

#### (4.) Fr. Knoll: Der Tierversuch im Dienste der Blütenökologie.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Nach dem in der Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 26. September 1922 in Wien gehaltenen Vortrage.)

Bei der Betrachtung der Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den sie besuchenden Insekten hat man diesen allzuoft Absichten und Bedürfnisse zugesprochen, die den menschlichen gleichartig sind. Man fühlte sich der Berechtigung dieser Annahme so sicher, daß man nicht daran dachte, sich mit ihr kritisch zu befassen, bevor man sie als Grundlage weiterer Gedankengänge verwendete. Dementsprechend hat man die Blumen — trotz den überaus zahlreichen Beobachtungen an blütenbesuchenden Insekten — allzusehr danach beurteilt, wie sie auf die menschlichen Sinne einwirken, und dabei angenommen, daß die Blumen in gleicher Weise auch auf die betreffenden Tiere wirken. Dies war der Grund für den Stillstand in dem früher so geschätzten Arbeitsgebiet, der in den letzten zwei Jahrzehnten jedem kritischen Forscher auffallen mußte. Einen erneuten Aufschwung können wir deshalb hier erst dann erwarten, wenn wir die entomogamen Blumen mehr als bisher sozusagen mit den Sinnesorganen der sie besuchenden Tiere betrachten und danach ökologisch beurteilen. Um diesen Weg mit Erfolg einzuschlagen, benötigen wir neue, mit verschärfter Kritik ausgeführte Beobachtungen der meisten als „bekannt“ geltenden Vorgänge an Blumen. Vor allem aber müssen wir uns des Experiments bedienen, dessen Bedeutung für andere Arbeitsgebiete der Biologie längst erkannt worden ist<sup>1)</sup>.

Um den Tierversuch in den Dienst der Blütenökologie stellen zu können, muß sich der Experimentator zuerst gründliche

1) Vgl. darüber KNOLL, FR., Zeitgemäße Ziele und Methoden für das Studium der ökologischen Wechselbeziehungen (in: KNOLL, Insekten und Blumen. Experimentelle Arbeiten zur Vertiefung unserer Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren [Abhandl. d. Zool.-bot. Gesellsch. in Wien, Bd. XII, 1921], Heft 1). Siehe ferner. PORSCH, O., Methodik der Blütenbiologie (in: ABDERHALDEN, Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden, Abt. XI. Teil 1, Heft 4 [Berlin u. Wien 1922]).

Kenntnisse über die allgemeinen Lebensgewohnheiten der zu prüfenden Tiere aneignen. Dies kann nur durch langandauernde, scharfe Beobachtung in der natürlichen Umwelt der Blüten und der dazugehörigen Tiere erzielt werden. Erst nach einer solchen Schulung soll man an die Ausführung von Versuchen schreiten. Zunächst wird man gut tun, die geplanten Versuche so weit wie möglich am natürlichen Standorte der studierten Blumen und der dazugehörigen Insekten anzustellen. Bestimmte Versuche, zu denen sich die ursprüngliche Umwelt nicht eignet, wird man an anderen, der Absicht besser entsprechenden Plätzen im Freien durchführen. Schließlich wird man für solche Versuche, die unter ganz besonders eingeeengten Bedingungen gemacht werden sollen, das Laboratorium und seine Behelfe heranziehen. Sinngemäße und mit aller notwendigen Kritik angestellte Laboratoriumversuche gestatten uns oft noch die letzten Feinheiten einer Erscheinung zu ermitteln, die in der allzu reich gegliederten natürlichen Umwelt sich der klaren Erfassung entzogen haben.

