pollen mit den Narben in Berührung. Bei *Myosotis versicolor* streckt sich die beim Aufblühen noch kleine und unausgefärbte Blumenkrone und schiebt so die fünf ihr anhaftenden Antheren dicht an dem einen Narbenknopfe vorbei; bei *Myosurus minimus* streckt sich umgekehrt die kegelförmige Pistillgesellschaft und schiebt ihre Narben an dem einfachen Antherenkreise vorbei (*Nature*, Vol. X p. 129).

Bei *Malva rotundifolia* krümmen sich die Narbenäste bis zur Berührung mit den pollenbehafteten Staubgefässen, bei *Ophrys apifera* treten die Staubkölbchen aus ihren Taschen und hängen an ihren Stielen herab bis zur Berührung mit den Narben u. s. w.

Ferner sind Blumen, welche bei hinreichendem Insektenbesuche durch die eine oder andere der oben genannten Einrichtungen eine Sicherung ihrer Kreuzung bereits erlangt hatten, nicht selten später von glücklicheren Concurrenten so weit überholt worden, dass ihnen ausreichender Insektenbesuch nicht mehr

zu Theil wurde und haben dann in der Regel die Möglichkeit der Selbstbefruchtung wiedergewonnen. Auch diese die Möglichkeit der Selbstbefruchtung wiederherstellenden Abänderungen lassen keinen ihnen zu Grunde liegenden Plan erkennen, sondern sind oft bei Nächstverwandten weit verschieden, bei weit auseinander stehenden Arten überraschend ähnlich.

Die kleinblumige Blütenform von *Viola tricolor* kehrt z. B. die Oeffnung ihres Narbenkopfes der Innenseite der Blüthe zu, so dass Pollen derselben in sie hineinfällt, *Viola odorata* dagegen erreicht bei ausbleibendem Insektenbesuche den Nothbehelf der Selbstbefruchtung durch kleistogamische Blüten. Andererseits kehren Blumen der verschiedensten Familien, welche durch Hinausragen der Narben über die Antheren die Möglichkeit der Selbstbefruchtung verloren hatten, auf dieselbe Weise zu derselben zurück, indem sie die Griffel bis zur Berührung mit dem Blütenstaub umbiegen, wie z. B. *Malva rotundifolia* und *Rhinanthus minor*.

Auch die von uns kennen gelernten Beispiele von Anpassungen an bestimmte Insektenformen (Kap. 12. 13. 14) liefern für die Verschiedenheit der Richtungen, nach welchen hin verschiedene Blumen sich vervollkommen haben, eben so viele Belege. Und gerade bei diesen speciellen Anpassungen sind bisweilen von den verschiedensten Ausgangspunkten entsprungene Blumenformen durch gleiche Lebensbedingungen einander überraschend ähnlich gestaltet worden.

So haben *Polygala myrtifolia* (*Polygaleen*) und *Collinsia bicolor* (*Scrophulariaceen*), obgleich sie weit entfernten Zweigen des Blumenstammbaumes angehören, eine auffallende Uebereinstimmung der äusseren Form und der Befruchtungseinrichtung mit den *Papilionaceen* erlangt, indem sie sich denselben Bewegungen der honigsuchenden Bienen angepasst haben wie diese. *Arum maculatum* und *Aristolochia Clematidis*, die sich beide der Kreuzungsvermittlung durch obdachlose winzige *Dipteren* angepasst haben, stimmen in der Bildung eines vorübergehenden Gefängnisses, der Proterogynie und mehreren anderen Stücken überein. Zahlreiche Nachtschwärmerblumen der verschiedensten Familien sind sich durch blasse Blumenfarbe, abendliches Aufblühen und kräftig Duften und durch lange honighaltige Blumenröhren in hohem Grade ähnlich u. s. w.

Ebenso sind auch Blumenbesucher der verschiedensten Abstammung durch Anpassung an gleiche Lebensverhältnisse einander bisweilen zum Verwechseln ähnlich geworden.

Fig. 32. Kolibri und grosse Kolibrimotte (*Macroglossa Titan*), nach BATES.



