

Über die Bedeutung der Krone bei den Blüten und über das Farbenunterscheidungsvermögen der Insekten. I.

Von

E. Giltay.

Mit 3 Textfiguren.

Schon seit längerer Zeit gehörte es zu meinen Wünschen, bei dem im Garten der hiesigen landwirtschaftlichen Hochschule gegebenen Praktikum in der Biologie der Blüte meine Schüler die Bedeutung der Krone für den Insektenbesuch wahrnehmen zu lassen. Jedoch hat es sich nicht als so ganz leicht herausgestellt, eine geeignete Form für die Experimente zu finden. Mehrere Jahre habe ich im Sommer kürzere oder längere Zeit dafür opfern müssen. Im vorliegenden Aufsatz gebe ich den ersten Teil der Resultate der zu diesem Zweck angestellten Versuche.

In der Literatur findet man nicht besonders viel über unser Thema angegeben. Gewöhnlich wird der Satz, daß die Krone eines der bedeutendsten Lockmittel der Blüte für die Insekten bilde, einfach als Axiom hingestellt. Genauer mitzuteilen, worauf er eigentlich beruht, scheint man öfters garnicht der Mühe wert zu betrachten; vergleiche zB. das so anregende und ausführliche Pflanzenleben Kerner von Marilauns, p. 178, Bd. II, Darwins Cross and Selffertilisation of plants, p. 425 (obgleich dieser einige Versuche mitteilt), Sachs, Lehrbuch der Botanik, p. 524 (4. Aufl.), Wiesner, Biologie der Pflanze, p. 141, Strasburger, Noll, Schenck, Schimper, Lehrbuch der Botanik, p. 254.

Die zitierten Stellen nehmen den Standpunkt an, der für uns Menschen gewiß am meisten auf der Hand liegt. Weiterhin führt er sich vielleicht auf das berühmte Werk Sprengels, Das entdeckte Geheimnis der Natur, Berlin 1793, zurück, in welchem die Bedeutung der Krone ganz vom menschlichen Standpunkte aus gedeutet und einfach angenommen wird, daß die Krone zu den stärksten Lockmitteln der Pflanze für die Insekten gehöre. P. 15

sagt er zB.: „Wenn ein Insekt durch die Schönheit einer Krone oder durch einen angenehmen Geruch einer Blume gelockt wird“, usw.

Doch ist es bei einigem Nachdenken wohl deutlich, daß ein derartiges Verfahren nicht als zulässig betrachtet werden darf.

Bekanntlich ist es nicht einmal für alle Menschen wahr, daß sich schön gefärbte Blumenkronen gegen die Umgebung, also gewöhnlich gegen die grünen Blätter, deutlich abheben. Es gibt Menschen, deren Farbensystem stark von dem gewöhnlichen abweicht, und diese werden daher mit dem eigentlich nicht passenden Namen **Farbenblinde** bezeichnet. Für einen meiner Freunde, der in hohem Grade sogenannten rotblind ist, ist es schwer, an einem Kirschbaum die fast reifen Früchte zu sehen, weil sie sich von der Umgebung nicht genügend abheben; und als ich einmal mit ihm einen Spaziergang machte, unterschied er ein in einiger Entfernung befindliches Feld mit feurig roten Tulpen nicht von der Umgebung des frisch gepflügten Landes.

In solchen Fällen ist es also leicht genug zu zeigen, daß ein abnormales Unterscheidungsvermögen für Farben vorhanden ist. Man hat aber weiterhin zu bedenken, daß es streng genommen im allgemeinen nicht möglich ist zu beurteilen, ob zwei Personen, die der Farbe einer Fläche denselben Namen geben, sich wohl gleiches vorstellen. Farbe ist eben eine subjektive Sache, sie besteht nur in der Vorstellung, und man kann es höchstens als wahrscheinlich betrachten, daß mehrere Menschen, an deren Farbensinn nichts abnormales zu finden ist, eine bestimmte farbige Fläche auch ähnlich wahrnehmen.

Wie viel vorsichtiger muß man nun aber bei Insekten sein, deren Organisation von der unsrigen so überaus verschieden ist.

Ich betrachte es denn auch als ein großes Verdienst Plateaus, daß er, so viel ich weiß, zum ersten Male der Frage der Anlockung seitens der Krone in detaillierter Weise näher getreten ist und darüber viele Experimente angestellt hat. Es gibt zwar hierüber auch Beobachtungen von anderen — man kann hierüber die Einleitung zu den *Nouvelles recherches* Plateaus nachlesen —, dieselben sind aber viel weniger umfassend als diejenigen Plateaus. Ich gehe daher von der Plateauschen Arbeit aus und werde erst im speziellen Teil noch einige andere frühere Untersuchungen besprechen.

Wie sich aus dem folgenden ergeben wird, bin ich zwar mit Plateau nicht einverstanden, aber in meinen Augen wird hierdurch sein Hauptverdienst nicht geschmälert.

Plateau hat über unseren Gegenstand eine ganze Reihe kleiner Abhandlungen veröffentlicht. Bevor ich zu meinen eigenen Versuchen übergehe, werde ich diese der Hauptsache nach besprechen.

1. Comment les fleurs attirent les insectes. Bulletin de l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique, Bruxelles 1895, p. 466—487, 1. Pl.

Die erste Versuchspflanze bildet die *Dahlia*. Der Verf. maskiert die peripherischen Blüten der Infloreszenzen dadurch, daß er quadratische Scheiben aus weißem, schwarzem und auch farbigem Papier schneidet, mit einer Öffnung in der Mitte von der Größe des gelben Zentrums, und sie dann in geeigneter Weise mit einer Insektennadel befestigt. Bei einer zweiten Serie werden dann auch noch die zentralen Blüten mit einem zweiten Papierscheibchen unsichtbar gemacht.

Es zeigte sich, daß die Besuche bei vier derartigen Infloreszenzen mit noch sichtbaren gelben Blüten innerhalb 1 Stunde waren:

	rotes Papier	violett. Papier	weißes Papier	schwarz. Papier	Total
<i>Bombus</i> . . .	2	0	9	0	11
<i>Vanessa</i> . . .	8	6	3	1	18
<i>Megachile</i> . .	1	0	0	1	2

Verf. schließt aus diesem Versuch, daß Rot und Weiß die Insekten etwas stärker angezogen zu haben scheinen, als Violett und Schwarz. Er bemerkt jedoch weiterhin sofort, daß diese Folgerung, wie sich später ergeben wird, falsch ist.

Bei einer zweiten Versuchsreihe bedeckt er nun auch die gelben Blüten in der erwähnten Weise und findet:

	Quadratscheibe: Zentralscheibe:	roth weiß	violett grün	violett weiß	schwarz weiß	Total
<i>Bombus</i>		1	0	1	1	3
<i>Vanessa</i>		11	6	4	3	24
<i>Megachile</i>		1	0	0	1	2
						29

Die Totalzahl ist also der vorigen gleich, obschon die Umstände dem Insektenbesuch ungünstiger waren (bessere Maskierung, weniger Sonne, weniger Insekten).

Verf. schließt, daß die Form der Blüten des Köpfchens beim Insektenbesuch gewiß keine Rolle spielt.

Ogleich diese Folgerung richtig sein kann, scheint mir doch etwas sehr wichtiges zu ihrer Beurteilung zu fehlen, nämlich die Zahl der Insekten, die während des erwähnten Versuches die nicht bekleideten Blüten besuchten.

Verf. bespricht nun weiter die Frage, inwieweit die Farbe der Blüten die Insekten lockt. Zunächst weist er auf die Unzulänglichkeit der bisherigen Experimente hin, bespricht mehrere Fälle, die auf einen sehr entwickelten Geruchssinn bei Insekten hinzuweisen scheinen, und stellt dann Experimente an, um zu sehen, ob es bei der *Dahlia* die Farbe sein könne, welche die Insekten anzieht.

Er verwendet nun als maskierenden Stoff *Ampelopsis*-Blätter, und zwar zunächst wieder in der Art, daß er die zentralen Blüten sichtbar läßt, dann aber auch so, daß auch diese mit einem zweiten *Ampelopsis*-Blättchen maskiert werden. Im ersteren Falle wurden in einer Stunde bei 20 bekleideten Köpfchen 36 Besuche notiert, und im zweiten bei denselben Köpfchen in derselben Zeit 38.

Auch hier fehlen Zahlen über den Besuch an nicht bekleideten Köpfchen.

Verf. schließt, daß weder Form noch Farbe die Insekten anziehen. Er hält dafür, daß es besonders, und vielleicht ausschließlich, der Geruch ist, welcher sie zu den Blüten führt.

Mir scheint dieser Schluß nicht gerechtfertigt zu sein. Es könnte doch sehr wohl sein, daß die Farben dazu dienen, um die Insekten zunächst aus größerer Entfernung herbeizulocken. Dies brauchte nicht zu verhindern, daß, wenn gewisse Insekten einmal gewohnt sind, eine bestimmte Stelle zu besuchen, sie auch dann, wenn die Blüten maskiert sind, dieselben sofort, durch den Geruch zB., auffinden.

In der vierten Versuchsserie bekleidete Verf. alle *Dahlia*-Köpfchen, die an der Pflanze gelassen waren.

Bombus, *Vanessa* und *Pieris*-Arten kamen wie an den vorigen Tagen.

Verf. zieht denselben Schluß wie oben. Meiner Meinung nach ist dies jedoch nicht gerechtfertigt, wie ich oben schon darlegte.

Sehr merkwürdig scheint mir folgender Satz:

„Dès que par un accident quelconque, relativement rare du reste, un coeur jaune est bien à découvert, l'insecte qui vole autour de la plante le trouve tout de suite, soit par la vue, soit par l'odorat, soit par les deux sens à la fois“ (p. 484).

Es ist mir unbegreiflich, warum Verf. nicht folgert, daß es in diesem Falle doch wohl gewiß hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich, der Gesichtssinn war, der die Insekten zu den Blüten führte; für den Geruchssinn konnte ja bei einem um die Pflanze fliegenden Insekt ein einziges Köpfchen doch kaum besser

bemerkbar werden, wenn die Bedeckung des Zentrums des Köpfchens entfernt war, als wenn sie noch unverändert angetroffen wurde.

2. Felix Plateau, *Comment les fleurs attirent les insectes. Recherches expérimentales, 2^e partie.* In dieser zweiten Abhandlung verfolgt Verf. den Besuch bei Blüten, denen die Krone geraubt wurde. Im Anschluß an Charles Darwin wird zunächst mit *Lobelia Erinus* experimentiert. Das Resultat war, daß bei intakten Blüten 33 Besucher Honig saugten, gegenüber 25 bei entkronten, während intakte Blüten außerdem noch von 25 Insekten besucht wurden, die sich bloß darauf setzten, ohne Nahrung aufzunehmen, gegenüber 16 Insekten, welche entkronte Blüten auf diese Art besuchten.

Ahnliche Resultate wurden mit *Oenothera biennis*, mit *Ipomoea purpurea*, mit *Delphinium Ajacis*, *Centaurea Cyanus* und *Digitalis purpurea* erhalten, während *Bombus*-Arten bei *Antirrhinum majus* zwar noch um die verstümmelten Blüten flogen, sich aber nicht mehr darauf setzten, was Verf. der geänderten Lage des Eingangs in diese Blüten zuschreibt.