Was kann nun der Tierversuch für die Blütenökologie leisten? Man hat sich in unserem Arbeitsgebiet nur zu häufig damit begnügt, festzustellen, was ein die Blüte besuchendes Insekt infolge seines Körperbaues in einer bestimmt gebauten Blüte tun könnte. Gewöhnlich hat man dann angenommen, daß sich das Tier demgemäß nicht anders benehmen kann, und daß es sich somit nur so benimmt, wie es z. B. den als erkannt betrachteten Raumverhältnissen der Blüte entspricht. Unser Bemühen soll nun zunächst dahin gerichtet sein, festzustellen, ob das die Blüte besuchende Tier wirklich bei der Annäherung an diese und beim Aufenthalt in ihr all das tut, was man ihm bisher zugemutet hat. Zu solchen Feststellungen kann uns die verschärfte Beobachtung führen. Am ehesten und am sichersten wird uns aber auch hier der Versuch zu dieser Einsicht in den wirklichen Sachverhalt gelangen lassen. Als gutes Beispiel für die Leistungsfähigkeit des Tierversuches will ich folgenden Fall anführen. Man hatte zunächst mit Hilfe eines kühnen Analogieschlusses vom Menschen auf das Tier lange Zeit hindurch angenommen, daß die blütenbesuchenden Insekten gerade so wie wir Menschen die Blumen nach den Farben unterscheiden, und daß sie sich nach diesen Farben beim Blumenbesuch richten. Später wurden aber doch durch kritische Forscher in diese bisher unangefochtene Auffassung Zweifel hineingetragen. Ja, man erklärte schließlich die Insekten insgesamt als gänzlich farbenblind und damit den Selektionswert der Farben bei der natürlichen Ent-

stehung (Züchtung) der Blumen mit Hilfe der Insekten als bloße Einbildung phantasiereicher Naturbetrachter. Erst K. v. FRISCH hat, nachdem eine Anzahl von Forschern bereits einige Vorarbeit geleistet hatte, durch seine umfassenden experimentellen Arbeiten über die Honigbiene nachgewiesen, daß diese einen (wenn auch von dem des Menschen verschiedenen) Farbensinn besitzt und sich beim Blütenbesuch nach den Farben der Blume richtet<sup>1</sup>). Meine eigenen Untersuchungen haben dann für bestimmte Blumenfliegen (*Bombylius*, Wollschweber<sup>2</sup>) und für einen Tagschwärmer (*Macroglossum*, Taubenschwanz<sup>3</sup>) den Nachweis des Farbensehens erbracht. Bei diesen Tieren konnte ich feststellen, daß sie sich hinsichtlich ihres Farbensinns ebenso verhalten wie die Honigbiene, und daß sie wie diese die Blumen nach der Farbe aus der Umwelt herauszufinden vermögen. Einen bedeutenden Fortschritt für die ökologische Beurteilung der Blüten ergaben ferner die Untersuchungen von FRISCH über den Geruchssinn der Honigbiene<sup>4</sup>). Es wurde durch den Tierversuch festgestellt, daß die Blumendüfte einen wesentlichen Anteil am Zustandekommen des Besuches der Blüten durch die Honigbienen haben.

Wenn uns somit der Tierversuch über die optische und chemische Gesamtwirkung der Blumen auf die Tiere Aufschluß geben kann, dann dürfen wir von ihm auch erwarten, daß er uns darüber Klarheit zu bringen vermag, wie einzelne Teile einer Blume auf die blütenbesuchenden Insekten wirken. Als Beispiel für eine solche Leistung des Tierversuches will ich hier die optische Wirkung des Perigons von *Muscari racemosum* besprechen<sup>5</sup>). Wenn sich dieses gerade geöffnet hat, zeigt es auf dem eiförmig geschlossenen, sattvioletten Körper ein nach unten gekehrtes, die Blütenöffnung umgrenzendes weißes Krönchen, das von den kurzen, freigebliebenen Enden der Perigonblätter gebildet wird. Honigbienen und Wollschweber, welche schon längere Zeit

1) FRISCH, K. v., Der Farbensinn und Formensinn der Biene (Sonderabdruck aus den Zool. Jahrbüchern, Bd. 35), G. FISCHER, Jena 1914.

