Ueber die Befruchtung von Aristolochia Clematitis und einiger anderer Aristolochia-Arten.

Von

F. Hildebrand.

(Mit Taf. XLIII.)

Eine der interessantesten von den Pflanzen, welche nicht anders als durch Hülfe der Insekten befruchtet werden können, ist unstreitig unsere einheimische Aristolochia Clematitis. Zwar hat C. K. Sprengel in seinem wichtigen Werke: „Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen" schon eine längere Beschreibung über die Organisation dieser Pflanze in ihren Blüthen und über ihre Befruchtungsweise gegeben, bei näherer Untersuchung, zu welcher mir dieser Sommer Gelegenheit gegeben, fand ich jedoch, dass die Angaben von Sprengel nicht ganz richtig sind, und dass in Wahrheit die Befruchtungsweise eine noch weit interessantere ist, als Sprengel sie darstellt.

Wir wollen direkt auf die Beschreibung des Blüthenbaues übergehen und dann bei der entsprechenden Gelegenheit der Ansichten Sprengel's Erwähnung thun, um sie mit dem Sachverhalt zu vergleichen.

Wir können an der Blume von Aristolochia Clematitis während ihres Blühens drei Zustände unterscheiden: im ersten ist sie weiblich und wird befruchtet, im zweiten männlich, den Pollen zur Befruchtung einer anderen Blüthe liefernd; dazu kann noch ein dritter Zustand angeführt werden, in welchem sie sich schliesst, indem dieses Schliessen von einigen eigenthümlichen Veränderungen begleitet ist.

1. Als Knospen und beim Aufgehen (Fig. 1, 2, 3) stehen die Blüthen gerade aufrecht, meist zu mehreren zusammen in den Blattachseln der blühbaren Stengel; die oberständige, bleich gelbgrüne Blumenkrone — ein Kelch ist nicht vorhanden — ist in ihrem mittleren Theile röhrig, diese Röhre erweitert sich nach unten in einen kugeligen Hohlraum, welchen wir mit Sprengel den Kessel nennen, nach oben ist sie an einer Seite gespalten, und so geht die Blumenkrone in eine einzige an ihrer Spitze ausgerandete Lippe über. Die Blüthe öffnet sich aus der Knospe (Fig. 1), in welcher die Ränder dieser Lippe dicht aneinander schliessen, dadurch, dass diese auseinandertreten, und nun die Lippe sich fast flach ausbreitet (Fig. 3). Am Grunde dieser Lippe ist nun also der Eingang in die Blüthenröhre.

Diese ist beim Oeffnen der Blüthe, wie solches schon Sprengel angiebt, mit Haaren besetzt, welche nach dem Kessel zu an Dichtigkeit ihrer Stellung zunehmen; ausserdem sind sie nicht gerade gestellt, sondern nach dem Grunde der Blüthe hingeneigt, so dass die Röhre (Fig. 3) einer Fischreuse zu vergleichen ist, wo der Eingang leicht, der Ausgang sehr erschwert ist. Hier ist der Ausgang sogar für ein eingedrungenes Insekt fast kaum zu bewerkstelligen, was aus dem Bau der Haare hervorgeht: diese (Fig. 15) sitzen nämlich, aus einer Zellreihe bestehend, einer basalen, schmalen Zelle schief auf; aus der Figur wird nun ersichtlich, dass diese Haare leicht nach dem Kessel der Blumenkrone zu — in der Darstellung nach links — übergebogen werden können, und dass in dieser Weise dem eindringenden Insekt sich ein Weg öffnet; will dasselbe aber den Ausgang erzwingen, so sind die Haare ihm durchaus hinderlich, denn nach dem Ausgang der Blüthe zu — nach rechts — können sie wegen ihrer Gestalt und Anheftung nicht umgebogen werden, da ihre erste, an die Basalzelle sich schliessende Zelle so gestaltet und gestellt ist, dass sie bei einem Stosse nach rechts sehr bald die innere Fläche der Blumenkrone erreicht, so dass das Haar nicht weiter gestossen werden kann und also dem Insekt den Ausgang versperrt — ein eigenthümlicher Mechanismus, hervorgebracht durch eine sehr einfache Art der Zellenform und Lage.

Das Innere des Blüthenkessels ist mit einer schwach papillösen Oberhaut bedeckt, die etwa der ähnlich ist, welche sich auf der Oberseite sammetartig erscheinender Blumenblätter, z. B. der Primeln, findet; mit seiner Basis ist der Kessel der Grenze zwischen Fruchtknoten und den Befruchtungsorganen angewachsen (Fig. 3, 7, 10); da

an diesen letzteren keine griffelähnliche Verlängerung sich findet, so besteht ihr Ganzes nur aus den Antheren und der Narbe, die wir lieber den Narbenkopf nennen wollen. Dieser Narbenkopf ist bei Aristolochia Clematitis (Fig. 8, 11) sechslappig, oder, anschaulicher gesagt, er hat die Form von sechs mit ihrer Hinterseite verwachsenen Kapuzen; diese Kapuzen sind im Innern ganz solide, nur die Vorderseite einer jeden ist frei (Fig. 7), und an ihrer Mitte etwas vorgezogen (Fig. 8). An dieser Vorderseite stehen die Narbenpapillen auf einer dreieckigen Fläche, deren breite Basis mit dem freien Rande zusammenfällt (Fig. 8); schon durch die Lupe sind sie mit ihrem sammetartigen Ansehen kenntlich. Nach dieser Struktur des Narbenkopfes würde man vermuthen, dass jene sechs dreieckigen Stellen die eigentliche Narbenfläche sind, es muss jedoch bemerkt werden, dass die Pollenkörner nicht bloss hier, sondern auch auf den übrigen flachen Zellen, welche die anderen oberflächlichen Stellen des Narbenkopfes bedecken und eine klebrige Feuchtigkeit ausscheiden, haften bleiben.