Es scheint mir, daß man bei diesen Versuchen auch wieder eine Bemerkung machen könnte, die sich mir schon bei der ersten Abhandlung des Verfassers aufdrängte, nämlich, daß die Versuchspflanzen leider auf ihrem ursprünglichen Standorte gelassen wurden. Es konnten nun die Besucher in erster Linie aus Insekten bestehen, die schon längere Zeit daran gewohnt waren, diese Stelle mit Versuchspflanzen zu besuchen. In diesem Falle könnte dann wieder der Blütenduft herangezogen werden, um zu erklären, daß die in unmittelbarer Nähe befindlichen Blüten auch aufgefunden wurden. Es ist aber, wie mir vorkommt, einleuchtend, daß dies nicht zu verhindern braucht, daß auch die Farbe der Kronen ein sehr wirksames Lockmittel sein kann.

Auch bei *Heracleum Fischeri* wurde gezeigt, daß die Insekten fortfahren, die Blüten zu besuchen, nachdem dieselben durch umhüllende Blätter bedeckt wurden. Auch hier gilt derselbe Einwand, wie bei *Dahlia*.

3. Felix Plateau. *Comment les fleurs attirent les insectes. 3^e partie, Bruxelles, 1897.*

Der Verf. bespricht zunächst, inwieweit Insekten gewisse Farbenvariationen bei derselben Spezies bevorzugen. Verf. kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Resultat, daß dieselben ihnen vollständig gleichgültig sind. So bei *Centaurea Cyanus*, *Dahlia*

variabilis, *Scabiosa atropurpurea*, *Linum grandiflorum* und *Linum usitatissimum*. Auch bei Darwin und Bonnier weist Verf. Stellen nach, wo ähnliches angegeben wird.

Weiterhin bespricht Verf. Fälle, in denen Blüten zunächst nicht besucht wurden, weil Honig fehlte, wo nachher aber, durch Hinzugeben dieser Substanz, ausgiebiger Besuch herbeigelockt wurde. Er will hieraus abgeleitet wissen, daß die Blütenfarbe für den Besuch von keinem Nutzen sei. Mir scheint dies ein Fehlschluß zu sein, denn ich finde es ganz natürlich, daß Blüten, auch wenn sie mit starken Lockmittel versehen sind (einerlei welcher Art), dennoch von Insekten nicht dauernd besucht werden, wenn sie nichts Genießbares enthalten. Es wird dann wohl einmal gelegentlich ein Besuch durch einen „Neuling“ vorkommen, aber die Zahl dieser Besuche ist natürlich so verschwindend klein gegenüber den normalen Besuchen, daß es die Frage ist, wie lange man würde beobachten müssen, um sie wahrzunehmen.

Werden aber die Blüten mit Honig versehen, dann ändert sich die Sache, wenigstens in gewissen Zeiten des Jahres und in bezug auf Bienen. Bei schlechter Tracht nämlich — wie ich zuerst von meinem Lehrer der Bienenwirtschaft, Herrn Keltling in Santpoort, erfuhr — werden Bienen sehr stark vom Honigduft gelockt, sodaß es öfters sogar große Mühe kostet, dieselben von Räuberei abzuhalten. Bei schlechter Tracht werden Bienen nun natürlich ebensogut nach *Pelargonium*-Blüten gelockt, wenn man dieselben mit Honig versehen hat, als nach jedem anderen zugänglichen Ort, wo sich dieser Stoff befindet.

Schon Perez¹⁾ hatte dergleichen bei *Pelargonium zonale* beobachtet, und Verf. stellte ähnliche Versuche an. Perez hatte jedoch wahrgenommen, daß sich bei den *Pelargonium* besuchenden Bienen „die rote Farbe der Blüten“ am Ende mit Honiganwesenheit assoziiert hatte, denn zuletzt setzten sich auch Bienen auf Blüten der erwähnten Spezies, denen man keinen Honig gegeben hatte, während er vor dem Beginn des Versuches solche Besuche bei honiglosen Blüten niemals wahrgenommen hatte. Plateau bestreitet dies. Er sah niemals die Insekten sich auf nicht mit Honig versehene Blüten setzen²⁾. Doch erwähnt er von einem *Bombus*: „il

1) J. Perez, Notes zoologiques, Bordeaux 1894, p. 25.

2) Ich muß hier der Hauptsache nach Perez Beifall zollen; auch ich habe es bei diesbezüglichen Versuchen gesehen, und zwar öfters. Nur scheint es mir, daß es auch ein spezieller Blütenduft gewesen sein könnte, der sich mit der Anwesenheit des Honigs assoziierte. Ich werde hierüber näheres in meinem zweiten Aufsatz mitteilen.

lui arrivait de se diriger vers des *Pelargonium* non munis de miel; il se bornait alors a voler en tournant rapidement autour, sans se poser⁽¹⁾ u.s.w. Am nächsten Tag sah er ähnliches bei fünf anderen *Bombus*-Individuen. Verf. scheint großes Gewicht darauf zu legen, daß das Insekt sich nicht setzte. Mir scheint dies ziemlich gleichgültig zu sein. Wenn es sich zur Abwechslung von mit Honig versehenen auch zu honiglosen Blüten wendet, ist mir dies ein Hinweis dafür, daß irgend etwas an diesen Blüten das Insekt gelockt hat. Um zu erklären, daß es sich nicht setzte, hat man nur anzunehmen, daß es das Fehlen des Honigs schnell gerochen hat. Daß bei Perez die Insekten sich wohl setzten, könnte zB. eine Folge davon sein, daß der Honig, den Plateau seinen Insekten geboten hat, etwas weniger duftend gewesen ist.

Mir sind nur gerade die Beobachtungen Perez' sehr interessant, denn sie sind mir ein Hinweis darauf, daß sich die Bienen, im Gegensatz zu dem, was Bethe behauptet, wahrscheinlich nicht immer wie Reflexmaschinen betragen, sondern daß sie auch imstande sind, zu lernen²⁾.

Ich sagte oben, daß ein solches Betragen der Bienen nur in einer gewissen Jahreszeit stattfinden wird. Wie mir gleichfalls Herr Kelting zuerst mitteilte, werden die Bienen bei guter Tracht von Honigduft durchaus nicht angezogen. Sie bevorzugen dann immer die Blüten, und lassen ganz leicht zugänglichen Honig völlig unberücksichtigt.

4. Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs. 2^e partie: Le choix des couleurs par les insectes, par F. Plateau. Paris 1899.

Nach einer größeren historischen Einleitung, wobei besonders die großen Widersprüche hervorgehoben werden, zu denen die Untersuchungen der verschiedensten Autoren führten, werden eigene Versuche besprochen.

Verf. hebt hervor, daß zum Studium der Bevorzugung, welche die Insekten einer gewissen Farbe gegenüber zeigen könnten, eigentlich nur eine Methode existiere, nämlich jene, die Frequenz der Besuche zu studieren, die bei verschiedenfarbigen, im übrigen

1) l. c., p. (17) 31.

2) Albrecht Bethe, Dürfen wir den Bienen und Ameisen psychische Qualitäten zuschreiben? (Bonn, Strauß, 1898). Es heißt hier auf p. 85 zB.: „Ameisen und Bienen sind unfähig, auf Grund von Erfahrungen etwas qualitativ Neues zu leisten; sie reagieren wie sie reagieren müssen; sie lernen nicht.“

möglichst verwandten Formen derselben Spezies gemacht werden; in diesem Falle kann es sogar sehr wohl sein (was auch das beste wäre), daß die Pflanzen nur in den Blütenfarben differieren.

Zu diesen Versuchen wurde zunächst *Salvia Horminum* verwendet, die bekanntlich mit rosa und mit blauen Blüten existiert. Verf. gebraucht zweierlei Versuchsanordnungen. Zunächst nimmt er die Blütenzahl bei beiden Varietäten gleich groß. Er kommt dann zu dem Resultat, daß die Zahl der Besuche von *Anthidium manicatum* und *Megachile erictorum* bei der rosa und bei der blauen Rasse fast ganz gleich ist. Weiterhin wird aber auch beobachtet, ob bei ungleicher Zahl von roten und blauen Blüten die Besuche den Frequenzzahlen dieser beiden Blütensorten parallel gehen. Es zeigte sich, daß dies öfters wenigstens annähernd der Fall war. So in bezug auf *Bombus terrestris*: 1. bei weißen und rosa *Althaea*-Formen, 2. bei blauem und rotem *Delphinium ajacis* und 3. bei purpurnen und rosa *Scabiosa atropurpurea* (für die weiße Form weicht hier die Zahl mehr ab). So gab auch *Bombus muscorum* bei roten, gelben und weißen *Zinnia elegans* wenigstens noch ziemlich annähernd ein ähnliches Resultat, ebenso *Apis mellifica* bei *Centaurea Cyanus* und bei *Scabiosa atropurpurea*. Die Abweichungen beziehen sich auf gelbe *Zinnia elegans*, die, wie Verf. erwähnt, wegen ihres stärkeren Pollengehaltes mehr besucht wurde, dann aber auch auf weiße *Centaurea Cyanus*, bei welcher letzteren Pflanze kein Grund für die sehr starke Abweichung angegeben wird. In letzterem Falle nämlich traten die Besuche statt mit 8,4% nur mit 2,7% auf.

Zweiflügler gaben mit purpurnen und rosa *Scabiosa*-Blütenköpfchen wieder ein leidlich gutes Resultat, bei weißen Blütenköpfchen jedoch war auch hier eine ziemlich erhebliche Differenz vorhanden (Blütenköpfchenzahl 8,7%, Besuche 5,6%). Eine genügende Übereinstimmung zeigte sich weiterhin bei rosa und gelben *Zinnia*-Blütenköpfchen; weiße Blütenköpfchen waren aber in der Anzahl 10,6% vorhanden, Besuche fanden jedoch bloß 3,1% statt.

Auch Lepidopteren gaben ähnliche Resultate. Bei gewissen Farben war wieder genügende Übereinstimmung zwischen Blumenzahl und -besuch vorhanden, bei anderen jedoch nicht. So besuchte *Papilio Machaon* weiß fast nicht, gelb aber fast zweimal zu viel; *Goniopteryx rhamni* besuchte im Gegenteil gelb und rot nicht, während *Vanessa Jo* rote Blüten ebenfalls nicht besuchte.

Während nun Verf. schließt, daß die Zahl der Besuche der Anzahl der Blüten von einer bestimmten Farbe parallel läuft,

scheint mir dies aus seinen Zahlen doch wenigstens nicht allgemein hervorzugehen. Die Abweichungen scheinen mir zum Teil viel zu groß zu sein.

Verf. stellt nun am Ende dieser Abhandlung seine Schlüsse auf eine Weise zusammen, die mir nicht unerheblich von der abzuweichen scheint, die er am Ende seiner ersten Abhandlung angewandt hat. Um meine Meinung zu verdeutlichen, stelle ich folgende Stellen einander gegenüber:

1. Erste Abhandlung p. 487.

(20) Ni la forme, ni les couleurs vives des capitules ne semblent avoir d'action attractive;

(30) Les fleurons périphériques colorés des *Dahlia*s simples et, par conséquent, des capitules des autres Composées radiées n'ont pas le rôle vexillaire ou de signal qui leur a été attribué;

(40) La forme et la couleur ne paraissent pas avoir de rôle attractif, les Insectes sont évidemment guidés vers les capitules par un autre sens que la vue, sens qui est probablement l'odorat.