2) KNOLL, FR., *Bombylius fuliginosus* und die Farbe der Blumen (in: Insekten und Blumen, Heft 1, S. 17 bis 119).

3) KNOLL, FR., Lichtsinn und Blumenbesuch des Falters von *Macroglossum stellatarum* (in: Insekten und Blumen, Heft 2, S. 121 bis 380).

4) FRISCH, K. v., Über den Geruchssinn der Biene und seine blütenbiologische Bedeutung (Sonderabdruck a. d. Zool. Jahrbüchern, Bd. 37), G. FISCHER, Jena 1919.

5) Eine ausführliche Beschreibung der Blütenstände und Blüten dieser Art findet man in der oben erwähnten Arbeit über *Bombylius* (S. 25 ff.). Der Darstellung sind auch Abbildungen beigegeben.

solche Blütenstände besuchen, finden an jeder Blüte sogleich (ohne erst zu „probieren“) und ohne jede Schwierigkeit den sehr kleinen Blüteneingang. Auch der Taubenschwanz, der gewöhnlich nicht an solchen Blütenständen zu saugen pflegt, kann bei Versuchen im Zimmer leicht dazu gebracht werden, sich sein Futter aus diesen Blumen zu holen. Sobald er sich an die zum Saugen aus den hängenden Blüten nötige Körperhaltung gewöhnt hat, findet er auch bei ihnen ebensogut den Blüteneingang wie die vorhin erwähnten anderen Insekten. Wir stellen nun die Frage: Ist das Bild der weißen Einsäumung des Blüteneinganges innerhalb der sattvioletten Umgebung das optische Mittel zur Nahorientierung der Tiere oder nicht? Die Beantwortung dieser Frage habe ich schon seinerzeit bei *Bombylius* versucht. Ich habe es damals auf Grund von Versuchen als sehr wahrscheinlich hingestellt, daß diese Blumenfliege optisch zu den weißen Blüteneingängen geführt wird. Mit Sicherheit gelang mir jedoch der Nachweis der optischen Wirkung eines solchen Blüteneinganges erst bei den Futterflügen von *Macroglossum*. Die tierpsychologische Grundlage dieser Versuche, sowie die verschiedener anderer, bildet die Fähigkeit des Taubenschwanzes, zu „lernen“. (Davon habe ich in meiner bereits erwähnten Arbeit über *Macroglossum* ausführlich gesprochen.) Dieses Tier sammelt beim Nahrungserwerb, ebenso wie z. B. die Honigbiene, optische und mechanische „Erfahrungen“, die sich dann bei den darauf folgenden Futterflügen in der Auswahl der befliegenen Objekte und in Einzelheiten des Benehmens an der Blume bemerkbar machen. Da die Versuche an den natürlichen Blumen mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden sind, die bei entsprechenden künstlichen Objekten fehlen, ließ ich das Versuchstier die zur Lösung unseres Problems nötige Erfahrung an künstlichen Objekten gewinnen. Meine Absicht bestand darin, daß der Falter seine Nahrung (Zuckerwasser) eine Zeit lang nur aus solchen Futtergefäßen entnehmen sollte, die hinsichtlich der in Betracht kommenden optischen Eigenschaften den Blütenständen von *Muscari racemosum* gleichwertig sind. Diesen Anforderungen entsprechen die in Abb. 1a (Flächenansicht) und 1b (Längsschnitt) in natürlicher Größe wiedergegebenen Futtergefäße (Futterblumen). Sie bestehen aus einer sattvioletten Scheibe S, die einem zylindrischen Holzkörper H aufsitzt. Dieser befindet sich am Kopfe einer Nadel N, die mit ihrer Spitze in einer entsprechend weichen vertikalen Unterlage St (Stecktafel aus Torf, mit grauem Papierüberzug) befestigt wird. Der Holzkörper ist von einem rechtwinklig geknickten Kanal K durchzogen, der