So erzählt BATES [32]: »Verschiedene Male schoss ich aus Versehen eine Kolibri-Motte, anstatt eines Vogels. Diese Motte (*Macroglossa Titan*) ist nur wenig kleiner als gewöhnlich der Kolibri, ihre Art zu fliegen aber und die Art, wie sie sich vor den Blüten in Schwebung hält, indem sie dieselben mit dem Rüssel untersucht, sind ganz so wie bei dem Kolibri, und es bedurfte der Beobachtung mehrerer Tage, ehe ich sie im Fluge von einander unterscheiden lernte.« Ebenso schrieb

mir vor einer Reihe von Jahren mein Bruder FRITZ MÜLLER aus Südbrasilien: »Ein grosser Busch einer prächtig himmelblauen hiesigen *Salvia*, der jetzt in meinem Garten blüht, wird von einer *Macroglossa* besucht, die in Gestalt, Farbe und Flugweise eine so täuschende Aehnlichkeit mit einem Kolibri hat, dass meine Kleinen mir dieselbe als einen merkwürdigen Kolibri mit sechs Beinen ankündigten.«

Noch schlagender zeigt sich die Planlosigkeit der Blumenentwicklung darin, dass sich in manchen Fällen die aufeinander folgenden Descendenten derselben Stammeltern im Wechsel der Zeiten ganz verschiedenen Lebensbedingungen

angepasst haben, ja unter Umständen sogar zu früher bereits erreicht gewesenen und dann nutzlos gewordenen und verloren gegangenen Anpassungen zurück gekehrt sind.

Blumen, die sich im Nothfall selbst befruchteten, haben oft, bei hinreichend gesteigertem Insektenbesuche, die Möglichkeit der Selbstbefruchtung eingebüsst, sind aber, wenn sie von glücklicheren Concurrenten überholt wurden, zu derselben zurückgekehrt (siehe oben!). Abkömmlinge windblüthiger Stammeltern sind insektenblüthig und später im Drange der Noth wieder windblüthig geworden (*Thalictrum*, *Poterium*, *Artemisia*, *Pringlea*). Ursprünglich einfache, regelmässige, ziemlich allgemein zugängliche Blüthen (der *Scrophulariaceen*) haben sich einseitig der Kreuzungsvermittlung durch Hummeln angepasst (*Rhinanthus*), dann gleichzeitig Hummeln und Faltern zwei besondere Thüren geöffnet (*Rh. alectorolophus*), endlich auf alpinen Höhen die Hummelthüre geschlossen und nur noch die Falter zur Kreuzungsvermittlung zugelassen [24].

Die einfachen offenen regelmässigen Blüthen der Stammeltern der Gattung *Gentiana* haben sich jedenfalls, wie *G. lutea* noch jetzt bei ausbleibendem Insektenbesuche, selbst befruchtet. Ihre Nachkommen haben sich theils Bienen und Faltern zugleich angepasst (Untergattung *Endotricha*), theils einseitig den Hummeln (*Coelanthe*). Gewisse den Hummeln angepasste (*Coelanthe*) Arten sind dann in hochalpinen Gegenden zu Tagfalter- und Tagschwärmer-Blumen geworden! (Untergattung *Cyclostigma*.) Die unscheinbarsten Glieder derselben (z. B. *G. nivalis*) sind endlich wieder zu regelmässiger Selbstbefruchtung bei ausbleibendem Insektenbesuche zurückgekehrt [24].

Noch mehr aber als die soeben angedeuteten mannigfachen Richtungen der gegenseitigen Anpassung zwischen Blumen und Insekten widersprechen die Ausführungen derselben der Vorstellung eines vorbedachten Schöpfungsplanes. Denn:

1. sind die unter den vorliegenden Lebensbedingungen nützlichen Eigenthümlichkeiten in manchen Fällen sehr unvollkommen zur Ausprägung gelangt.