2. Nouvelles recherches, p. 370.

J'admets parfaitement que l'insecte puisse s'apercevoir à distance de l'existence de fleurs, soit parce qu'il voit leurs contours de la même manière que nous, soit parce qu'il perçoit un contraste quelconque entre ces fleurs et leur entourage, j'admets que concurremment avec l'odorat, quoique à un bien moindre degré, cette perception visuelle vague puisse diriger l'animal vers l'ensemble de la masse florale; mais arrivé là, si les fleurs ne diffèrent entre elles que par la couleur seulement, il prouvera par ses actes qu'il lui est parfaitement égal, comme dit Bulman, que les corolles soient bleues, rouges, jaunes, blanches ou vertes.

Wenn Verf. nun in der ersten Abhandlung sagt, daß die Randblüten der Dahlien die Bedeutung eines Schauapparates nicht haben, daß die Insekten zu den Blüten durch einen anderen Sinn geleitet werden als durch das Gesicht, dann scheint mir dies mit seinen Schlüssen in der zweiten Abhandlung unvereinbar zu sein, wo er zwar dem Geruch eine größere anziehende Wirkung zuschreibt, aber dennoch zugibt, daß auch die Gesichtswahrnehmung die Insekten zu den Blüten leiten kann.

Ob die Farben oder vielmehr die verschiedenen Lichtsorten für die Insekten gleichwertig sind oder nicht, scheint mir eine

Sache von untergeordneter Bedeutung, wenn nur erst feststeht, daß die farbigen Kronen Insekten tatsächlich und deutlich anlocken.

Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich die ersten Äußerungen des Verf. als mehr den eigentlichen Plateauschen Standpunkt bezeichnend annehme. Vielleicht hat sich letzterer aber im Lauf seiner Untersuchungen schon etwas geändert. Es scheint mir dies auch noch daraus hervorzugehen, daß, als er am Ende seiner fünf ersten Aufsätze die Resultate rekapituliert, der oben zitierte Schluß im ersten Aufsatz „ni la forme, ni les couleurs vives des capitules ne semblent avoir d'action attractive“ geändert wird in „ni la forme, ni les couleurs vives des fleurs ne semblent avoir de rôle attractif important¹⁾).

Jedenfalls aber hat Plateau wertvolle Untersuchungen angestellt, die wieder zu anderen Experimenten geführt haben. Ich gehe zu ihrer Besprechung jetzt über.

Die Untersuchungen Forels. In Verbindung mit den Einwänden, die ich oben gegen die Plateauschen Ansichten gemacht habe, war ich gesonnen, dieses Jahr einen Teil seiner Untersuchungen nachzuprüfen. Nachdem mir jedoch zufällig Forels „Sensations des insectes, critique des experiences faites dès 1887“ in die Hände gekommen waren, glaube ich dessen größtenteils überhoben zu sein.

Forel hat nämlich einige Experimente zur Prüfung der Sache angestellt, und aus diesen wenigen schon geht, meiner Meinung nach, unzweideutig hervor, daß Plateau sich geirrt hat.

Forel stellt zunächst Versuche mit Dahlien an. Er maskiert a) 45 Köpfchen mit einem Weinblatt, das genügend gerollt wird, um alles zu bedecken. Dann werden b) bei vier Köpfchen nur die gelben Herzen bedeckt, und weiterhin c) bei einem Köpfchen die peripheren Blüten maskiert und das gelbe Herz durch eine mittlere Öffnung sichtbar gelassen. Auch bleiben noch wenigstens 10 Blüten unbehandelt. Die Blüten wurden stark besucht; im Mittel war immer eine Biene pro Köpfchen anwesend.

Das Resultat ist, daß zunächst der Besuch der ganz maskierten Blüten völlig aufhört.

Oft gehen die Bienen zu den Blüten b, doch verlassen sie dieselben gewöhnlich sofort wieder. Nur einige Male begeben sie sich unter das Blatt. Besonders gern tun dies die *Bombus*.

1) P. 34 des Aufsatzes. Der gesperrte Druck rührt von mir her.

Die Exemplare c werden ganz wie normale Blüten besucht.

Eins der Köpfchen war schlecht maskiert und ließ ein rotes Blatt durchkommen. Zuweilen gingen einige Bienen zu ihm.

Einer Biene gelingt es, den Zugang zu einem maskierten Blütenköpfchen zu finden. Von diesem Augenblick an kommt sie — also immer dieselbe Biene — öfters zu diesem Köpfchen zurück. Übrigens sucht fast keine Biene um die mit Weinblättern bedeckten Blütenköpfchen herum.

Später am Tage jedoch änderte sich die Sache ganz. Nach ungefähr drei Stunden hatten mehrere andere Bienen die maskierten Blütenköpfchen aufgefunden. Die anderen folgten dem Beispiel, und alsbald wurden die meisten der umhüllten Blütenköpfchen wieder besucht.

Mir scheint aus diesen Versuchen unzweideutig hervorzugehen, daß bei der *Dahlia* die Krone einen hohen Einfluß auf den Insektenbesuch ausübt. Forel meint, daß Plateau seine Blüten in erster Linie ungenügend maskiert habe, obendrein aber, daß Plateau den Anfang seines Versuchs nicht genau genug beobachtet habe.

Ein anderes Mal machte Forel noch folgende interessante Beobachtungen:

Es befanden sich in 10—20 m Entfernung von den Dahlien ein Feld mit zahlreichen gelben Hieracien und auch ein Beet mit Petunien. Diese beiden letzteren wurden von Bienen nicht besucht. Er nahm nun drei Petunien von einer mit den Dahlien übereinstimmenden Farbe, befestigte in der Mitte jeder Blüte ein gelbes *Hieracium* so mit einer Nadel, daß dieses Kompositum gröblich einer *Dahlia* glich, und stellte sie in die Mitte des *Dahlia*-Feldes.

Während einer halben Stunde werden nun viele Bienen, sowie auch einige Fliegen und Hummeln, von diesen Artefakten angezogen. Mehrmals setzen sie sich darauf, um jedoch alsbald, nachdem sie ihren Irrtum bemerkten, wieder fortzufliegen. Anfangs fliegen sogar fast ebenso zahlreiche Bienen nach den künstlich zusammengestellten Blüten, wie nach den Dahlien. Am Ende einer halben Stunde fliegen jedoch nur noch wenige Bienen den Artefakten zu. Sie haben, wie es scheint, im Gedächtnis behalten, daß in diesen *Dahlia*-ähnlichen Blüten nichts eßbares zu finden ist. Dieses bildet also ein Seitenstück zu den Versuchen Perez' und besagt aufs neue, daß die Bienen imstande sind, etwas zu lernen.

Auch über den Geruch der Bienen hat Forel Versuche angestellt. Das meiste wolle man im Original nachsehen. Hier

möchte ich nur noch bemerken, daß die Bienen künstliche, mit Honig versehene Blüten durchaus nicht sofort bemerken, wenn sie mit anderen Blüten emsig beschäftigt sind. Erst wenn eine dieselben aufgefunden hat, kehrt sie öfters zurück, und es folgen bald auch zahlreiche andere dieser einen nach. Auch zeigte es sich — wiederum ganz wie bei den Perezschen Versuchen —, daß sich am Ende das Gedächtnis an das Äußere der künstlichen Blüten und der farbigen Papiere mit der Erinnerung an den wenigstens in einigen Exemplaren vorhandenen Honig assoziierte, denn zuletzt besuchten sie auch Papierstücke, die nicht mit Honig versehen wurden. Dieses fand sogar statt, als nach dem Ablauf der Versuche die Papiere weggenommen wurden, um sie nach Hause zu bringen, weil sie jetzt schon an einem anderen Ort waren; es konnte jetzt nicht Ortsgedächtnis sein, das die Insekten den Papieren zuführte.

Dieses möge genügen, um zu zeigen, in wie hohem Grade Forel von Plateaus Ansichten abweicht. Auch in anderen Fällen als den von uns besprochenen ist Forel ganz anderer Ansicht. Auch hält er es für einen Hauptfehler Plateaus, daß dieser nicht beachtet hat, daß bei Insekten das Ortsgedächtnis eine sehr große Rolle bei ihren Blütenbesuchen spielen kann.

Eigene Untersuchungen.

Ursprünglich wollte ich, wie wir soeben schon sahen, neben Originalversuchen auch eine Nachprüfung der Plateauschen Experimente ausführen. Konnte letzteres nach den Forelschen Versuchen unterbleiben, so meine ich doch meine Originalversuche, die in ganz anderer Art angestellt wurden, mitteilen zu müssen.

Fast alle meine Experimente wurden mit ein und derselben Pflanze angestellt, die mir hierfür ganz besonders geeignet schien, nämlich mit *Papaver Rhocas*.

Die betreffenden günstigen Eigenschaften dieser Art sind folgende:

1. Ihre Blüten sind mit ihrem eigenen Pollen völlig steril;
2. sie ist sehr bequem ihrer Krone zu berauben;
3. sie ist leicht zu kultivieren;
4. sie ist reichblütig;
5. sie wird von Bienen und Hummeln (und einigen anderen Insekten) stark besucht.

Zunächst kultivierte ich drei Gruppen von diesen Pflanzen. In der einen wurden die Blüten ihrer Krone beraubt, in der zweiten und dritten jedoch intakt gelassen. Eine von diesen letzteren diente zur Demonstration der Sterilität bei Verhinderung des Insektenbesuches. Weil also die Blüten selbststeril sind, schien es mir aus dem Samenansatz in den beiden anderen Gruppen folgen zu müssen, inwieweit die Blüten derselben von Insekten besucht wurden. In der Tat traten nun bei entkronten und intakten Blüten bedeutende Differenzen auf. In der Ausstellung zu Paris im Jahre 1900 befand sich eine Einsendung der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Wageningen, und darunter auch Material zur Illustration des vom Verfasser dieser Zeilen gegebenen botanischen Unterrichts. Einer der ausgestellten Gegenstände bestand in einem Kästchen, welches in einigen Tuben die unter verschiedenen Umständen von *Papaver* gewonnenen Samen enthielt. Bei 215 ihrer Krone beraubten Blüten machten diese 10,770 g aus, oder pro Frucht 0,05 g; bei einer gleichen Anzahl normaler Blüten jedoch 25,230 g, oder pro Frucht 0,117. Zur Kontrolle wurde bei 28 ihrer Krone beraubten Blüten später noch eine künstliche Bestäubung ausgeführt. Diese gaben fast ebenso viele Samen wie die normalen, nämlich 0,115 pro Frucht, woraus also hervorgeht, daß das geringere Quantum bei den entkronten Blüten nicht eine Folge der stattgefundenen Verwundung ist.

Besondere Erwähnung verdient es noch, daß während der Ausführung der Versuche bedeutend mehr Insekten bei den normalen Blüten gesehen wurden, wie bei den entkronten, nämlich 24 Bienen und 8 Hummeln, während bei den ihrer Krone beraubten nur 6 Bienen, 4 Hummeln und 1 Kapelle beobachtet wurden.