An der Säule des Narbenkopfes ist unterhalb eines jeden Narbenlappens eine in ihrer Bildung vierfächrige, beim Aufspringen zweifächrige Anthere angewachsen (Fig. 8), und zwar so eng, dass ihr oberer Theil von den freien Narbenrändern in diesem ersten Zustande der Blüthe bedeckt ist (Fig. 7); ferner sind sie in diesem Zustande noch nicht aufgesprungen, und, was endlich noch von ebenso grosser Wichtigkeit ist, der Kessel der Blumenkrone liegt in seinem unteren Theile ihnen so eng an, dass, wenn sie auch wirklich offen wären, kein Insekt leicht würde zu ihnen gelangen können.

Wir sehen hiernach, dass in diesem ersten Zustande die Blüthe nur eine entwickelte, für Insektenberührung offen daliegende Narbe hat, die Antheren sind noch geschlossen und unzugänglich.

2. Nun beginnt der zweite Zustand: Der bis dahin aufrechte Stiel der Blüthe fängt an sich überzuneigen, wodurch die Blumenkrone zuerst in eine horizontale, dann in eine senkrechte, der ersten aber gerade entgegengesetzte Lage kommt, mit ihrer Oeffnung nach unten (Fig. 4).

Während dieses Ueberneigen vor sich geht, beginnen die freien Theile der Narbenlappen sich aufzurichten und nach der Mitte des Narbenkopfes zu sich zurückzuschlagen (Fig. 9, 10, 12); die flachen Zellen dieses sowohl, wie die Papillen der vorher besprochenen dreieckigen Stellen fangen an sich bräunlich zu färben und sich zu zersetzen; es verdirbt also zugleich die Narbenfläche und wird auch

zum Theil durch das Einrollen ihrer Ränder verdeckt. Die Blüthe hat also ihren weiblichen Zustand, in welchem sie befruchtet werden konnte, beendigt.

Zu gleicher Zeit, wo die Narbe diese Veränderung erleidet, entwickeln sich nun die Antheren (Fig. 9 u. 10); sie öffnen sich und liegen durch ein doppeltes Verhältniss für die Berührung durch Insekten offen da: einmal haben sich die sie früher etwas bedeckenden Narbenlappen vor ihnen zurückgeschlagen, dann aber, was das wichtigste ist, hat der Kessel der Blumenkrone an seinem unteren Theile sich weiter ausgebaucht, so dass zwischen ihm und den Antheren ein bedeutender Zwischenraum entstanden ist; man vergleiche Fig. 10 mit Fig. 7.

Jetzt ist die Blüthe in ihrem männlichen Zustande, der Pollen ist reif und kann aus den Antheren entfernt werden.

3. Sobald dieser Zustand nun eingetreten, finden auch Veränderungen in der Blumenkronröhre statt; die Haare fangen nämlich an abzusterben (Fig. 5), indem sie sich bräunlich färben und auf einen sehr geringen Raum zusammenschrumpfen, was auch schon Sprengel beobachtete. Dieses Absterben der Haare beginnt am Eingange in die Blüthe und findet sein Ende am Ausgange in den Kessel, wo die Haare am dichtesten stehen. Hierdurch ist nun plötzlich der Ausgang aus der Blüthe frei und leicht zu finden, da die Blüthe mit ihrer Oeffnung abwärts geneigt ist.

Endlich im letzten Zustande des Verblühens (Fig. 6) klappt sich die Oberlippe der Blumenkrone so um, dass sie den Eingang zum Inneren dieser, wenn auch nicht ganz, so doch zum Theil abschliesst, als ob sie die Insekten verhindern wollte, vergeblich ihre Arbeit zu versuchen.

Kommen wir nun zu der Darstellung Sprengel's und den direkten Beobachtungen der Insektenhülfe bei der Befruchtung: nach Sprengel's Ansicht (l. c. p. 426) hat die Blüthe von Aristolochia Clematitis in ihrem ersten Zustande weder eine entwickelte Narbe, noch geöffnete Antheren — doch lassen wir Sprengel in seiner eigenthümlichen Art selbst reden: „Während dieses ersten Zustandes soll die Blume eine Anzahl von Fliegen fangen, von welchen sie im zweiten Zustande befruchtet werden soll. Da nun aber, sobald die Blume aufgebrochen ist, nicht sogleich die Fliegen wie gerufen angeflogen kommen, sondern nach und nach vom Zufall herbeigeführt werden, so müsste dieser Zustand von ziemlich langer Dauer sein. Ich habe gefunden, dass er sechs Tage währt. Während dieser Zeit