bei E, etwas seitlich vom Mittelpunkt der Scheibe, mit einem Loch von 2 mm Durchmesser mündet. Dieses Loch führt von vorne zum Zuckerwasser, das vor dem Versuch in den Kanal eingespritzt wird. Um die Eingangspforte E ist der sattvioletten Scheibe ein rein weißer Ring (Außendurchmesser 5 mm, Innendurchmesser 2 mm) aufgesetzt. Die Scheibe und auch der Holzkörper sind vollständig mit gebleichtem, reinen Bienenwachs durchtränkt<sup>1)</sup>. Zur Herstellung der Scheibe verwandte ich weißes Schreibpapier, das ich mit Methylviolett kräftig gefärbt hatte. Die Fütterung des Tieres habe ich im Innern eines Flugkastens<sup>2)</sup> vorgenommen. Hierzu wurden vier solcher Futtergefäße in einer horizontalen Reihe auf der grauen Stecktafel befestigt und mit Zuckerwasser versehen. Der Falter fand im Fluge bald den Eingang zum Zuckerwasser, der absichtlich etwas seitlich von der Scheibenmitte angebracht war, um schon bei den Fütterungen sehen zu können, ob die Stöße mit dem Rüssel wohlgezielt gegen den weißen „Saftmal“-Ring ausgeführt werden oder nicht<sup>3)</sup>. Anfangs suchte das Tier im Fluge die violette Scheibe an verschiedenen Stellen mit dem Rüssel ab; nachdem es aber das Zuckerwasser innerhalb des weißen Ringes entdeckt hatte, entstand im Verein mit den Mißerfolgen an den rein violetten Teilen der Scheibe im Falter ein „Engramm“-Komplex auf optischer Grundlage: Dieser verband die „Erinnerung“ an Futter mit der gleichzeitigen „Erinnerung“ an das dabei befindliche Weiß innerhalb von Violett. Bei den folgenden Anflügen auf die Futtergefäße war bereits die Nachwirkung der eben gemachten „Erfahrung“ zu bemerken. Der Falter bevorzugte bei der Annäherung des Rüssels bereits das „Saftmal“, und bei weiteren Besuchen erfolgten bald die ersten Berührungen der Scheibe mit der Rüsselspitze nur mehr an der Stelle mit dem Ring. So gelangte der Falter immer rascher und sicherer zu dem Zuckerwasser, je öfter er es schon aus dem weißen Ring hervorgeholt hatte. Es war also eine Bindung an das Saftmal eingetreten.

Das eben mitgeteilte Versuchsergebnis spricht zwar schon dafür, daß für den Taubenschwanz ein weißer Ring auf violetterm Grunde eine lenkende Wirkung beim Blütenbesuch ausüben kann.

1) Über Zweck der Durchtränkung mit Wachs und deren Ausführung bei der Herstellung farbiger Futtergefäße vgl. meine *Macroglossum*-Arbeit (a. a. O. S. 237 ff.).

2) Der Flugkasten und andere Behelfe, sowie deren Anwendung sind ebenda (S. 241 ff.) beschrieben.

3) Bei kleineren einfarbigen Flächen erfolgt die Berührung mit dem Falterrüssel meist in deren Mitte (vgl. *Macroglossum* S. 331 ff.).

Doch wissen wir noch nicht, wieweit in dem geschilderten Versuche neben optischen Wirkungen auch chemische (Duft-) Wirkungen des Ringes den Falter beeinflussten. Die Bedeckung