Diese Beweisführung für die Bedeutung der Krone für den Insektenbesuch schien sehr beweisend, und ist es auch in gewisser Hinsicht. Dennoch habe ich diese Versuchsanordnung nur ein Jahr zu Demonstrationszwecken verwendet. Und zwar nicht der Gründe wegen, welche Plateau dagegen anführt (wie wir sofort sehen werden, scheinen mir diese nicht hinreichend stichhaltig), sondern einfach darum, weil es so schwer ist, ein Feld wirklich frei von offenen, normalen Blüten zu behalten. Es scheint dies zwar nicht schwierig zu sein. Die Blütenstiele sind nämlich zuerst aufgerichtet, dann krümmen sie sich mit den Knospen dem Boden zu, richten sich aber nachher, vor der Blüte, wieder auf, und man könnte meinen, daß es leicht sein müßte, aus der Stielrichtung der

Blumen die Blütezeit zu bestimmen. Doch ist dies nur sehr annähernd möglich, weil es erwünscht ist, die Krone nicht zu früh wegzunehmen; tut man dies, dann läßt sie sich schwerer loslösen, und infolge davon könnten leichter Beschädigungen eintreten. Man kommt also ziemlich leicht zu spät und findet zuweilen Morgens, statt eines wenig auffallenden Feldes mit geschlossenen Blüten — soweit dieselben ihre Krone noch besitzen — sogar ziemlich zahlreiche Blüten offen. Sobald dies aber auch nur ein Mal der Fall gewesen ist, ist der Versuch als mehr oder weniger mißlungen zu betrachten.

Ich habe es daher vorgezogen, andere Versuchseinrichtungen zu verwenden, und möchte zunächst in den folgenden Zeilen darüber Bericht abstaten.

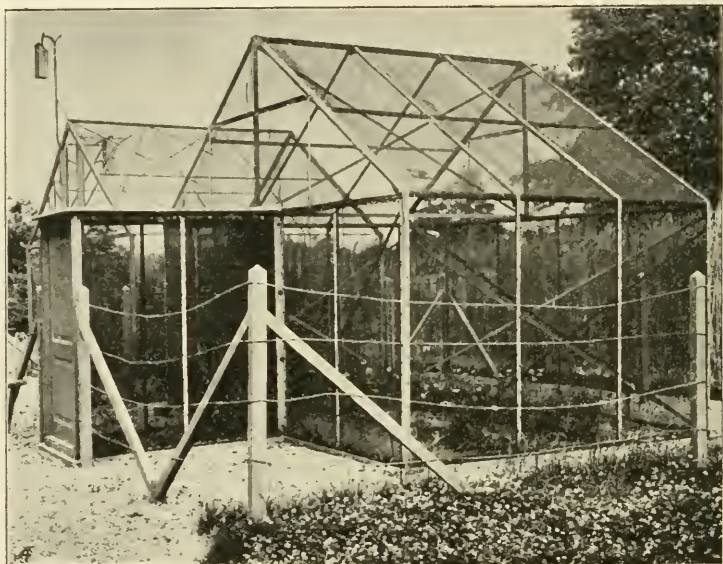
Versuche des Jahres 1902.

Die Klatschrosen wurden ziemlich zeitig im Frühjahr mit möglichst viel anhängender Erde ausgehoben und teils in Töpfe mit guter, lockerer Erde gesetzt (im ganzen 75 Exemplare), welche dann wieder in den Boden eingegraben wurden, teils auf ein besonderes Beetchen in das freie Feld nebeneinander gepflanzt. Als die Topfpflanzen zu blühen anfangen, wurden sie in einen mit feiner Gaze überzogenen Raum gebracht, sodaß die Insekten keinen Zutritt zu ihnen hatten. Dieser Raum wird von einem Häuschen im Garten der Landwirtschaftlichen Hochschule gebildet, welches mir öfters große Dienste erwiesen hat. Es ist dazu bestimmt, mit ganzen Pflanzen Versuche auszuführen, ohne daß bestäubende Insekten sie erreichen können (Fig. 1). An der einen Seite sieht man einen Vorhof, dessen eine Tür nach außen führt, während die andere in den eigentlichen Innenraum führt. Wenn es gilt, die Versuche möglichst strenge auszuführen, dient dieser Vorhof dazu, besser darüber zu wachen, daß man beim Eintritt keine Insekten mitnimmt. In die Außentür habe ich später noch ein größeres, in der Photographie nicht dargestelltes Fenster machen lassen, welches dazu dient, Töpfe bequemer herausgeben und wieder hereinnehmen zu können, mit sehr geringer Gefahr, daß Insekten hinein kommen, die übrigens, wenn dies stattfinden sollte, sich erst in dem Vorraum befinden und dort eventuell leicht weggefangen werden können.

Dieses Häuschen soll nun dazu dienen, die Topfpflanzen so zu kultivieren, daß die offenen Blüten nicht vor dem Moment des eigentlichen Versuches ihres Pollens beraubt werden.

Die Versuche, die mit den im freien Felde eingegrabenen Pflanzen ausgeführt wurden, sollen später beschrieben werden.

Zunächst war mir daran gelegen, zu wissen, inwieweit die Insekten im allgemeinen durch die Krone angelockt werden. Weil es jedoch Formen gibt, die der gewöhnlichen Honigbiene sehr ähnlich sehen, und weil ich mir anfangs die Unterscheidung nicht in allen Fällen zutraute, werde ich zuerst gewöhnlich nur von „Insekten“ reden, obschon es in den meisten Fällen gewiß Bienen



Figur 1.

gewesen sind. Später wurden mir meine Insekten häufig von Herrn Dr. J. Th. Oudemans in Amsterdam bestimmt, dem ich hier dafür meinen besten Dank ausspreche. Zu großem Dank bin ich hier auch Herrn A. A. van Pelt Lechner, dem Bibliothekar unserer Hochschule, verpflichtet, der mich gleichfalls öfters unterstützte. Später, als ich selbst über die Bienen mehr Erfahrung gewonnen hatte, unter anderem dadurch, daß ich, um sie in ihren Gewohnheiten besser zu begreifen, selbst Bienenzüchter wurde, glaubte ich die Entscheidung, ob ich eine Biene vor mir hatte oder nicht, selbst ausführen zu können. Doch wurden die von mir als Bienen erkannten Insekten zuweilen zur Kontrolle noch Herrn Dr. Oudemans geschickt.

Über die Art des Entkronens der Blüten muß ich hier noch eine Bemerkung vorausschicken. Es hat Herr Plateau in einer Schrift, auf die ich schon oben hindeutete¹⁾, hierzu eine Bemerkung gemacht, von der sich leicht zeigen läßt, daß sie völlig unbegründet ist. Herr Plateau meint nämlich, daß für das Entkronen eine längere Manipulation nötig sei, und er glaubt nun, daß dadurch ein geringerer Besuch bedingt worden sei.

In Wirklichkeit ist der Sachverhalt folgender: Wenn man nur nicht zu eilig mit dem Entkronen ist, geht die Operation überaus leicht von statten. Die Krone sitzt ganz locker in dem oben schon gespaltenen oder sehr leicht sich lösenden Kelche. Man braucht nur den Stiel mit einer Hand lose zu fassen, und mit der anderen sukzessive die Kelch- und Kronenblätter einzeln fortzunehmen, ohne daß man andere Teile der Blüte berührt, was ganz bequem geht. Wenn man es vorzieht, kann man die Kelch- und Kronenblätter sogar so herausnehmen, daß man den Stiel garnicht direkt berührt. Man hat diesen dann zum Beispiel nur mit etwas Gras zu fassen. Ich habe mich jedoch davon überzeugt, daß dies völlig zwecklos ist. Denn ich habe zB. mehrmals intakte Blüten zuerst einige Zeit beobachtet und sie dann vorsätzlich stark angefaßt²⁾, ohne daß ich jemals nachher eine Differenz in dem Besuch hätte konstatieren können. Ich muß hier allerdings hinzufügen, daß ich niemals rauche, was möglicherweise von vielem Einfluß ist. In anderen Fällen, wo eine eingreifendere Manipulation notwendig ist, habe ich auch gemeint, ihren Einfluß auf den Blumenbesuch zu bemerken. Aber bei der Klatschrose, wie gesagt, niemals.

Versuchsordnung 1.

Es werden auf ein GrASFeldchen (wo sich also keine Klatschrosen befinden) jedesmal zwei Töpfe gestellt. Beim einen Topf sind die Blüten entkront, bei dem anderen sind sie intakt gelassen. Es wird dafür Sorge getragen, daß die Stellen, wo sich die Töpfe befinden, markiert werden, sodaß dieselben an verschiedenen Tagen verschieden gewählt werden können.

1) Plateau, Les Pavots décorollées et les insectes visiteurs, p. 5.

2) Die Manipulation geschah dann jedoch nur am Stiel, denn andere Teile berühre ich nicht bei der Entkronung, außer den sofort wegzunehmenden Kelch- und Kronenblättern.

Indem nun die Häufigkeit des Besuches der entkronten und der nicht entkronten Blüten bestimmt wird, kann aus dem Resultat hergeleitet werden, ob und, wenn ja, in welchem Grade die Krone dem Besuch förderlich ist. Nach Plateaus Meinung sollte dies nicht der Fall sein; er meint ja, nur der Duft locke die Insekten herbei. Die Insekten sehen zwar, nach Plateau, die Blütenkronen, aber eine merklich erhöhte Auffälligkeit verleihen diese Organe den Blüten nicht; wie wir oben sahen, meint er dies ja durch diejenigen Fälle bewiesen zu haben, worin nach der Maskierung oder der Wegnahme der Krone der Besuch in fast unverändertem Grade bestehen blieb. Ich habe aber darauf hingewiesen, daß es sich hier immer um Fälle handelte, bei denen die Insekten schon längere Zeit daran gewöhnt waren, den Ort zu besuchen, wo sich die Blüten befanden.

Sehen wir nun, welche Resultate meine Versuche ergaben.

Datum	Zeit des Versuchs	Blütenzahl bei jeder d. beiden Partien	Zahl der wahr- genomm. Besuche bei den		Anzahl der Beob- acht- ungen	Anmerkungen
			entkront. Blüten	intakten Blüten		
12. VI.	9,15—3,30	6	0	7	6	
13. "	8,30—12	6	1	8	6	Hier wurden bei einer Beobachtung mehrere Insekten gesehen; sie wurden jedoch nicht gezählt und nur für eins gerechnet.
14. "	8,45—12	4	0	10	5	
	Nachmittags	4	5	10	11	
15. "	9,50—11,30	4	1	16	16	
17. "	10—11	3	1	20	fort- während	
	11—11,26	3	1	13 20	"	Zwei Parteien mit je drei intakten Blüten.
18. "	10,27—10,47	2	0	9	"	
			9	96		Es wurde der Mittelwert der beiden Parteien vom 17. VI. Nachmittags verwendet.

Versuchsordnung 2.

Bis dahin standen die entkronten und intakten Blüten in ca. 2 m Entfernung voneinander. Jetzt werden sie unmittelbar nebeneinander gestellt.