Man vergleiche z. B., was im 9. Kapitel bei *Posoqueria* über die bei Tage sich öffnenden Blüthen und was im 12. bei *Lilium Martagon* von der durch Naturauslese noch höchst mangelhaft beseitigten lebhaften Farbe gesagt ist.

2. begegnen wir sehr häufig nutzlosen Organen.

Bei Blumen sind nicht selten Organe, die sich in allmählicher Entwicklung zum grössten Vortheile der Pflanzen ausgebildet hatten, unter veränderten Lebensbedingungen nutzlos geworden und der Verkümmern anheimgefallen.

Die Beispiele von geschwundenen, verkümmerten oder zu neuer Function umgebildeten Blüthentheilen sind so ungemein zahlreich und so allbekannt, dass es einer einzelnen Aufzählung nicht bedarf. Ich beschränke mich deshalb darauf, auf einen einzigen von mir an einer andern Stelle [33] näher erörterten Fall hinzudeuten, in welchem in 4 auf einander folgenden Perioden sämtliche Staubgefässe einer Blüthe verkümmert sind, und ein zierlich wirkender Hebelmechanismus, der in einer langen Reihe auf einander folgender Schritte zur Ausprägung gelangt war und mit bewundernswerther Sicherheit den Blütenstaub auf den Rücken der besuchenden Hummeln heftete, wieder nutzlos geworden ist und jetzt alle möglichen Rückbildungsstufen darbietet. Er findet sich an den kleinblumigen rein weiblichen Stöcken von *Salvia pratensis*.

Ebenso sind bei blumenbesuchenden Insekten langsam erworbene Ausrüstungen, nachdem sie durch Veränderung der Lebensweise nutzlos geworden waren, in mehr oder weniger zurückgebildetem Zustande erhalten geblieben oder auch ganz wieder geschwunden.

So hat sich bei den weiblichen Bienen, wie wir gesehen haben, als Ausrüstung zur Gewinnung des Blütenstaubes, den sie zur Beköstigung ihrer Brut gebrauchen, in stufenweiser Steigerung ein Federhaarkleid, eine Verbreiterung der Fersen und ein besonderer Pollensammelapparat ausgebildet. Von verschiedenen Abtheilungen so ausgerüsteter Bienen sind aber einzelne Zweige nachträglich zur Kukukslebensweise übergegangen, indem sie, statt selbst für ihre Nachkommenschaft Honig und Blütenstaub einzusammeln, es vorziehen, ihre Eier in schon mit Larvenfutter versorgte Nester anderer Bienen zu legen. Bei diesen Kukuksbienen nun ist, je nach dem Alter ihrer Kukukslebensweise mehr oder weniger vollständig, die Körperoberfläche

wieder nackt, die Ferse wieder schmaler geworden und der besondere Pollensammelapparat wieder verschwunden [34].

Aber nur von Urahnen auf ganz anderen Lebensbedingungen ausgesetzte Nachkommen, sondern auch vom weiblichen Geschlechte auf das ganz andern Lebensbedingungen ausgesetzte männliche haben sich Ausrüstungen vererbt, welche dann dem Inhaber völlig nutzlos sind.

Bei den Bienen sind ausschliesslich die Weibchen mit der Versorgung der Nachkommen beschäftigt (die sogenannten Arbeiter der geselliglebenden Bienen sind geschlechtlich verkümmerte Weibchen); nur sie sammeln Blütenstaub; nur ihnen kann daher ein besonderer Pollensammelapparat nützen; also kann auch nur bei ihnen ein solcher zur Ausprägung gelangt sein. Ziemlich auf der höchsten Stufe seiner Ansbildung treffen wir den besonderen Pollensammelapparat der Hinterbeine bei den Hummeln an. Bei manchen Hummelarten findet sich derselbe nun mehr oder weniger vollständig, bei *Bombus lucorum* L. meist ganz vollständig auch bei den Männchen, denen er absolut nutzlos ist und bei denen sich seine Anwesenheit offenbar nur durch Ererbung von der Mutter erklären lässt.

3. gereichen die zwischen Blumen und Insekten zu Stande gekommenen Beziehungen nicht selten der einen Seite, bisweilen sogar beiden zum grössten Nachtheile.