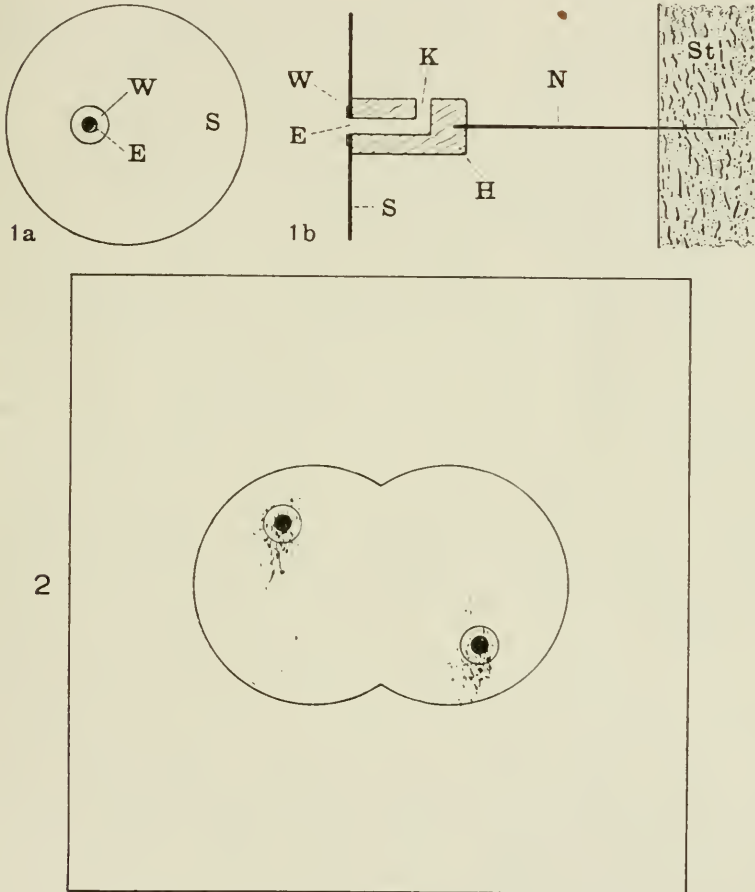


Abb. 1a = Flächenansicht. Abb. 1b = Längsschnitt durch ein Futtergefäß (Futterblume) in nat. Größe. (S = sattviolette Scheibe, W = weißer Ring um den Eingang E zum „Nektarraum“, H = Körper aus Holz, K = Kanal für den Zuckerwassertropfen. N = Nadel, St = Stecktafel aus Torf).

Abb. 2. Ein als „Diapositiv“ verwendbares durchsichtiges Versuchsobjekt (Projektionspräparat). Weiße Ringe mit schwarzem Mittelscheibchen als „Saftmale“ auf sattvioletterm Grunde (entsprechend Abb. 1a), über ihnen die Rüsselspuren nach den Besuchen des Falter. Nat. Größe.

des Objektes mit einer auch für den Schmetterling durchsichtigen, aber für Duftstoffe undurchlässigen Hülle vermag im Versuch eine Trennung der eben genannten zwei Auswirkungen durchzuführen.

Eine solche Ausschaltung der Duftwirkung bei erhalten bleibender Lichtwirkung (innerhalb bestimmter Wellenlängenbereiche) kann man leicht dadurch erzielen, daß man die Scheibe eines Futtergefäßes mit einer deren Rand genügend überragenden farblosen Glastafel überdeckt. Diese Glasplatte soll dem Objekt möglichst nahe sein. Bringt man eine solche verhüllte Futterblume zwischen unverhüllten an, die Zuckerwasser enthalten, dann wird der Falter zwischen den Besuchen der offenen Futtergefäße sich auch zu dem von Glas verdeckten begeben. wird dort den Rüssel ausstrecken und mit dessen Spitze wiederholt gegen den Saftmalring vorstoßen. Den Rand der Glastafel, an dem der allenfalls wirkende Duft des Objekts hervorkommen müßte, wird er aber vollständig unbeachtet lassen. Wenn wir nach einem solchen Besuche des Falters die Glasplatte an der Stelle über dem weißen Ringe mit einer Lupe genau betrachten, so werden wir finden, daß der Taubenschwanz bei der Berührung mit der Rüsselspitze dort feine farblose Striche und Punkte hinterlassen, also die Berührung mit der Rüsselspitze verzeichnet hat. Diese Striche und Punkte stammen von dem Zuckerwasser her, das bei den unmittelbar vorausgegangenen Saugakten außen an der Rüsselspitze haften geblieben und beim Besuch an der berührten Glasfläche abgestreift worden ist. Diese so entstandenen Rüsselspuren lassen sich mit Hilfe von Mennigpulver leicht sichtbar machen und in einen haltbaren Zustand versetzen<sup>1)</sup>. Es entstehen so Rüsselspurenpräparate, bei welchen die Rüsselspuren als kräftig orangerote Striche und Punkte zu sehen sind. Diese Präparate kann man als Belege zu den Versuchen an trockenen Orten unbegrenzt lange aufbewahren. Wir haben dadurch ein objektives Mittel gewonnen, um bei solchen Versuchen die Stelle der Berührung mit dem Rüssel vom Tier selbst durch eigene Niederschrift feststellen zu lassen. Diese neben der genauen Beobachtung sehr verlässliche Methode habe ich bei meinen Taubenschwanzversuchen in ausgedehntem Maße verwendet.