führt der Zufall heute eine Fliege, morgen zwei oder drei auf die Blume, deren jede, durch den Schein betrogen, hineinkriecht. Auf solche Art findet sich endlich eine ganz ansehnliche Gesellschaft von diesen Thierchen hier ein, denen eine so unvermuthete Zusammenkunft in einem so engen Zimmer, und eine so unverschuldete Gefangenschaft in einem so wohl verschlossenen Gefängniss sonderbar genug vorkommen mag. Es hat aber noch keines von denselben Staub an seinem Körper, weil die Antheren sich noch nicht geöffnet haben. Darauf folgt der zweite Zustand, in welchem die Blume reifen Antherenstaub, ein ausgebildetes Stigma und Fliegen genug hat, welche jenen auf dieses bringen. Dieses kann zwar oftmals unterbleiben, weil auch hier alles zufällig ist, muss aber auch öfters leicht geschehen. Denn natürlicher Weise sind die Fliegen, da sie nun schon so lange eingesperrt gewesen sind und nichts zu fressen bekommen haben, darüber ungeduldig geworden, und laufen unwillig im Kessel umher; auch können bei solcher Gemüthsstimmung Streitigkeiten nicht leicht unterbleiben, und es mag in diesen kleinen Gefängnissen, in welche das menschliche Auge nicht hineinschauen kann, zuweilen ziemlich kriegerisch hergehen. Auf solche Art aber müssen sie unter anderen auch an die Antheren gerathen, ihren Staub abstreifen, denselben allenthalben umherschleppen und unter anderen auch auf das Stigma bringen. Dieser Zustand darf daher von keiner langen Dauer sein. Und daher kommt es, dass man selten eine aufrecht stehende Blume gerade in diesem Zustande antrifft; die meisten, welche man aufschneidet, sind noch in dem ersten Zustande. In diesem zweiten Zustande findet man oft, dass die Fliegen, welche schwarz sind, etwas weisses auf dem Rücken haben. Dieses ist Antherenstaub, welchen ich vermittelst des Vergrösserungsglases aus Körnern bestehend gefunden habe. Sobald nun die Natur ihren Endzweck erreicht hat, so versetzt sie die Blume in den dritten Zustand, indem sie dieselbe umkehrt, und die kleine Reuse verwelken und verschwinden lässt, damit nun endlich einmal die armen Fliegen aus ihrem Gefängniss herauskommen und ihre Freiheit wieder erlangen können."

So weit Sprengel in der seine ausführlicheren Beobachtungen zusammenfassenden Darstellung. Es ist zu verwundern, dass derselbe hier nicht die Dichogamie gefunden, auf die er doch in allen Fällen ein so grosses Augenmerk gehabt hat, sondern dass er die Sache so darstellt, als ob jede einzelne Blüthe durch die Fliegen mit ihrem eigenen Pollen bestäubt würde.

Nach unseren Beschreibungen und weiteren Beobachtungen ist der Sachverhalt nun folgender:

In dem ersten Zustande der Blüthen dringen kleine Fliegen durch die Reuse der Blumenkronröhre in die Blüthe ein und versammeln sich, gefangen, in dem Kessel. Bei meinen Beobachtungen, welche ich an Pflanzen anstellte, die zahlreich in einem Kartoffelfelde wucherten, fand ich z. B. am 13. Juli unter 25, im ersten Zustande befindlichen Blüthen, 7, welche in ihrem Kessel kleine Fliegen enthielten; zu anderen Zeiten fand ich verhältnissmässig weniger gefangene Fliegen; die mehr oder weniger warme Witterung schien, wie wohl überall bei dem Besuche der Insekten, so auch hier einen Einfluss zu üben. Wodurch die Fliegen in die Blüthen gelockt werden, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen; Honigsaft findet sich darin nicht, vielleicht ist es der Geruch und die Klebrigkeit am Narbenkopf, welches sie anzieht.

Diese kleinen Fliegen bringen nun von anderen Blüthen der Aristolochia Clematitis, aus denen sie so eben befreit worden sind, wie wir sogleich sehen werden, Pollen, meist auf ihrem Rücken, mit in die Blüthe des ersten Zustandes; meistentheils fand ich den Pollen von ihnen schon abgewischt, aber in einem Falle sass ein dicker Klumpen davon einer Fliege noch auf dem Rücken; derselbe konnte nicht von der vorliegenden Blüthe herrühren, da in ihr die Antheren weder geöffnet, noch zugänglich waren. Dieser eine Fall beweist, dass der Pollen den Fliegen so fest anklebt, dass er nicht beim Eindringen in eine junge Blüthe durch die im Eingange befindlichen Haare an ihrem Rücken abgewischt werden kann. Dass man den Pollen so selten direkt auf dem Rücken der Fliegen beobachtet, kommt jedenfalls daher, dass diese denselben sehr bald an der Narbe verlieren; nur an solchen Fliegen, die so eben in die Blüthe hineingekrochen sind, kann man ihn noch zu finden hoffen.

So bringen also die Fliegen den Pollen auf die Narbe der Blüthe in dem ersten Zustande dieser, und haben so einen Theil ihrer Arbeit verrichtet; um den zweiten zu vollbringen, müssen sie nun etwas warten, und dazu ihre Gefangenhaltung.

Wie wir gesehen haben, treten nun die Blüthen in ihren zweiten Entwickelungszustand: sie werden männlich, indem die Antheren sich öffnen. Die in dem Kessel umher sich bewegenden Fliegen können nun, wo auch der Kessel sich unten ausgebaucht hat, hier herum kriechen und berühren unfehlbar den Pollen, welcher ihnen leicht anklebt; aber auf die Narbe derselben Blüthe können sie diesen nicht

bringen, da jene schon verderbend und geschlossen. So müssen sie noch einige Zeit — doch nicht, wie Sprengel sagt, 6 Tage, sondern nach meinen Beobachtungen vielleicht nur einen halben bis einen Tag — warten; der Ausgang aus der Blüthe öffnet sich dann durch Absterben der Haare, sie können ihn leicht finden und fliegen nun mit dem Pollen zu einer anderen aufrechten Blüthe, deren frischer Geruch sie anlockt, um auf der jungen, empfängnissfähigen Narbe den Pollen zu lassen.

Man findet in der That in den Blüthen, welche im zweiten oder gar dritten Zustande sind, niemals eine Fliege mehr; um sie noch mit Pollen bestäubt anzutreffen, pflückte ich an einem Abende mehrere aufrechte Blüthen, in denen also die Antheren noch nicht geöffnet waren, ab und bewahrte sie unter Verschluss bis zum anderen Mittag; als ich sie dann öffnete, waren die Antheren aufgebrochen und in den, zwar wenigen, Fällen, wo Fliegen in dem Kessel waren, hatten diese auf dem Rücken einen grossen Haufen Pollenkörner angeklebt.