Die Insekten und Vögel besuchen die Blumen nur in eigennütziger Absicht; nur in eigenem Interesse führen sie die Bewegungen aus, welche ohne ihr Wissen und Wollen auch den Pflanzen durch Vermittlung der Kreuzung nützlich werden. So oft sie ihre Absicht durch den Blumen nutzlose oder verderbliche Thätigkeit bequemer oder besser erreichen können, geben sie die Blumen rücksichtslos dem Verderben preis.

Das gilt nicht nur von mehr zufälligen Blumenbesuchern, die selbst keinerlei Anpassung an Gewinnung der Blumennahrung zeigen, wie die *Crocus* abbeissenden Sperlinge, die *Primula* zerbeissenden Dompfaffen, viele Käfer (*Cetonia*, *Trichius*, *Phyllopertha* u. s. w.), die alle zarten Blüthentheile ohne Unterschied abweiden; es gilt ebenso von den ausgeprägtesten Blumengästen, die in ihrer Ernährung ganz auf Blumen angewiesen und mit wundervollen Ausrüstungen zur Gewinnung ihrer Blumennahrung versehen sind. Schmetterlinge z. B. saugen aus zahllosen Bienenblumen den Honig, ohne den Entgelt der Kreuzungsvermittlung zu leisten. Hummeln, besonders *Bombus terrestris* und *mastrucatus*, durchbeissen und durchbohren die mannigfachsten honighaltigen Blumenröhren und stehlen den Blumenhonig durch die so gemachten Löcher. Selbst unsere Honigbiene macht sich dieses Diebstahls mit Einbruch schuldig, indem sie bald die von den Hummeln gemachten Löcher benutzt, wie z. B. bei *Lanium album*, bald selbst Einbruch verübt, wie z. B. bei *Trifolium pratense*.

Ebenso sind bei den Blumen nur solche Einrichtungen zur Ausprägung gelangt, welche ihnen selbst nützen, gleichgültig, ob die Kreuzung vermittelnden Insekten dabei ebenfalls ihren Vortheil finden oder nicht.

Einsichtigere Kreuzungsvermittler, wie z. B. ausgeprägtere Bienen, lassen sich allerdings nicht leicht zu öfters wiederholten Besuchen derselben Blumenart veranlassen, ohne selbst ihre Rechnung dabei zu finden; die meisten Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten gereichen daher beiden Seiten zum Vortheil. Dummere Insekten dagegen, wie mamentlich kurzrüsselige Fliegen, sind nicht selten (bei Täusch- und Fallenblumen) in den Dienst der Kreuzungsvermittlung gewisser Blumen gespannt, die ihnen gar keinen eigenen Vortheil bieten, ja die sie wol sogar (wie *Stapelia*) um ihre ganze Nachkommenschaft betrügen. (Noch einseitiger zum Nutzen der Pflanzen und zum Schaden der Insekten ausgefallen sind die Ausrüstungen der insektenfressenden Pflanzen [45]).

Endlich fehlt es auch nicht an solchen Beziehungen zwischen Blumen und Insekten, die für beide Seiten nutzlos, oder für die eine nutzlos, für die andere verderblich oder sogar für beide verderblich ausfallen.

In zahllosen Fällen suchen Insekten auf Blumen vergeblich nach Ausbeute und entfernen sich wieder ohne eigenen Erfolg und ohne Erfolg für die Blumen. Vgl. z. B., was im vorigen Kapitel von *Melampyrum arvense* gesagt ist. Zahlreiche andere Beispiele sind in meinem Werke [23] verzeichnet.

Nutzlos für die Blume, verderblich für das besuchende Insekt ist es, wenn Ameisen sich mit ihren Krallen in den Klemmkörpern von *Asclepias syriaca* fangen und nicht wieder loskommen können [23] oder wenn *Andrena parvula*, in die Bienenfalle des Frauenschuh gerathen, sich nicht wieder herauszuhelfen weiss und darin verhungert oder wenn *Meligethes* beim Heraus kriechen an der *Cypripedium*blüthe an dem klebrigen Pollen haften bleibt und sich zu Tode zappelt [23].