Datum	Zeit des Versuchs	Blütenzahl bei jeder d. beiden Partien	Zahl der wahr- genomm. Besuche bei den		Anzahl der Beob- achtungen	Anmerkungen
			entkront. Blüten	intakten Blüten		
18. VI.	11,9—11,20	2	0	7	fort- während	
19. "	9,30—9,39	1	0	5	"	Um 9,39 wurden die beiden Töpfe gewechselt; die Versuchsblüt. sind kaum 16 cm voneinander ent- fernt.
	9,43—10,2	1	0	8	"	Bienen, die nach den in- takten Blüten fliegen, streifen zuweilen fast die entkronten, ohne die- selben weiter zu be- achten.
	10,6—10,40	1	0	8 4	"	Die von 8 Insekten be- suchte intakte Blüte un- mittelbar neben der ent- kronten, die andere in einiger Entfernung.
20. "	3,22—3,55	1	1	10	"	
			1	38 od. 34		

Vielleicht scheint es sonderbar, daß bei diesem letzten Versuch (als also die beiden Blütensorten unmittelbar nebeneinander gestellt wurden) die Frequenz der Blütenbesuche sich nicht zugunsten der entkronten Blüten geändert hat. Der Grund ist wohl einfach dieser, daß bei der zweiten Versuchsanordnung die Versuche alle von kürzerer Dauer waren. Lehrreich ist noch besonders der Versuch vom 14. VI. Morgens fanden hier keine Besuche der entkronten Blüten statt; Nachmittags aber wurden auf diesen Blüten fünf Besucher von den neun wahrgenommen, die überhaupt auf den entkronten beobachtet wurden. Es ist also einleuchtend, daß die entkronten Blüten erst gegen das Ende des Versuches aufgefunden wurden. Hätte der Versuch nur den Morgen gedauert, dann wären für die entkronten Blüten gar keine Besucher verzeichnet worden.

Das Resultat bei der Versuchsanordnung 1 und 2 ist also einfach dieses, daß das Nebeneinanderstellen der beiden Blütensorten nicht von merkbarem Einfluß auf den Blütenbesuch bei den entkronten Blüten gewesen ist.

Versuchsanordnung 3.

Die Klatschrosenblüten sind kurze Zeit vor dem Öffnen soweit entwickelt, daß die Kronblätter eine hellrote Farbe angenommen haben und sich zusammengefaltet in dem Kelch befinden, der sich jetzt leicht ablösen läßt.

Es wurden nun bei einem Teile solcher Knospen die Kelchblätter fortgenommen, um zu sehen, ob diese in der Form abweichenden, aber in der Farbe übereinstimmenden Organe auch besucht würden.

22. VI. Eine intakte Blüte und eine Knospe, die in dem soeben angegebenen Stadium ihres Kelches beraubt worden war, werden um 10,55 unmittelbar nebeneinander aufgestellt.

10,57. Der erste Besucher wendet sich zuerst der Knospe zu, umkreist diese und geht dann zur Blüte.

11,9. Der zweite umkreist zuerst die intakte Blüte, und geht dann für einige Augenblicke nach der Knospe.

11,11. Der dritte zeigt dasselbe Betragen wie der zweite.

11,12. Der vierte Besucher geht auch zuerst zur intakten Blüte, und dann zur Knospe.

Später geht derselbe zuerst zur Blüte, erhebt sich, setzt sich wieder auf dieselbe und besucht dann für einen Augenblick die Knospe.

11,22. Der fünfte versucht ein paar Mal sich auf die intakte Blüte zu setzen, was jedoch wegen des ziemlich starken Windes mißlingt; er geht dann zur Knospe, kehrt wiederum zur Blüte zurück und fliegt fort.

Man hat hier jedoch etwas zu beachten. Zuweilen sieht man nämlich zB. Insekten auch junge Früchte besuchen, und es fragt sich, ob die oben beschriebenen Besuche von entkelchten Knospen nicht einfach eine Folge davon sind, daß viele Insekten außer Blüten auch allerhand andere gestielte Dinge beachten, sodaß also die Farbe der Knospe hier von keiner Bedeutung wäre.

Um dies zur Entscheidung zu bringen, habe ich auch junge Früchte und gewöhnliche Knospen in den Versuch aufgenommen. Man wird sehen, daß die Besuche der entkelchten Knospen viel zahlreicher sind. Die Schlußfolge ist also, daß wohl sicherlich die eigentümliche Farbe der entkelchten Knospen insektenanziehend wirkt, wenigstens wenn es sich zeigen würde — und wir werden sofort sehen, daß dies der Fall ist —, daß den Kronenblättern kein anziehender Duft eigen ist.

Datum	Versuchszeit	Anzahl der Besuche auf					Bemerkungen (Sämtl. Blüten stehen unmittelbar nebeneinander und werden fortwährend beobachtet)
		<i>a</i> intakte Blüte	<i>b</i>	<i>c</i> entkelchte Knosp.	<i>d</i> gewöhnliche K.	<i>e</i> junge Frucht	
23. VI.	11,8—11,40	13	—	4	—	2	Zwei Insekten, sub <i>c</i> , wurden als <i>Osmia rufa</i> L. ♀ bestimmt.
25. "	11,23—11,50	5	—	3	0	0	In drei Fällen besucht dasselbe Insekt <i>a</i> und <i>c</i> , aber dann immer <i>a</i> zuerst.
26. "	11,12—12	7	8	6	1	0	Zwei der Insekten sub <i>c</i> (die auch <i>a</i> oder <i>b</i> besuchten) wurden als <i>Osmia rufa</i> L. ♀ bestimmt. Zwei andere Besucher von <i>a</i> oder <i>b</i> waren; <i>Bombus hortorum</i> L. ♀ und <i>Halictus calceatus</i> Scop. ♀.
29. "	11,47—12	1	—	1	0	0	(mehrere junge Fr. und gewöhnl. Knosp.)
		Sa. 34		14	1	2	

Versuchsordnung 4.

Falls es der Blütenduft wäre, welcher die Insekten lockt, würde der Besuch wenig oder garnicht geringer werden, wenn man die Blüten unsichtbar machte, aber zugleich die Ventilation zwischen Blüten und Umgebung und auch den Zutritt der Insekten freiließe.

Ich habe dies gewöhnlich dadurch zu erreichen gesucht, daß ich Blüten, die sich wahrscheinlich den nächsten Tag öffnen mußten, mit einem dazu eingerichteten, umgekehrten Topf bedeckte. Der Boden des Topfes hatte eine ziemlich weite Öffnung; mittels einer darunter hängenden Scheibe wurde es aber unmöglich gemacht, daß darüber hinfliegende Insekten den Inhalt sehen konnten. Die Luft konnte aber oben und unten gewiß genügend zirkulieren, um das Bemerkten des Duftes zu ermöglichen. Die Töpfe wurden auf Steine gestellt, die an zwei Seiten der Pflanze aufgetürmt worden waren.

Zunächst habe ich immer nur eine Blüte unter einen Topf gestellt. Später wird sich ergeben, in welcher Art dann der Versuch abgeändert wurde.

Die Klatschrose ist zu diesen Versuchen ganz besonders geeignet. Denn wenn man die Blüten vom ersten Augenblick des

Sichöffnens an unter dem Topf stehen läßt, braucht man garnicht fortwährend dabei zu bleiben und kann doch später sehr gut feststellen, ob die Blüte von Pollen sammelnden Insekten besucht worden ist. Wenn diese nämlich beim Fortwachen der Bedeckung noch nicht besucht war, sind natürlich die geöffneten Staubbeutel ganz mit Pollen bedeckt; wenn aber auch nur ein Besuch stattgefunden hatte, ist dies an dem Äußeren der Staubbeutel sofort bemerkbar.

Diese Versuche wurden auf einem Feldchen angestellt, welches unmittelbar an das Grasfeldchen grenzt, auf dem die Versuche mit den Topfpflanzen stattfanden. Die Experimente sind folgende:

17. VI. Morgens hatte sich die erste Blüte auf dem Feldchen geöffnet. Als ich hinzukam, rollte sich gerade eine Biene an einer Seite der Geschlechtsorgane der Blüte. Auf dieser Seite waren daher auch die Staubbeutel deutlich angegriffen; auf der anderen Seite dagegen waren sie noch ganz intakt. Die Blüte wurde nun sofort mit einem Topf bedeckt. Wenn ich gelegentlich darnach sah, bemerkte ich niemals ein Insekt. Nachmittags 2 Uhr war die eine Seite der Blüte noch ganz intakt geblieben. Um 2 Uhr 3 Min. nahm ich den Topf weg. Besucher werden dann notiert um 2,5, 2,7, 2,10 und 2,20. Um 2,10 sieht die ganze Blüte abgetragen aus.

18. VI. Eine Blüte, die gestern im Begriff war, sich zu öffnen, wurde mit einem Topf bedeckt. Heute ist sie geöffnet. Um 11,37 nehme ich den Topf ab. Alle Staubblätter sind dick mit Pollen bedeckt. 11,39 erscheint das erste Insekt, dem mit kurzen Pausen andere folgen. Um 11,52 höre ich mit der Beobachtung auf. Die Blüte hat schon nach einem einzigen Besuch viel Pollen verloren und ist dann leicht als besuchte Blüte zu erkennen.

19. VI. 11,40 Topf weggenommen von einer ganz intakt aussehenden Blüte. Von 11,40 bis 12 Uhr sind 4 Insekten dagewesen, und die Blüte sieht dann ganz abgetragen aus.

Weil hiernach die Abwesenheit eines anlockenden Duftes für die ganze Blüte sehr wahrscheinlich ist, kommt er wohl auch für die Krone in Wegfall¹⁾.

1) Beiläufig mag erwähnt werden, daß ich, parallel mit diesen Versuchen, noch in anderer Art Gelegenheit hatte, mich von dem Fehlen eines anziehenden Duftes und zugleich von der Augenfälligkeit der Krone zu überzeugen. Es wurden nämlich dann und wann zahlreiche Kronenblätter von entkronten Blüten auf einen kleinen Teller gelegt, und derselbe dann durch einen auf drei Steine gestellten, umgekehrten Topf zugedeckt,

Versuchsanordnung 5.

Man könnte nun vielleicht noch einwenden, daß die Insekten die in den letzten Versuchen erwähnten Blüten nicht besuchten, weil die Töpfe einen Geruch abgaben, der den Insekten zuwider war, oder der den Geruch der Blüten in gewissem Sinne neutralisierte, oder auch, weil sie Furcht hätten, in den etwas dunklen Raum, worin sich die Blüten befanden, hinein zu gehen. In bezug auf den letzten Punkt kann man sofort entgegen, daß man dann doch wenigstens hätte sehen müssen, daß die Insekten durch die Töpfe herbeigelockt würden, was jedoch nicht der Fall war. Unter anderen scheint mir aus folgenden Versuchen des näheren hervorzugehen, daß die Töpfe den Insekten ganz gleichgültig sind.

Ich habe nämlich auch Experimente angestellt, bei denen die Töpfe so aufgestellt wurden, daß sie die Blüten ganz sichtbar ließen, während zu gleicher Zeit ein starker Duft der Töpfe — falls ein solcher existieren sollte — die Blüten hätte umspülen müssen.

Gleichzeitig wurden dann auf demselben Beet ein paar andere, nicht von Töpfen umgebene Blüten gelassen, alle anderen jedoch fortgenommen. Wenn nun die Töpfe abstoßend gewirkt hätten, würden diese letzteren bedeutend mehr besucht worden sein, als die anderen. Wie man sehen wird, war dies jedoch nicht der Fall.