Wir konnten somit sehen, daß der Taubenschwanz ein weißes Saftmal auf violetterm Grunde ohne jede Mitwirkung eines Duftes rasch und sicher aufzufinden vermag. Die gerade beschriebene Methode habe ich in der letzten Zeit wesentlich verbessert. Die Verbesserung bezieht sich auf die Versuchsobjekte, welche zwischen den mit Zuckerwasser ver-

1) Siehe *Macroglossum* S. 218.

sehenen Futterblumen zur „Beurteilung“ durch den Falter angebracht wurden. Der leitende Gedanke war dabei, Versuchsobjekte zu konstruieren, welche sich nach entsprechender Zurichtung gleich Diapositiven zur Wiedergabe mit einem Projektionsapparate eignen. Sie sollten ebensogut als Rüsselspurenpräparate und damit als Belege zu meinen Untersuchungen, wie auch als bequemes Hilfsmittel für den Unterricht innerhalb von Lichtbildervorträgen dienen können. Ich wählte deshalb als Format das gewöhnliche kleine Quadratformat (82×82 mm) der Diapositive. Ein solches Versuchsobjekt stellte ich mir auf folgende Weise her: Ich schnitt aus einem feinkörnigen, neutral grauen Zeichenpapier (Helligkeit 33, wenn die des Vergleichsweiß mit 100 angesetzt wird) ein Rechteck der Größe 80×160 mm aus. Dann faltete ich dieses Stück Papier so zusammen, daß eine quadratische „Mappe“ von 80 mm Seitenlänge entstand. Aus dem zusammengefalteten Stück schlug ich mit Hilfe eines Locheisens die in Abb. 2 sichtbare Bisquitform heraus. Die Öffnung der so entstandenen doppelten Maske wurde dann mit einer sattvioletten, durchsichtigen Folie<sup>1)</sup> ausgefüllt, die ich zwischen beide Papierteile einlegte und an dem vorderen (oberen) Blatt festklebte. Aus dieser violetten Bisquitform stanzte ich mit einem Locheisen entsprechend der genannten Abbildung zwei Löcher von 5 mm Durchmesser heraus, so daß in der Bisquitform nun links oben und rechts unten je eine kreisrunde Öffnung vorhanden war. Zwischen die Folie und das hintere Blatt der Maske legte ich für den Versuch ein reinweißes Stück Schreibpapier ein, das ich vorübergehend an dem grauen Papier leicht befestigte. Wenn die Mappe geschlossen war, sah man nun auf sattviolettem Grunde zwei reinweiße Kreisscheibchen. In die Mitte eines jeden dieser weißen Scheibchen klebte ich noch ein mattschwarzes Scheibchen von 2 mm Durchmesser fest. Nun wurde das Ganze zwischen zwei blank geputzten Glasplatten der Größe 82×82 mm vorübergehend eingeschlossen, so daß das Versuchsobjekt dann im wesentlichen der Abbildung 2 entsprach, die es in natürlicher Größe wiedergibt. An einem solchen von den Glastafeln eingeschlossenen Objekte konnte nun ein entsprechend vorbehandelter Falter sein Benehmen zeigen und dabei allenfalls seine Rüsselspuren auf der Glasfläche zurücklassen. Zu diesem Zwecke wurde in der Mitte