Nutzlos für das Insekt und verderblich für die Blumen ist es, wenn ein Bockkäfer, *Strangalia atra*, in der vergeblichen Hoffnung auf Ausbeute zahlreiche Blüthen von *Orchis maculata* besucht, ihrer Staubkölbchen beraubt und sich an den Kopf heftet [18].

Verderblich für beide Theile endlich ist es, wenn gewisse *Musciden* in den Blüthen von *Pinguicula alpina* festgeklemmt bleiben und, die Befruchtung derselben ver hindernd, selbst des Hungertodes sterben [25], oder wenn gewisse *Sphingiden* sich mit den Rüsseln in den engen Blumenröhren von *Hedychium* festklemmen, mit allen Anstrengungen sich nur immer tiefer in dieselben hinein arbeiten und die Blumen zerschlagend selbst elendiglich zu Grunde gehen [27].

Alle die umfassenden Gruppen von Thatsachen, von denen in diesem Kapitel vereinzelte Beispiele angeführt worden sind, stehen, wie leicht ersichtlich, in vollem Einklange mit der Annahme einer aus eigener Kraft fortschreitenden Entwicklung der lebenden Natur, in welcher durch das Erhaltenbleiben des Passendsten und durch rücksichtslose Vernichtung des den obwaltenden Verhältnissen nicht mehr Entsprechenden im steten Wechsel der Zeiten ein Zusammenpassen aller Glieder und damit eine harmonische Gestaltung des Ganzen immer von selbst sich herstellt, sind dagegen unvereinbar mit der Annahme eines vorgefassten Planes, dessen Ausführung von einem (bewussten oder unbewussten) hellsehenden Wesen der Natur von aussen aufgezwungen wird.

Anmerkungen und literarische Nachweise.

1. CHARLES DARWIN, The effects of **cross and self fertilisation** in the vegetable Kingdom. London, John Murray 1876. CHARLES DARWIN, Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Aus dem Englischen übersetzt von J. VICTOR CARUS. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch) 1877. (Besprochen Kosmos, Bd. I Hft. 1.)

2. CHARLES DARWIN, On the **origin of species** by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. London, John Murray. Erste Aufl. 1859. CHARLES DARWIN, Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe ums Dasein. Aus dem Englischen übersetzt von H. G. BRONN. — Nach den späteren Ausgaben durchgesehen und berichtigt von J. VICTOR CARUS. Stuttgart, (Schweizerbart).

Unter den zahlreichen auf dieses grundlegende Werk gefolgt Darlegungen der Selectionstheorie empfiehlt sich durch Uebersichtlichkeit der Anordnung und Klarheit der Darstellung: SEIDLITZ, **Die Darwin'sche Theorie**. Leipzig, W. Engelmann 1875.

Ueber Anwendung der Selectionstheorie auf Blumen ist nachzusehen: H. MÜLLER, **die Befruchtung der Blumen durch Insekten**. Leipzig, W. Engelmann 1873.

3. Die Benennungen **Gynnogamae** und **Angiogamae** scheinen mir treffender zu sein als die von DELPINO (Ult. oss. II. p. 3.) gebrauchten *Zoogamae* und *Diamesogamae*. Denn der Ausdruck *Diamesogamae* lässt sich ebenso gut mit »durch ein Mittel hindurch sich Kreuzende« als mit »durch äussere Vermittlung sich Kreuzende« übersetzen und passt daher auf beide Abtheilungen gleich gut. Ueberdies sind die von mir vorgeschlagenen Namen leichter zu behalten, da sie sich an die geläufigen Benennungen *Gymnospermae* und *Angiospermae* anschliessen.

4. Ich habe früher, namentlich in meinem Aufsätze über den Ursprung der Blumen (Kosmos, Bd. II, Hft. I) im Anschlusse an die von Prof. STRASBURGER (Jenaer Literaturzeitung 1874.