29. VI. Intakte, von Töpfen umgebene Blüte, um 9,25 offen exponiert. Etwas mehr dem Boden genähert, steht zwischen den Töpfen noch eine solche Blüte, die jedoch viel schwieriger sichtbar ist. Erstere nennen wir *a*, letztere *b*.

9,35. Erster Besucher (Blüte nicht notiert).

9,45. Zweiter (*Osmia rufa* L. ♀) auf Blüte *a*.

Um diese Zeit eine neue intakte Blüte, ohne Umgebung von Töpfen, exponiert (Blüte *c*).

10. Besucher umkreist zuerst Blüte *c*, setzt sich jedoch nicht.

10. Besucher setzt sich auf Blüte *c* und fliegt weg über *a*.

10,2. Besucher auf *a* (die jedoch schon abgetragen aussieht).

10,2. Besucher auf *c* und dann für einen Augenblick nach *b*, wo er sich jedoch nicht setzt.

und zwar so, daß vorbeifliegende Insekten ihn unmöglich sehen konnten, aber dennoch, unter den Rändern des Topfes hindurch, die Blätter leicht hätten erreichen können. Sie wurden aber niemals besucht. Als aber der Topf weggenommen wurde, setzten sich immer, zuweilen unmittelbar, Bienen darauf.

- 10,12. *Halictus morio* Fr. besucht *c*.
 10,22. *Halictus morio* auf *b*.
 10,25. Insekt umkreist *a* und *b*, setzt sich jedoch nicht.
 10,32. *Halictus zonulus* setzt sich auf *a*.

30. VI. Heute sind sehr viele Blüten geöffnet. Doch ist der Besuch sehr sparsam. Viele Blüten sehen noch ganz intakt aus. Zuweilen befindet sich im ganzen Feldchen nur ein Insekt, zeitweise überhaupt keins.

Ich stelle von 9,20 bis 9,40 Beobachtungen an, erst über den gewöhnlichen Besuch. In dieser Zeit notiere ich 10 Insekten, was jedenfalls, in Anbetracht der großen Anzahl Blüten, sehr wenig ist.

Gegen 10 Uhr werden 141 Blüten weggenommen, und nur einige auf dem Feldchen gelassen. Auch werden von zwei Blüten (*o* und *w*) die bedeckenden Töpfe fortgenommen. Drei werden ganz mit Haufen von Töpfen und Steinen umgeben.

10,10 werden auf *o* gefangen *Halictus morio* Fr. ♀ und *Halictus zonulus* Smith ♀.

Sodann geht ein Besucher zuerst nach einer ganz freien Blüte, dann nach *o*, zuletzt wieder nach einer ganz freien, jedoch ohne sich zu setzen.

Diesen Morgen bleibt der Besuch ganz gering, obgleich bei einer benachbarten *Geranium* sich immer viele Bienen befinden.

Echte Bienen sehe ich jedenfalls nicht nach 10 Uhr, und alle Besuche sind sehr kurz. Aus welchem Grunde diesen Morgen die Besuche so sparsam sind, vermag ich nicht zu enträtseln. Doch steht dieser Fall nicht isoliert. Wir werden sofort mehreren dergleichen Fällen begegnen.

Die Frequenz der Besuche wurde auf den beiden von Töpfen umgebenen Blüten als nicht oder kaum verschieden von dem auf den andern Blüten notiert.

1. VII. Morgens um 8 Uhr sind zahlreiche Blüten offen, aber nicht ein einziges Insekt ist da. Auch auf einigen andern Blütenarten, die ich absichtlich beobachte, finde ich keine. Nur bei *Tradescantia* treffe ich mehrere Hummeln an.

Um 10 Uhr ist das Pollenquantum nicht merklich vermindert. Auch das an den vorigen Tagen stark besuchte *Geranium pratense* ist ohne Insekten.

2. VII. Sehr viele Klatschrosen sind geöffnet. Zahlreiche sehen ganz intakt aus. Sowohl zwischen 8 und 9, als um 10,30 sind keine Insekten da.

3. VII. Heute fast ganz wie an den beiden vorigen Tagen. Nur sehe ich einige Besucher auf *Bryonia dioica* (u. a. eine *Anthrena*). Nachmittags fange ich *Anthrena nigrovenea* K. auf einer Klatschrose.

Auch für den geringen Besuch an diesen letzten Tagen kann ich keinen Grund angeben. Das Wetter war ziemlich kühl, aber schön. Regen fiel nur in der Nacht vom 30. Juni auf den 1. Juli.

4. VII. In der Hauptsache wie am vorigen Tage. Doch sind wieder eine Anzahl Insekten da.

6. VII. Jetzt ist der Besuch wieder ziemlich stark. Es werden zwei- bis dreihundert Blüten weggenommen, und nur ein paar auf dem Feldchen gelassen, u. a. zwei ganz intakte, *a* und *b*, die von vier Haufen Töpfen umgeben werden.

Diese zwei werden, ohne daß eine Zögerung bemerklich ist, oft besucht. 9,59 wird darauf gefangen *Apis mellifica* L., um 10 Uhr *Halictus suaveolens*, um 10,5 sind drei Bienen zugleich darauf, eine wurde gefangen und mit Sicherheit als *Apis mellifica* bestimmt. Um 10,8 *Halictus zonulus*. Um 10,12 geht *Bombus hortorum* zunächst nach einer anderen Blüte, an der Westseite des Feldchens, dann nach der Nordseite, dann aber schnurstracks nach der auf der Ostseite befindlichen Blüte *b*. Um 10,18 geht eine Hummel zunächst nach *a*, dann in einer Kurve nach einer anderen intakten Blüte, setzt sich auf diese jedoch nicht und geht nach *a* und *b* zurück. 10,27 *Halictus calceatus* geht sofort nach *b*.

7. VII. Der Besuch ist heute leidlich gut. Es sind jedoch zahlreiche Blüten offen, sodaß viele noch ganz intakt aussehen.

Fast alles wurde weggenommen; es wurde auf dem Feld nur gelassen:

Blüte *a*, in einem nach oben offenen Topf;

Blüte *b*, von Töpfen umgeben;

Blüte *c*, über Steinhaufen hervorragend;

Blüte *d*, ganz frei, mit violetter Krone;

Blüte *e*, ganz frei, normal gefärbt.

Leider wurden die Besuche auf *c*, *d* und *e* nicht notiert. Daß jedoch die beiden in der Nähe von Töpfen befindlichen sehr reichlich von Insekten besucht wurden, geht aus folgendem unzweideutig hervor:

Um 8,30 *Halictus zonulus* auf *b*; bis 8,45 war ich dann abwesend. 8,48 Biene auf *b*; dann wieder ein *Halictus zonulus* auf *b*; ein großer Besucher kommt auf *b*, aber es gelingt mir nicht, ihn zu fangen.

8,50 kommt eine Biene auf *b*, 8,52 ein anderer Besucher, dann wieder einer, 9,8 *Halictus calceatus*, erst auf *b*, dann auf *a*, und wird hier gefangen. 9,17 kommt *Halictus scronotatus* auf eine der Blüten, um 9,23, um 9,30 und kurz nach 9,30 kommen noch Besucher auf *b*, und so geht es weiter. Die Besuche wurden notiert bis 10,37, ich finde es aber überflüssig, dieselben alle mitzuteilen. Und ganz in derselben Weise geht es an den beiden folgenden Tagen. Blüten, die in ausgiebiger Weise von dem eventuell vorhandenen Duft der Töpfe oder Steine umspült sein müßten, die um oder unmittelbar neben ihnen aufgestellt waren, wurden von Insekten, unter anderen von *Apis mellifica*, *Halictus calceatus*, *Halictus zonulus*, reichlich besucht.

Versuche des Jahres 1903.

Auch in diesem Jahre wurden Versuche angestellt. Die Pflanzen wurden in ähnlicher Weise behandelt, wie voriges Jahr: Es befanden sich Topfpflanzen im insektenfreien Häuschen, andere wurden auf zwei Stellen im freien Felde ausgepflanzt; zuerst an derselben Stelle wie voriges Jahr, neben dem Grasfeldchen, und auch noch auf einem zweiten Feldchen, nur wenige Meter von ersterem entfernt.

Zunächst will ich die Kritik besprechen, welche Herr Plateau von meinen bis dahin veröffentlichten Experimenten¹⁾ in seiner oben schon erwähnten Schrift gegeben hat: Les Pavots décorollées et les insectes visiteurs.

Ich zitiere zuerst die verschiedenen Punkte seiner Kritik, und knüpfe dann jedesmal meine Bemerkungen daran.

„1. Dans le but de supprimer les pétales colorées antérieurement aux visites des insectes, Giltay a enlevé la corolle avant l'éclosion des fleurs. Je n'ai pas assisté à ses opérations et ne puis raisonner que d'après le texte; mais il me paraît certain, vu la préfloraison chiffonnée bien connue des Pavots, que la décorollation n'allait pas sans que les fleurs fussent maniées un peu longuement, circonstance qui, à elle seule, rend l'expérience fautive.“

Glücklicherweise kann ich diesem Einwand begegnen. Wie wir schon oben sahen, sind die Kronenblätter im Gegenteil überaus

1) E. Giltay, Enseignement botanique à l'école supérieure d'agriculture et forestière de Wageningen.

leicht fortzunehmen, und so, daß auch nicht die geringste Verminderung des Besuches zu beobachten ist, wenn die Insekten einmal daran gewöhnt sind, die Stelle zu besuchen. Weil ich diese Sache oben schon erledigt habe, brauche ich nicht darauf zurückzukommen.

„2. Giltay a observé sur des fleurs normales vingt-quatre abeilles et huit bourdons, soit trente-deux insectes, et sur les décorollées, six abeilles, quatre bourdons et un papillon, soit onze insectes seulement, d'où, pour le lecteur, ces deux conclusions erronées: que les visites d'insectes sont d'une façon générale peu abondantes, et que les visites aux fleurs décorollées sont notablement moins nombreuses qu'aux fleurs intactes.

Ces observations de l'auteur, quant aux insectes, sont évidemment insuffisantes, car, en premier lieu, le *Papaver Rhoeas* est visité par de multiples espèces de Diptères et d'Hyménoptères, ainsi qu'il résulte de la longue liste compilée par P. Knuth, et, en second lieu, comme on le verra par la suite de ce travail, les pavots décorollées sont aussi visité, je dirai même plus visitées que les pavots normaux.“

Verf. stützt sich zunächst auf die Autorität Knuths, um zu zeigen, daß meine Insektenbeobachtungen gewiß ungenügend gewesen seien, Ich muß dieselben jedoch, und zwar in vollstem Umfange, aufrecht halten. Ich weiß sehr wohl, daß die Klatschrose auch von anderen Insekten besucht wird, als von den in meiner ersten Publikation speziell erwähnten Bienen und Hummeln. Man muß jedoch vielleicht so oft, wie zB. ich selbst, die Klatschrose beobachtet haben, um richtig urteilen zu können. Der Besuch ist nämlich äußerst verschieden. Zuweilen kommt kaum ein einziges Insekt herbei, obgleich man die Umstände für sehr günstig halten würde (auf p. 490 lernten wir schon einige Beispiele kennen), zuweilen sind die Insekten ziemlich verschieden, aber oft sind es auch fast ausschließlich oder wirklich ausschließlich Bienen oder Hummeln (vgl. p. 397); die Liste von Knuth, worin wahrscheinlich die gesamten Wahrnehmungen während einer längeren Zeit zusammengestellt sind, wird nichts daran ändern können.