1) Zur Herstellung farbiger Folien verwendete ich bereits entwickelte, aber nicht weiter verwendete photographische Filme, die ich mit Fixiernatron und rotem Blutlaugensalz vollkommen glasklar gemacht hatte. Diese gelatinisierten Zelloidinfolien ließen sich mit Teerfarben (in dem vorliegenden Beispiel mit Methylviolett) leicht färben.



der Stecktafel das eben beschriebene Versuchsobjekt (Abb. 2) befestigt; links und rechts von ihm brachte ich je zwei der früher genannten Futterblumen (Abb. 1a) so an, daß die Mittelpunkte aller 5 Objekte in einer Horizontalen zu liegen kamen und alle Scheibenflächen der Lichtquelle zugekehrt waren. Die Versuche wurden wieder im Flugkasten ausgeführt. Alle 4 Futterblumen waren mit Zuckerwasser versehen. Bei dem Versuche, dessen Ergebnis an Rüsselspuren Abb. 2 zeigt, hat der Falter 22 Besuche bei den unter Glas befindlichen weißen Ringen ausgeführt. Man sieht aus der Abbildung, daß die Rüsselbewegungen recht gut gezielt waren, wenn auch bei ihnen stets eine bestimmte „Streuung“<sup>1)</sup> vorhanden ist. Den Rand der Glasplatte hatte der Falter nie beachtet. Die Rüsselspuren wurden nach dem Versuche mit Mennige-Pulver präpariert. Das weiße Papier, das während des Versuches hinter der Folie als Reflektor gedient hatte, habe ich dann wieder aus der Maske herausgenommen, worauf ich diese in ihrer ursprünglichen Stellung nun auf die mit den Rüsselspuren versehene Glasfläche legte und mit einer anderen blanken Glasplatte gleicher Größe bedeckte. An die Innenfläche dieser Platte wurden vorher noch die früher auf dem weißen Papier befindlichen kleinen schwarzen Scheiben so angeklebt, daß sie in die Mitte der beiden Löcher der sattvioletten Bisquitform zu liegen kamen. Nachdem das Ganze schließlich mit schwarzen Papierstreifen nach Art der Diapositive eingerahmt war, konnte das durchsichtige Versuchsobjekt samt den Rüsselspuren jederzeit mit dem Projektionsapparate einem großen Zuhörerkreise vorgeführt werden.

Wir wissen nun wohl, daß bei dieser Anordnung der weiße Ring optisch als Saftmal wirksam ist. Wir wissen aber nicht, ob es das Weiß des Ringes als solches ist, das so auf den Falter wirkt, oder ob auch noch die Umgebung dazugehört. Weitere Versuche, die ich über dieses Problem angestellt habe, ergaben, daß in diesem Falle sich der weiße Ring samt seiner violetten Umgebung gleichzeitig dem Falter einprägt, und daß die volle Reaktion nur dann eintritt, wenn auf das entsprechend erfahrene Tier wieder Violett mit getrenntem Weiß gleichzeitig einwirken. Ein gleicher weißer Ring (mit schwarzem Mittelscheibchen) ist auf dunkelgrauem Grunde ganz unwirksam, ebenso — wenn nicht eine

1) Vgl. darüber *Macroglossum* S. 203 und 219.