Wir sehen hiernach, dass die Einrichtungen in den Blüthen der Aristolochia Clematitis doch bedeutend von den Darstellungen Sprengel's*) abweichen; noch unrichtiger ist die Ansicht, wo der Natur Grausamkeit vorgeworfen wird, da sie wegen der Befruchtung einer Blüthe mehrere Fliegen sich in dieser fangen liesse, die dann, da der Ausgang stets verschlossen bliebe, elend umkommen müssten, — nein, wir sehen im Gegentheil hier eine so weise Einrichtung, wie sie nur ihres Gleichen sucht: Durch die unansehnliche Blumenkrone, ihren versteckten Stand und den mangelnden Honigsaft ist die Aristolochia Clematitis sehr benachtheiligt und der Insektenbesuch sehr unwahrscheinlich und selten gemacht — wie wir auch wirklich die Insekten sehr selten hier in Thätigkeit finden. Dieser Nachtheil wird aber dadurch wieder wenigstens etwas kompensirt, dass ein Insekt, wenn es in eine Blüthe gelangt ist, so lange darin zurückgehalten wird, bis sie Pollen für die folgende Blüthe mitnehmen kann; nur in die erste Blüthe, welche sie überhaupt besucht, kommt sie ohne

*) Ich übergehe die wenigen Citate und Besprechungen der Sprengel'schen Darstellung; sie machen, so weit ich sie kenne, den Eindruck, als ob niemand die Sache nachuntersucht und ein jeder nur seine unmaassgebliche oft vorgefasste Meinung darüber ausspreche.

Pollen, zu den anderen allen bringt sie hingegen den befruchtenden Staub, keine besucht sie nutzlos.

Wir haben hiernach bei der Aristolochia Clematitis eine sehr merkwürdige Einrichtung der weiblich-männlichen Dichogamie, die von der bei den anderen Dichogamen vorkommenden verschieden ist, und bis jetzt einzig dasteht. Bei den gewöhnlichen Dichogamen, also z. B. den weiblich-männlichen Scrophularia-Arten kommen die Insekten und befruchten die Narbe einer jungen Blüthe mit dem Pollen einer älteren, ohne aber in dieser jungen Blüthe zu warten, bis sie von ihr auch Pollen für die zunächst zu besuchenden mitnehmen können — bei Aristolochia Clematitis hingegen muss ein Insekt, wenn es A gesagt hat, auch B sagen; ist es pollenbringend und befruchtend hineingekrochen, so darf es nicht eher wieder fort, als bis es für eine nächste Blüthe wieder Pollen mitnehmen kann. Es steht also die Aristolochia Clematitis in einem merkwürdigen Mittel zwischen den Dichogamen und Nicht-Dichogamen: bei letzteren nämlich kann das Insekt ebenfalls eine und dieselbe Blüthe mit Pollen von einer anderen befruchten und zugleich Pollen von ihr für eine dritte mitnehmen, nur ist der Unterschied der, dass durch die Gleichzeitigkeit in der Entwickelung der beiden Geschlechter bei den Nicht-Dichogamen das Insekt nicht auf die noch bevorstehende Entwickelung des anderen Geschlechtes derselben Blüthe warten darf, während es bei Aristolochia Clematitis bis zur Erfüllung dieses Zeitpunktes eine Weile zurückgehalten wird.

Sprengel spricht noch davon, dass der Kessel der Blumenkrone von Aristolochia Clematitis grösstentheils mit einem Gewebe von fadenförmigen Haaren austapezirt sei; diese Haare sind nach meiner Beobachtung nichts anderes als Pollenschläuche. Wenn nämlich der Pollen aus den Antheren durch Insekten nicht entfernt wird, so treibt derselbe in älteren Blüthen von seinem Platz aus Schläuche in die feuchte Luft des Kesselraumes hinein; dieselben wachsen aber nicht nach oben der ohnehin schon verderbenden Narbe zu, sondern wenden sich nach der Kesselwand, den ganzen Raum des Kessels wie ein Filz durchziehend.

Noch ein Punkt verdient Erwähnung bei der Entwickelung der Aristolochia Clematitis, der von Interesse sein dürfte: wenn diese nämlich aufgeht, so ist der Fruchtknoten noch nicht sechsfächerig (Fig. 13), die Placenten ragen nur in seine Höhlung hinein, sind aber noch nicht in der Mitte mit einander verwachsen; erst wenn die Blüthe zum zweiten Zustande ihrer Entwickelung übergeht, fin-

det diese Verwachsung statt (Fig. 14), so dass dann erst der Fruchtknoten wirklich sechsfächerig ist. —

Wir haben bis dahin nur von der Befruchtungsart der Aristolochia Clematitis gesprochen, aus dem Grunde, weil diese einheimisch ist und daher ihre Befruchtung am leichtesten und sichersten zu studiren. Höchst wahrscheinlich ist es nun, dass bei den Arten von Aristolochia, welche eine ähnliche Form der Blumenkrone haben wie die unsere, also z. B. A. longa, pallida, rotunda, die Befruchtungsweise der von Aristolochia Clematitis beschriebenen ganz gleich ist.