Daß die totale Zahl der wahrgenommenen Insekten nicht groß ist, ist richtig. Ich hatte mich damals noch nicht viel mit direkten Wahrnehmungen beschäftigt. Die Veröffentlichung hatte auch nur zur Illustration der in die Ausstellung gesandten Tuben mit Samen

stattgefunden. Ich hoffe, daß Herr Plateau diesmal mit der Zahl meiner Wahrnehmungen besser zufrieden sein wird.

„3. Enfin, Giltay ne parait s'être occupé en aucune manière de la façon dont les insectes se comportent sur les fleurs décollées et dans les fleurs intactes.

Ces allures tres différentes pour les fleurs des deux catégories donnent cependant, ainsi que je le montrerai plus bas, l'explication probable des résultats.

Etwas weiter beschreibt Plateau dann die Art des Betragens der Insekten auf beiden Sorten Blüten. Diese bestehen in der Hauptsache darin, daß das Insekt in einer intakten Blüte sich wenigstens zuweilen auf die Narbe setzt, in einer entkronten jedoch niemals:

„L'Hyménoptère qui se rend à une fleur décorollée ne se pose pas sur les stigmates. N'ayant plus à sa disposition le support constitué par les pétales, il vole directement aux organes mâles et se suspend immédiatement à une des étamines qui, alors, entraînée par le poids de l'Insecte prend une position verticalement descendante, l'anthère pendant plus bas que l'ovaire.

L'abeille domestique (*Apis mellifica*) se suspend à une des étamines au moyen de ses mandibules et de ses pattes de la première paire. Elle brosse activement le pollen à l'aide des pattes de deuxième et troisième paire, de façon à charger les corbeilles de ses membres postérieurs (Fig. 3).

Le pollen de cette étamine étant recueilli, l'abeille lâche l'organe qui reprend assez doucement sa place normale, puis l'insecte décrivant une petite courbe au vol, va se suspendre à une étamine voisine“¹⁾.

Es war mir nun sehr wohl bekannt, daß die Insekten sich zuweilen seitlich auf die Blüten setzen, aber auch, daß dies durchaus keine Regel ist. Dieselbe Unregelmäßigkeit, die sich in bezug auf den Besuch wahrnehmen läßt, kann man auch in dieser Hinsicht beobachten, wenigstens hier in Wageningen (am Ende nicht in Gent?). Zuweilen setzen sich die Bienen oft seitlich auf die Blüten, in anderen Fällen aber findet man sie wieder ganz deutlich oben auf der Narbe. Zum Beleg hierfür habe ich dieses Jahr mehrere Bienen in der letzteren Lage photographiert, und eines dieser Photos reproduziere ich in Fig. 2. Es ist nicht so besonders

1) l. c., p. 672.

leicht, die Bienen in dieser Haltung zu treffen; auf verschiedenem Wege ist es mir jedoch am Ende leidlich gut gelungen. Erstens so, daß ich den photographischen Apparat seitlich in der Fläche der optischen Achse mit Stangen versah, die am freien Ende zueinander gebogen waren, und zwar in solcher Entfernung von der Kamera, daß sich das Insekt gerade zwischen diesen beiden Enden befinden mußte, um ein scharfes Bild auf der Platte zu erhalten. Es wurden nun auf dem Felde mehrere Blüten entkront, und zuweilen gelingt es dann, rasch genug an Ort und Stelle zu sein, wenn sich gerade ein Insekt oben auf der Narbe befindet, um dasselbe aufnehmen zu können. Bessere Resultate habe ich allerdings dadurch erhalten, daß ich zuerst zahlreiche Blüten abpflückte und entkronte, und diese dann nebeneinander in mit nassem Sande gefüllte Glasdosen steckte. Im Feldchen selbst wurden weiterhin alle anderen Blüten (oder fast alle) weggenommen und dieselben auf denselben Tisch gelegt, wo sich auch die Glasdosen befanden, und derselbe in unmittelbare Nähe des Feldchens gesetzt. Der photographische Apparat wurde nun in solcher Höhe vor den Tisch gestellt, daß die Glasdosen mit den Blüten sofort zwischen die umgebogenen Stangen zu bringen waren. Die Bienen kommen wie gewöhnlich zum Feldchen; weil sie jedoch dort die Blüten nicht mehr finden, begeben viele sich nach dem Tisch und besuchen zunächst meistens die darauf liegenden, abgepflückten Blüten. Zuweilen gehen sie dann von selbst auch auf entkronte Blüten über. Wenn dies aber nicht geschieht, kann man ihnen den Weg zeigen, indem man eine Blüte mit der Biene aufnimmt und dieselbe dann in die unmittelbare Nähe einer reichlich mit Pollen versehenen, entkronten bringt. Sie geht dann meistens, wenigstens schließlich, auf die entkronte Blüte über, man stellt dann die betreffende Glasdose an die geeignete Stelle, und zuweilen gelingt es, eine gute Aufnahme zu machen.



Fig. 2.

Ich muß hier noch eine andere Art des Insektenbesuches erwähnen, die Plateau, soviel ich weiß, nicht wahrgenommen hat. Ob dieselbe in seiner Gegend nicht vorkommt, weiß ich natürlich wieder nicht. Sie besteht darin, daß die Besucher sich garnicht an die

Blüte fixieren. Den Kopf nach der Blüte gekehrt, umfliegen sie dieselbe im Niveau der Staubblätter, und nehmen so den Pollen auf. Auf diese Art kommt natürlich ebenso wenig eine Bestäubung zustande, als wenn sie sich an ein Staubblatt hängen. Alle drei Arten des Besuches kommen jedoch gemischt vor, und dadurch ist auch bei Entkronung, falls nur genügend Besuche stattfinden, Bestäubung gesichert. Diese letzte Stellung gut photographisch zu fixieren, ist mir nicht gelungen, doch mag Fig. 3 eine nähere Vorstellung davon geben.



Fig. 3.

Es wäre mir leicht, über das Betragen der Insekten nähere Daten mitzuteilen. Weil es jedoch gar zu langweilig wäre, dieselben alle zu lesen, mag es genügen, wenn ich erwähne, daß sich zB. am 12. und 13. Juni die Besucher fast ausschließlich auf die Narben setzten, während sie an einem der vorigen Tage die Narbe garnicht berührten! Eine Erklärung dieser eigentümlichen Ver-

schiedenheit vermag ich vorläufig nicht sicher zu geben. Ich werde jedoch in meinem zweiten Aufsatz darauf zurückkommen.

Ich gehe jetzt zu einer mehr speziellen Behandlung der Versuche dieses Jahres über.

Versuchsanordnung 6.

Zuerst bestand dieselbe darin, daß zwischen den normalen Blüten eines Feldchens mit Klatschrosen ein Topf oder mehrere Töpfe gestellt wurden, an denen die Blüten entkront waren. Ich wollte sehen, inwieweit inmitten der gewöhnlichen Blüten Insektenbesuch bei den entkronten stattfinden würde.

In der ersten Zeit wenigstens schenkten die Besucher fast nur den intakten Blüten Aufmerksamkeit, zuweilen sogar in dem Grade, daß sie beim Fliegen fast mit einer entkronten Blüte in Berührung kamen, ohne jedoch davon irgend welche Notiz zu nehmen.

Daß dies jedoch wohl nur eine Folge davon ist, daß sie an die entkronten Blüten noch nicht gewöhnt sind, dieselben noch nicht gefunden haben, werden wir bald erfahren.

Bei diesen ersten Besuchen bildeten die intakten Blüten die große Mehrzahl.

Den 18. Juni jedoch wurden alle intakten Blüten bis auf zwei weggenommen; weil auch zwei entkronte vorhanden waren, waren also nunmehr beiderlei Blütensorten in gleicher Zahl vorhanden. Von 11,17 bis 11,50 wurden dann die Besuche notiert. Es kamen auf die intakten Blüten 15 Besucher, auf die entkronten nur einer.

Den 19. Juni wurde zuerst ein Besucher (*Apis mellifica* L.) gefunden, welcher die entkronten Blüten ungefähr ebenso häufig besuchte als die intakten.

Doch ist dies nicht die Folge davon, daß jetzt die Besucher im allgemeinen die entkronten Blüten kennen gelernt haben. Es ist dies erst eine individuelle Eigentümlichkeit. Den 21. Juni nämlich war es wieder umgekehrt, und es wurden nur intakte besucht.

Dieser Tag war auch in anderen Hinsichten beachtungswert. Zuerst war es einer der Tage, an dem ich speziell die Art der Besucher beachtete. Zwischen 10,15 und 11,25 sah ich nämlich, vielleicht mit einer einzigen Ausnahme, nur Bienen. Um 11,25 wurden die erste sichere Ausnahme beobachtet und das Insekt gefangen (*Halictus spec.*).

Den 22. nahm ich die Häufigkeit des Besuches noch speziell auf. Entkronte und intakte Blüten waren beide in gleicher Zahl vorhanden. Während einer Viertelstunde gab ich besonders auf vier entkronte und vier intakte Blüten acht. Auf den entkronten sah ich in dieser Zeit 5, 5, 2 und 0 Besucher, auf den entkronten 0 bei allen vier. Von diesen entkronten waren jedenfalls zwei sehr reichlich mit Pollen versehen.

Es gibt aber gewiß auch entkronte Blüten, die gut besucht werden. So sah ich bei einer intakten und bei einer entkronten Blüte auf derselben Pflanze, auch während einer Viertelstunde, auf der ersten 8 Besucher, auf der zweiten jedoch nur 4. Es gab aber schon Bienen, die intakte und entkronte Blüten in nicht sehr verschiedenem Maße besuchten. So sah ich eine Biene, die ich mit zwei roten Marken versehen hatte (eine auf dem Abdomen und eine auf dem Thorax), in derselben Zeit besuchen: 18 intakte und 13 entkronte Blüten.

Dadurch, daß ich anfang, viele Besucher mit Marken zu versehen¹⁾, habe ich feststellen können, in wie hohem Grade sie

1) Ich habe verschiedene Manieren, Marken anzubringen, versucht. Es gelingt schon, wenn die Insekten frei in der Blüte sitzen. Am Ende schien es mir vorläufig am besten, sie in einer sogenannten Scheere zu fangen, die Netzflächen derselben beider-

dasselbe Feldchen konstant besuchen. Früher dachte ich mir, daß die Insekten sozusagen ohne Plan flögen, und daß sie diejenigen Blüten besuchten, denen sie zufällig begegneten. Für Bienen wenigstens habe ich dieses Jahr gesehen, wie ganz anders ihr tatsächliches Betragen ist. Ich sah auf meinem Versuchsfeldchen immer in erster Linie dieselben Bienen, und dann erst in zweiter Linie, besonders an Tagen mit starkem Besuch, einige neue, indem natürlich zuweilen auch wieder eine oder einige fehlten. Die soeben erwähnte, doppelt rot markierte Biene habe ich längere Zeit beobachten können. Sie war außerordentlich fleißig. An Tagen, wo es wegen Kälte oder Nässe nur geringen Besuch gab, gehörte sie immer zu den wenigen, die anwesend waren, sowie sie auch immer zu den ersten gehörte, die auf dem Feldchen anzutreffen waren.