Lockerung der Bindung eintritt<sup>1)</sup> — ein solcher Ring auf sattgelbem. Dagegen ist ein weißer Saftmalring auf sattpurpurnem Grunde ebenso wirksam wie auf sattviolettem. Eine sattviolette Scheibe ohne weißes Saltinal wirkt dagegen nur schwach auf den an die früher beschriebenen Futterblumen gewöhnten Falter ein. Ferner sei hervorgehoben, daß es für den Taubenschwanz in diesem Falle gleichgültig war, ob das weiße Saftmal ringförmig oder andersgestaltet war. Ein fünfzackiger weißer Stern ähnlicher Größe (mit schwarzem Mittelscheibchen) wirkte gerade so gut wie der Ring. Auch konnte eine enggedrängte Gruppe von 4 kleinen weißen Kreisflächen (je 2 mm Durchmesser) einen Ring in der Wirkung ersetzen. Man sieht daraus, daß eine solche Blütenzeichnung ziemlich weit „variieren“ kann, ohne daß sich die Wirkung auf den Schmetterling ändert<sup>2)</sup>.

Wir sind nun über das Verhalten des Taubenschwanzes gegenüber unserem Versuchsobjekt ausreichend unterrichtet. Wir müssen aber noch die Frage beantworten, ob dieses künstliche Objekt dem Blütenstande von *Muscari racemosum* in seinen wesentlichen optischen Eigenschaften wirklich gleichwertig ist. Vor allem kommt die Farbe in Betracht. Ich habe schon durch frühere Versuche mit dem Taubenschwanz festgestellt, daß das Anthokyan-Blauviolett der natürlichen Blüte in der optischen Wirkung dem Methylviolett vollkommen gleichkommt. (Dies ist nach meinen Untersuchungen auch bei *Bombylius fuliginosus* der Fall.) Die Unterschiede, die zwischen dem natürlichen Objekt und seiner vereinfachten flächenhaften Nachbildung hinsichtlich der Größe vorhanden sind, spielen innerhalb dieses Versuches keine besondere Rolle<sup>3)</sup>. Die Unterschiede zwischen der Form des weißen Perigonkrönchens und dem Saftmalring meiner Versuchsobjekte sind nach dem vorhin Mitgeteilten ebenfalls belanglos. Es ergibt sich somit, daß uns wirklich mit Hilfe der eben beschriebenen Tierversuche die Analyse des farbigen Zeichnungstypus von *Muscari racemosum* gelungen ist. Wir können nun mit vollem Rechte annehmen, daß auch bei anderen Blumen, die von

1) Über die Lockerung der Bindung vgl. *Macroglossum* S. 370.

2) Die Ergebnisse aller dieser noch nicht veröffentlichten Versuche habe ich der Generalversammlung an der Hand zahlreicher Projektionspräparate vorgeführt. Die Veröffentlichung wird an einem anderen Orte (außerhalb meiner „Insekten und Blumen“) erfolgen.

3) Vgl. *Macroglossum* S. 329 ff.

(40) FR. KNOLL: Der Tierversuch im Dienste der Blütenökologie.

Faltern besucht werden, ähnliche weiße Flecken in blauer oder violetter Umgebung (z. B. bei *Gentiana*) dem entsprechend erfahrener Schmetterling den Weg zum Nektar erleichtern können. Die Ansicht der alten Blütenbiologen hat sich somit für diesen Fall — wenigstens soweit es sich um das Objektive handelt — durch den Tierversuch als richtig erwiesen. Damit ist gleichzeitig festgestellt, daß solche Blütenzeichnungen bei der Bestäubung unter Umständen eine wichtige Rolle spielen können. Auch sehen wir daraus, daß die Blütenzeichnungen auch bei der natürlichen Zuchtwahl, sofern sie durch blütenbesuchende Insekten ausgeführt wird, beteiligt sein können.

So kann also der Tierversuch in der Hand des tierkundigen Botanikers wesentlich dazu beitragen, daß unsere Kenntnisse von den Auswirkungen der Blumen auf ihre Umwelt in einen zeitgemäßen Zustand versetzt und durch eine Fülle von Tatsachen erweitert werden.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Knoll Fritz

Artikel/Article: [Der Tierversuch im Dienste der Blütenökologie. 1030-1040](#)