Etwas anders verhält sich nun die Sache bei denjenigen Arten, welche eine pfeifenkopfähnliche Blumenkrone besitzen, von denen wir in frischen Exemplaren die Aristolochia Sipho und tomentosa zur Untersuchung vor uns hatten. Zwar ist die Befruchtungsweise bei diesen beiden Arten immerhin der von Aristolochia Clematitis sehr ähnlich, verdient jedoch der Erwähnung, damit für die Zukunft diejenigen, welche die Tropenländer besuchen, aufmerksam darauf gemacht werden, die ausländischen Arten mit ähnlicher und anderer Blumenkrone näher zu beobachten und in den verschiedenen Entwickelungszuständen der Blüthen zu sammeln; in den Abbildungen findet man immer nur einen Zustand der Geschlechtstheile dargestellt, während die Beobachtungen an Aristolochia Clematitis, Sipho und tomentosa die Vermuthung erlauben, dass wohl an allen Arten der grossen Gattung Aristolochia wenigstens zwei verschiedene Entwickelungsstufen in der aufgegangenen Blüthe vorkommen werden.

Aristolochia Sipho und tomentosa unterscheiden sich in der Blüthe nur durch die Rauhigkeit auf der Aussenseite bei der letzteren und dadurch, dass die Lappen des dreizipfligen Blumenkronsaumes bei A. Sipho flach, bei A. tomentosa am Rande eingerollt sind. Die folgenden Beobachtungen beziehen sich auf beide dieser Arten.

Die Blumenkrone hat die Form eines Ulmer Pfeifenkopfes (Fig. 16), und befindet sich während der ganzen Dauer ihres Blühens in einer und derselben Lage, ihre Oeffnung ist immer nach oben gerichtet. Die Röhre ist, von der Biegung nach aufwärts an, bedeutend weiter als die bei Aristolochia Clematitis und nicht von Haaren, wie dort, verschlossen; der Kessel ist zwar geräumiger als bei A. Clematitis, aber im Verhältniss zur Röhre bedeutend weniger erweitert, als dort. Ein anderer Unterschied liegt in den Befruchtungsorganen, an denen zwei Zustände zu unterscheiden sind: im ersten ist die Narbe entwickelt und empfängnissfähig, im zweiten sind die Antheren geöffnet.

1. Wenn die Blüthe aufgeht (Fig. 17, 18, 19), so haben die 3 Lappen der Narbe eine ähnliche Gestalt, wie die 6 bei Aristolochia Clematitis, nur sind sie an ihren Spitzen mehr abgestumpft, manchmal sogar mit einer Furche versehen; ihr vorderer Rand ist frei, in der Mitte etwas ausgerandet und bedeckt das obere Ende der beiden an der Aussenseite jedes Narbenlappens befindlichen je 2-(4-)fächerigen Antheren; an diesem freien Rande befindet sich ein Streifen von Papillen, während die übrige Oberfläche, also der grösste Theil der Narbenlappen, aus flachen Zellen besteht, welche einen fadenziehenden Schleim aussondern, der am Finger kleben bleibt. Die so eben erwähnten Antheren sind noch nicht geöffnet, ausserdem ist auch der Grund des Blüthenkessels nicht ausgebaucht, so dass er die Antheren fast ganz durch nahes Anliegen an denselben vor einer Berührung durch Insekten schützt.

In Blüthen dieses Zustandes fand ich Anfangs Juli meistentheils eine grosse Anzahl von Fliegen in dem Kessel versammelt; in einem Falle 11, in einem anderen sogar 13, von der verschiedensten Grösse und Art; im Allgemeinen waren dieselben bedeutend grösser als die bei Aristolochia Clematitis beobachteten, was mit der verschiedenen Weite des Einganges in die Blüthe offenbar in Zusammenhang steht. In solchen von Fliegen besuchten Blüthen waren stets Pollenkörner auf der Narbe, sowohl auf ihrem Rande, als auch auf der klebrigen Oberfläche des ganzen Narbenkopfes; sie hatten schon meistentheils ihre Schläuche getrieben, die aber nicht direkt in den Narbenkopf eindringen, sondern auf seiner Oberfläche weiter kriechen und erst in der Mitte des ganzen Narbenkopfes, wo die 3 Lappen mit ihren inneren Ecken zusammenstossen, zum Fruchtknoten hinuntersteigen (Fig. 23). Dieser Pollen musste durchaus von anderen Blüthen durch die Fliegen herbeigebracht sein, da die eigenen Antheren noch nicht aufgesprungen waren.

2. Nach etwa einem Tage, während dessen also der erste, weibliche Zustand der Blüthe gedauert hat, beginnt der zweite, männliche, einzutreten (Fig. 20, 21, 22 u. 24): die Narbenränder, welche früher das obere Ende der unaufgebrochenen Antheren bedeckten, beginnen sich in die Höhe zu richten, allmählich rollen sie sich nach dem Mittelpunkte des Narbenkopfes um, so dass die nunmehr sich auch zersetzende Narbenfläche ganz eingeschlossen wird (Fig. 24). Das Aufrichten der Narbenlappen ist manchmal so stark, dass sie sich in der Mitte des Narbenkopfes begegnen und dicht aneinander-

legen, während in anderen Fällen bei stärkerer Umrollung der Spitzen noch ein dreieckiger Raum zwischen ihnen offen bleibt (Fig. 20).

Während die Narbe nun durch diese Veränderungen abgeschlossen wird und zugleich verdirbt, öffnen sich die Antheren; sie liegen nunmehr ganz offen da, indem sowohl die sie ein wenig bedeckenden Narbenlappen sich aufgerichtet haben, als auch der Kessel der Blumenkrone nach unten sich etwas ausgebaucht hat (Fig. 24), also von den Antheren zurückgetreten ist. Nunmehr ist die Blüthe allein männlich.