Versuchsanordnung 7.

Bei den vorigen Experimenten befanden sie die Versuchsblüten immer auf einem der beiden Versuchsfeldchen. Ich habe es aber auch so gemacht, daß ich auf diesem Feldchen zunächst alle Blüten wegnahm, dann aber auf dem angrenzenden Grasfeldchen in 1—4 m Entfernung ein paar Töpfe aufstellte, die zur einen Hälfte entkronte Blüten, zur anderen Hälfte intakt gelassene hatten. Als dann wurde beobachtet, inwieweit auf beiden Blüten Besucher angetroffen wurden. Auf diese Weise wurde erreicht: 1. daß die Bienen an der alten Stelle keine Blüten mehr fanden; 2. daß an einem neuen Ort Blüten vorhanden waren, sodaß Ortserinnerung

seits so weit zusammen zu klemmen, daß das Insekt sich nur noch sehr wenig rühren kann, und dann mit einem feinen Pinsel die Marken anzubringen. Auf diese Weise ist es mir schon gelungen, sogar zweistellige Zahlen auf den Thorax zu schreiben, und ich glaube, daß mir dies im folgenden Jahr, wenn meine Werkzeuge noch ein bisschen vervollkommen sind, vollständig gelingen wird. Bis dahin waren die Maschen des Tülls des Netzes zu eng, sodaß ich öfters nicht genügend Raum hatte, zu schreiben was ich wollte. Es ist besser auf den Thorax zu schreiben als auf das Abdomen, erstens weil man es auf dem Thorax besser sehen kann, sodann aber auch, weil man beim Beschreiben des Abdomens zu leicht Tusche auf die Flügel bringt. Ich denke aber im folgenden Jahre die Fangeinrichtung auch in anderer Hinsicht zu verbessern. — Ich habe mehrere Sorten Tusche versucht. Öltusche, die ich mir in verschiedener Farbe jedesmal selbst mische, hat mir am besten gefallen. Gewöhnlich verweide ich verschiedene Farben, um verschiedene Exemplare wieder zu erkennen; man ist dann jedoch gewöhnlich bald am Ende seines Farbenvorrates angelangt. Am besten wird es sein, den Insekten auch größere Zahlen auf den Thorax zu schreiben, denn dann kann man immer weiße Tusche gebrauchen, welche natürlich den großen Vorteil hat, am besten sichtbar zu sein.

bei einem eventuellem Besuch keine Rolle spielen konnte; 3. daß diese neuen Blüten in der Nähe der gewohnten Stelle sich befanden, sodaß sie wahrscheinlich bemerkt werden mußten; 4. daß man Gelegenheit hatte, zu beobachten, ob intakte oder entkronte Blüten mehr Insekten lockte, weil nun an diesem neuen Orte die beiden Blütensorten vorhanden waren. Wir werden erfahren, daß die Antwort nicht zweifelhaft ausfiel.

So wie ich es erwartete, kommen die Habitués zu dem Feldchen, wovon die Blüten fortgenommen worden waren, wieder zurück, sofern sie nicht dort blieben, und suchen einige Zeit überall herum, ohne natürlich zu finden, was sie suchen. Als bald werden dann auch Besuche bei den in 1 m Entfernung aufgestellten Töpfen gemacht und zwar:

Datum	Zahl der intakten Blüten	Besucher auf ihnen	Zahl der entkronten Blüten	Besucher auf ihnen
30. VI.	3	verschiedene	3	0
31. VI.	1	4	5	0

Versuchsanordnung 8.

Bald habe ich es vorgezogen, die Lockblüten abzupflücken und dieselben in Wasser oder in nassem Sand in der Nähe des Klatschrosenfeldchens aufzustellen; so in den folgenden Versuchen:

Datum	Zahl der intakt. Blüten	Besucher auf intakt. Blüten	Zahl der entkront. Blüten	Besucher auf entkront. Blüten	Bemerkungen
2. VII.	1	6	8	1	
3. "	1	12	5	5	Dreimal erst auf der intakten und dann erst auf den entkronten Blüten.
4. "	1	wiederholte	2 Grupp. v. je 15	wiederholte	Mit einer Ausnahme immer erst auf der intakten Blüte.
9. "	3	15	3 Grupp. v. je 12	2	Auf 3 Seiten des Klatschrosenfeldchens je eine Gruppe von 12 entkronten und 1 intakten in $\frac{1}{2}$ m Entfernung.

Beim letzten Versuch sah ich, wie die zahlreichen zu einem Strauß vereinigten Blüten, auch wenn sie von einem Topf bedeckt sind, zuweilen Insekten locken. Wiederholt bemerkte ich, wie eine Biene sich auf den Topf setzte und den Kopf in die Bodenöffnung

steckte. Gewöhnlich gingen sie nicht weiter; einmal jedoch sah ich auch eine Biene hineinkriechen. Hier mag also der Geruch der sehr angehäuftten Blüten die Insekten gelockt haben. Wenn der Topf nicht genau an den Boden anschließt (um eben dies zu erreichen, stellte ich ihn öfters vorsätzlich auf drei Steine), sah ich sie unten wiederholt hineinkriechen.

Nach dem Wegnehmen der Blüten werden die auf dem Feldchen befindlichen Insekten öfters stark durch Kronen-Fragmente angelockt, die irgendwo liegen geblieben sind, und auch durch Knospen, die im Begriff sind, sich zu öffnen, sodaß die Krone schon irgendwo hindurchguckt.

In ähnlicher Weise wurde noch lange fortgefahren zu beobachten. Alsbald zeigte sich ein etwas erhöhter Besuch der entkronten Blüten. Mich wunderte dies nicht. Es ist wohl einfach die Folge davon, daß am Ende mehrere Bienen gelernt haben, auch die entkronten Blüten aufzufinden. Ich werde hierfür auf der nächsten Seite noch schlagende Beweise vorzubringen haben. Einstweilen möge es genügen, wenn ich erwähne, daß ich dies Erlernen der Insekten wenigstens so lang als möglich dadurch unwirksam gemacht habe, daß ich das Brett, worauf die beiden Glasdosen mit den Blüten standen, fortwährend an andere Stellen brachte. Ich werde jedoch, um nicht zu langweilig zu werden, nicht von allen Versuchen die Details geben.

Versuchsanordnung 9.

Bis dahin standen die Glasdosen mit beiden Blütensorten unmittelbar nebeneinander.

Als nun die Besuche auf den entkronten Blüten allmählich zunahmen, wurden beide in größere Entfernung voneinander gebracht, und zwar in die von $1\frac{1}{2}$ —2 m. Auch jetzt wurden beide nach jedem Besuch an einen anderen Ort gestellt.

Wir erhielten nun:

Datum	Anzahl Besucher auf der intakten Blüte		Anzahl Besucher auf den entkronten Blüten	
	Bienen	Hummeln	Bienen	Hummeln
14. Juli	9	7	3	2
15. "	6	4	1	0
16. "	5	1	5	7
17. "	4	11	6	1
Summa . .	24	23	15	10

Ein Übergehen der Insekten von der einen Blütensorte auf die andere kommt bei dieser Versuchsanordnung nicht vor, weil sofort, nachdem eine Blüte besucht wurde, beide Glasdosen wieder bedeckt wurden, sodaß die Gelegenheit, die andere Blütensorte aufzusuchen, fehlte.

Bei diesen Versuchen wurden also die Stellen der beiden Glasdosen möglichst viel gewechselt. Der Unterschied in beiden Spalten ist deutlich, doch hätte ich ihn gewiß viel größer gefunden, wenn ich nicht schon so lange dergleichen Versuche ausgeführt gehabt hätte, sodaß die Insekten, worunter sich viele Habitues befanden, gewiß darauf eingeübt waren, die entkronten Exemplare aufzufinden. Als nun die beiden Glasdosen wieder nebeneinander gestellt wurden und kein Standortwechsel mehr stattfand, war das Verhältnis der Besuche ein ganz anderes, wie aus folgendem erhellt:

Datum	Anzahl Besucher nur auf intakter Blüte	Anzahl Besucher nur auf entkronten Blüten	Zuerst auf der intakten Blüte	Zuerst auf entkronten Blüten
14. Juli	7 Hummeln	6 Bienen	9 Bienen	2 Hummeln
15. „	2 Hummeln 1 Biene	10 Bienen	1 Hummel 2 Bienen	
Summa . .	9 Hummeln 1 Biene	16 Bienen	11 Bienen 1 Hummel	2 Hummeln

Die entkronten Blüten werden also jetzt besonders von Bienen viel stärker besucht. Um noch näher darzutun, wie sehr sich die Insekten an einen bestimmten Ort gewöhnen, wurde beim Versuch am 15. Juli, nachdem die oben erwähnten Besuche stattgefunden hatten, die Dose mit den 12 entkronten Blüten in einer Entfernung von 2 m aufgestellt, und an ihre Stelle eine neue Glasdose mit 5 neuen entkronten Blüten gesetzt, die nicht einmal sehr pollenreich waren. Das Resultat war, daß alsbald an der alten Stelle 8 neue Besuche stattfanden, während an der neuen nur einmal eine Biene wahrgenommen wurden.

Am Ende dieser Serie, nachdem also die Bienen reichlich Gelegenheit gehabt hatten, auch entkronte Blüten kennen zu lernen, wurden noch einige Experimente mit nur zwei Blüten gemacht, einer intakten und einer entkronten, die in kleinen, mit Wasser gefüllten Röhren standen, welche oben an je einem Holzstab befestigt waren. Letztere wurden dann an verschiedenen Orten zwischen den Klatschrosen in die Erde gesteckt, nachdem zuvor alle anderen Blüten des Feldchens abgepflückt worden waren.

Zuerst wurden die Stellen der beiderlei Blüten jedesmal gewechselt. Das Resultat war:

Anzahl der Besucher auf der		Zuerst auf der entkronten Blüte
intakten Blüte	entkronten Blüte	
3 Hummeln	3 Bienen	1 Biene
11 Bienen		
Summa: 14	3	1

Sodann wurde nur die Stelle der intakten Blüte gewechselt. Nur eine Biene ist im Feldchen tätig. Als dieselbe nun 9 Besuche an der intakten Blüte gemacht hatte, ohne daß die entkronte auch nur einmal in dieser Zeit besucht worden wäre, wurden die beiden Blüten unmittelbar nebeneinander gestellt. Jetzt besuchte dieselbe Biene die intakte Blüte zum 10. mal und ging dann unmittelbar darauf zu der entkronten über.

Nummehr wurde die intakte Blüte weggenommen; dieselbe Biene besuchte die entkronte Blüte wieder; sie hatte ihre Stelle also jetzt kennen gelernt.

Ich will nicht unterlassen noch mitzuteilen, daß am folgenden Tage dieselbe Biene von gestern wieder sofort die entkronte Blüte besuchte, als diese wieder an den gestrigen Ort hingestellt wurde, daß sie aber nachher, als sie sich an anderen Stellen befand, nicht mehr aufgefunden wurde.

Weil der erwähnte erste Besuch jedoch auch die Folge eines Zufalles sein konnte, denke ich später auf derartige Versuche noch zurückzukommen.

Wageningen, März 1904.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Giltay E.

Artikel/Article: [Über die Bedeutung der Krone bei den Blüten und über das Farbenunterscheidungsvermögen der Insekten. I. 368-402](#)