In diesem Zustande fand ich niemals Fliegen in ihr, dieselben machen sich offenbar gleich davon, sobald der zweite Zustand der Blüthe einige Zeit gedauert hat und sie einigen Pollen angeklebt erhalten haben. Diesen bringen sie nun zu einer jungen Blüthe, wo die Narbe empfängnissfähig ist, wie wir ja solches nach dem Früheren direkt bemerkt haben, wo in solchen jungen Blüthen (Fig. 23) Pollen sich auf der Narbe fand, ohne dass die eigenen Antheren geöffnet gewesen wären.

Es fragt sich nun noch: weshalb besuchen die Fliegen die Blüthen, und weshalb halten sie sich in denselben so lange auf, da sie doch nicht so fest gefangen sind wie bei Aristolochia Clematitis, wo die Blumenkronröhre von den Haaren verschlossen ist? Zum Eintritt in die Blüthe lockt wahrscheinlich der Geruch, welchen dieselbe beim Aufblühen entwickelt; die Fliegen kriechen durch das enge Loch an der Spitze der Blüthe in die gebogene Röhre hinein und gelangen endlich zu der Säule der Geschlechtstheile; hier finden sie zwar keinen Nektar, bleiben aber doch so lange, bis die Antheren sich öffnen; aus diesen fressen, oder richtiger gesagt, saugen sie nun höchst wahrscheinlich den Pollen zum grössten Theil heraus, während ein wenig davon ihrem Körper anhaften bleibt. Zu dieser Vermuthung, dass die Fliegen von dem Pollen geniessen, führt mich der Umstand, dass Blüthen, welche ich aus dem Freien genommen im zweiten Zustande untersuchte, fast keinen Pollen mehr in den Antheren hatten, während solcher in den Blüthen, welche im Zimmer sich entwickelt und nicht von Insekten besucht worden waren, in grossen Massen sich fand. Uebrigens darf hier nicht der Einwand gemacht werden, wie es wohl geschehen, dass ja hiernach die Fliegen offenbar die Befruchtung beeinträchtigten, indem sie den Pollen verzehrten: es kommen viele Beispiele vor, wo die Blüthen nur des Pollens wegen von den Insekten besucht werden, und wo es zugleich ganz offenbar ist, dass gerade nur durch diesen Besuch die Befruch-

tung bewerkstelligt wird, und so die Insekten für die Nahrung, welche ihnen die Blüthe liefert, sogleich einen Gegendienst leisten müssen.

Schwierig zu beantworten ist die Frage, weshalb die Fliegen sich so lange in den Blüthen aufhalten und weshalb sie nach dem Oeffnen der Antheren wieder hinauskriechen, da ja die Blüthe zu Anfang dieselbe Form und Lage hat wie zu Ende, auch keine Haare die Röhre jemals verstopfen, also die Rückkehr zu jeder Zeit gleich leicht oder schwer ist. Vielleicht giebt hier die eigenthümliche Krümmung der Blumenkrone eine genügende Erklärung, indem durch diese den Fliegen der Ausgang bedeutend mehr erschwert ist als bei Aristolochia Clematitis — zur Zeit, wo bei dieser die Haare in der Röhre abgestorben — so dass es also erst nach längerer Zeit, nach dem Oeffnen der Antheren, den Fliegen gelingen wird, den Ausgang aus der umgebogenen Röhre zu finden; auch könnte man glauben, dass die Fliegen erst dann Lust verspürten, ernstlich den Ausgang zu suchen, wenn sie allen ihnen erreichbaren Pollen verzehrt haben.

Sicher ist, dass in der That die Fliegen die jungen Blüthen aufsuchen, in ihren Kessel hineinkriechen, wo sie so lange bleiben, bis die Antheren sich geöffnet haben; erst dann kriechen sie mit Pollen beladen heraus und begeben sich zu einer anderen Blüthe, auf deren so eben empfängnissfähig gewordener Narbe sie den Pollen anschmieren. —

Wir haben hiernach bei Aristolochia Sipho und tomentosa eine ganz ähnliche Einrichtung der Befruchtungstheile und ähnliche Art der Befruchtung wie bei Aristolochia Clematitis, nur dass hier die Form der Geschlechtstheile und der Blumenkrone eine etwas andere ist.

Wenden wir uns nun noch zu den weiteren Folgen der Bestäubung, d. h. zu der Entwicklung des Samens, da diese bei den Aristolochia-Arten, namentlich bei unserer zu Lauben so viel gezogenen Aristolochia Sipho eine sehr merkwürdige, von anderen Samenbildungen abweichende ist. Bei Aristolochia Clematitis und tomentosa liess sich die Fruchtbildung schwer verfolgen, bei Aristolochia Sipho hingegen konnten wir sie in fast allen Stadien beobachten, so dass wir nur von dieser reden.

Einige Zeit, bevor die Blüthe aufgeht, sind die anatropen Samenknospen (Fig. 25) schon angelegt; beide Integumente sind vorhanden, das äussere reicht noch nicht bis zur Spitze des inneren, die Spitze dieses liegt fast der Placenta an. Der Rücken der Samenknospe, die Raphe, ist schon sehr stark im Verhältniss zu dem übrigen Theile

derselben ausgebildet; es ist aber in ihm noch nichts von Gefässen zu finden, indem die ganze Samenknospe aus sehr kleinen parenchymatischen Zellen besteht. Die einzelnen Samenknospen sind an der Placenta etwa um ihren Breitendurchmesser von einander entfernt (Fig. 25); ihre Raphe liegt oben, dem Gipfel des Fruchtknotens zu, die Mikropyle also von der Fruchtknotenspitze abgewandt.

In der aufgegangenen Blüthe ist die ganze Samenknospe gewachsen (Fig. 26), die ihrem Anheftungspunkte entgegengesetzte Seite hat sich abgeplattet; in den Rücken tritt aus der Placenta ein Gefässbündel, dessen Weiterbildung an seiner Spitze bemerkbar. Im Nucleus ist der Embryosack deutlich zu erkennen. Die einzelnen Samenknospen liegen nun nach ihrem Wachsthum dicht aneinandergedrängt, der Rücken jeder unteren schliesst sich dicht an das äussere Integument der oberen (Fig. 26).

Nun findet die Befruchtung im Embryosack statt, die ich jedoch wegen verschiedener Schwierigkeiten nicht direkt zu beobachten vermochte — was aber für unseren Zweck von nicht sonderlicher Wichtigkeit ist. Die Folge davon ist, ausser der eingetretenen Embryobildung, dass der parenchymatische Rücken der Samenknospe sich stärker entwickelt, sowohl durch Zelldehnung, als auch noch durch neue Zellbildung; das Gefässbündel rückt weiter nach der Ansatzstelle des Nucleus vor (Fig. 27).

Am 2. Juli waren einige Fruchtknoten schon stark angeschwollen; die darin enthaltenen Samenknospen sind, von oben aus gesehen, herzförmig geworden (Fig. 29); im Längsschnitt (Fig. 28) zeigen sie sich etwas gebogen und stehen nicht ganz senkrecht auf der Längsrichtung der Placenta. Der Rücken hat sich ganz enorm entwickelt und ist drei- bis viermal dicker als der wesentliche Theil des Samens; das in diesem Rücken verlaufende Gefässbündel endigt an der Ansatzstelle des Nucleus. An dem übrigen Theil der befruchteten Samenknospe hat das äussere Integument das innere überwachsen und ist an seiner Spitze wulstig und gelappt. In dem Embryosack ist ein mehrzelliger Embryo zu erkennen, welcher in einem noch sehr weichen Endosperm liegt, in welchem noch keine körnigen Stoffe sich finden. Der Embryosack hat eine ähnliche Herzform wie der ganze Same.

Von jetzt ab vergrössern sich alle Theile des Samens, ohne ihre Form oder das Verhältniss der einzelnen Theile zu einander weiter zu ändern. Am 30. Juli waren einige Früchte der Grösse nach ausgewachsen: die Zellen des Samens sind nun auf allen Aussenseiten

durch Verdickung der Wände härter geworden; das äussere Integument hat sich an seiner Spitze noch mehr wulstig erweitert, so dass es an dem herzförmigen Samen wie ein kleines Häkchen vorsteht (Fig. 30 unten links). Die Basis des Nucleus, die Chalaza, ist in die Breite gezogen und gelblich gefärbt. Die inneren Zellen des Samenrückens sind, mit Ausnahme des Gefässbündels, alle gleich gross; ohne merkliche Verdickung der Wände stossen sie in scharfem Gegensatze an die kleinen, stark verdickten des inneren Integuments, in dieser Weise die spätere Spaltung des Samens vorbereitend; schon jetzt lässt sich diese durch einen Druck bewerkstelligen: der dünne feste Embryotheil des Samens löst sich von dem weichen Rücken seiner ganzen herzförmigen Fläche nach ab und bleibt mit ihm nur durch das Gefässbündel vereinigt, welches, aus dem Rücken hervortretend, am Grunde des Nucleus befestigt ist (Fig. 32).

Im Oktober reift die Frucht und öffnet sich durch Spaltung ihrer 6 Scheidewände. Die Samen sind nunmehr braun geworden; der dicke schwammige Rücken derselben fängt nach dem Oeffnen der Frucht von seiner Innenseite an zusammenzuschrumpfen und löst sich dabei von dem übrigen embryonischen Theile des Samens ab (Fig. 33), während er dem benachbarten oberen Samen eng anliegen bleibt. Hierdurch gewinnt es den Anschein, als ob er zu jenem benachbarten oberen Samen gehöre; heben wir aber die einzelnen Samen vorsichtig heraus, so erkennen wir den wahren Zusammenhang der Sache: es hängen immer zwei herzförmige braune Körper aneinander (Fig. 34), der eine, obere, ist der schwammige Samenrücken und enthält ein Gefässbündel, der andere, untere, ist fest und besitzt in einem stark ausgebildeten Eiweiss einen kleinen Embryo mit 2 Cotyledonen (Fig. 35). Beide Theile sind ziemlich fest durch das Gefässbündel mit einander verbunden, welches aus dem schwammigen Theile entspringend an der Ausrandung des embryohaltigen befestigt ist.

Diese Eigenthümlichkeit des Samens von Aristolochia Sipho können wir uns nunmehr nach Verfolgung der Entwickelungsgeschichte leicht erklären: sie ist dadurch entstanden, dass der Rücken der anatropen Samenknospe sich zu einem schwammigen Körper entwickelt hat, der den embryohaltigen Theil des Samens weit an Dicke übertrifft und bei der Reife der Frucht sich von diesem vermöge der Austrocknung seiner unverdickten, inhaltslosen Zellen trennt.

Erklärung der Figuren.

Taf. XLIII.

Fig. 1 — 15. Aristolochia Clematitis.

Fig. 1 — 6. Blüthen auf verschiedener Entwickelungsstufe in natürlicher Grösse.

Fig. 1 Eine Knospe kurz vor dem Aufblühen.

Fig. 2. So eben aufgegangene Blüthe von der Seite.

Fig. 3. Dieselbe von vorne, der untere vordere Theil der Blumenkrone ist weggeschnitten, man sieht am Grunde die Geschlechtstheile und in der Blumenkronröhre die reusenartig gestellten Haare.

Fig. 4. Eine Blüthe, nachdem sie sich übergeneigt.

Fig. 5. Dieselbe, nachdem eine Seite entfernt; man sieht in der Röhre die Haare von Fig. 3 abgestorben als schwarze Pünktchen.

Fig. 6. Eine geschlossene Blüthe, die Lippe hat sich vor die Oeffnung der Blumenkronröhre geklappt.

Fig. 7 — 12. Die Säule der Geschlechtstheile mehreremale vergrössert.

Fig. 7, 8, 11. Aus einer jungen Blüthe, wie Fig. 2 darstellt.

Fig. 8. Von der Seite: man sieht 3 zweifächerige Antheren an ihrer Spitze von den kapuzenartigen Narbenlappen bedeckt; auf diesen bezeichnen die feinen Striche die Stellen, an welchen sich Papillen befinden.

Fig. 11. Der 6lappige Narbenkopf von oben.

Fig. 7. Längsschnitt gerade durch die Mitte der Geschlechtssäule: die Antheren sind noch nicht geöffnet, an ihrer Spitze von den Narbenlappen bedeckt, und am Grunde von dem ziemlich eng anliegenden Kessel der Blumenkrone vor Berührung gesichert.

Fig. 9, 10, 12. Die Geschlechtstheile aus einer älteren Blüthe.

Fig. 9. Von der Seite: die Antheren sind geöffnet, die Narbenlappen in die Höhe geschlagen.

Fig. 10. Längsschnitt gerade durch die Mitte: die Ränder der Narbenlappen sind nach oben eingerollt und der Kessel der Blumenkrone nach unten ausgebaucht, daher die Antheren der Berührung ganz frei liegend.

Fig. 12. Narbenkopf von oben.

Fig. 13. Querschnitt durch den Fruchtknoten einer jungen Blüthe; die Placenten sind noch nicht in der Mitte verwachsen. Vergrösserung 10mal.

Fig. 14. Desgl. aus einer älteren Blüthe: der Fruchtknoten ist nunmehr 6fächerig.

Fig. 15. Ein Haar aus der Röhre einer jungen Blüthe, 155mal vergrössert, mit der Spitze nach dem Kessel der Blumenkrone zeigend; das Nähere siehe im Text p. 344.

Fig. 16 — 24. Aristolochia tomentosa.

Fig. 16. Blüthe in natürlicher Grösse.

Fig. 17, 18, 19, 23. Geschlechtstheile einer so eben aufgegangenen Blüthe, mehrmals vergrössert.

Fig. 17. Narbenkopf von oben.

Fig. 18 u. 19. Geschlechtstheile von zwei verschiedenen Seiten: man sieht die 3 Narbenlappen, an denen je 2 zweifächerige Antheren angewachsen.

Fig. 23. Längsschnitt gerade durch die Mitte eines Narbenlappens geführt, dieser liegt noch mit seiner Spitze über den Antheren, an dieser Spitze der querdurchschnittene Papillenstreifen, weiter hinauf einige Pollenkörner, deren Schläuche nicht direkt in den Narbenkopf eindringen, sondern auf ihm in der Richtung nach seiner eingesenkten Mitte verlaufen; der Blumenkronkessel liegt nach unten den Antheren an.

Fig. 20, 21, 22, 24. Geschlechtstheile einer älteren Blüthe, mehrmals vergrössert.

Fig. 20. Aufgerichtete Narbenlappen von oben gesehen: an den 3 Seiten die aufgesprungenen Antheren.

Fig. 21 u. 22. Geschlechtssäule von zwei verschiedenen Seiten, die Narbenlappen aufgerichtet, die Antheren geöffnet.

Fig. 24. Längsschnitt gerade durch die Mitte eines Narbenlappens, dieser aufgerollt, der Blumenkronkessel unten abstehend und dadurch die geöffnete Anthere für jede Berührung freiliegend.

Fig. 25—35. Aristolochia Sipho.

(Samenentwickelung.)

Fig. 25. Samenknospen einige Zeit vor dem Aufgehen der Blüthe, 10 mal vergrössert.

Fig. 26. Dieselben beim Aufgehen der Blüthe, 10 mal vergrössert.

Fig. 27. Dieselben etwas später, gleich nach der Befruchtung, 10 mal vergrössert, der Rücken der Samenknospen ist schon dicker im Durchmesser als der übrige Theil; das Gefässbündel in ihm ist noch nicht bis zum Nucleus vorgedrungen.

Fig. 28. Längsschnitt durch eine Samenknospe, einige Zeit nach der Befruchtung; der Rücken hat sich noch mehr im Verhältniss zum anderen Theil des Samens entwickelt, das Gefässbündel in ihm endigt nunmehr am Grunde des Nucleus. Etwa 4 mal vergrössert.

Fig. 29. Schnitt durch denselben Samen parallel der herzförmigen Oberfläche.

Fig. 30— 35. Samen in natürlicher Grösse.

Fig. 30. Ein Same noch unausgetrocknet, von der Seite.

Fig. 31. Derselbe von oben.

Fig. 32. Derselbe im Längsschnitt, nachdem durch einen Druck der Rücken von dem Haupttheil des Samens gelöst.

Fig. 33. Reifer Samen von der Seite in ursprünglicher Lage: der Rücken ist eingeschrumpft und hat sich von dem unteren, schmalen embryonischen Theil des Samens zurückgezogen.

Fig. 34. Derselbe Same aus seinem Fache genommen; beide Theile hängen nur noch mit dem an der Ausbuchtung des embryonischen Samentheils befestigten Gefässbündel zusammen.

Fig. 35. Spitze des Samens im Längsschnitt, mit dem Embryo; mehrmals vergrössert.

Bonn, im Herbst 1866.

F. Bildebrand ad nat. del. C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik

Jahr/Year: 1866-1867

Band/Volume: 5

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

Artikel/Article: Ueber die Befruchtung von Aristolochia Clematitis und einiger anderer Aristolochia- Arten. 343-358