2. Schrödinger, Der Blütenbau der zygomorphen Ranunculaceen (Abhandl. d. zool.-bot. Gesellsch., IV/5, 1909). — 3. Busch, *Ranunculaceae* in „Flora Caucasica critica" (red. Kusnezow). — 4. Borbás, Species *Delphiniorum* quasdam, in Huthii Monographiam receptas, explicat. MBL. (Ungarische Botan. Blätter, III., 1904, 23—26). — 5. Derselbe, Az elzöldült szarkaláb, mint morphologiai utmutató (Értekezések a természettudományok köréből, XI., nr. 16, 1881).

Revidiertes Herbarienmaterial: HM. = Herb. Musei Nationalis Hungarici, Budapest, — HU. = Herb. Institut. f. system. Botanik, Budapest, — HHB. = Herb. Botan. Garten, Budapest, — HVm. = Herb. Samenkontrollstation, Budapest, — HB. = Herb. weil. Prof. Borbás, — HD. = Herb. Hofrat Degen, ferner einige kleinere Privatherbarien. Den Besitzern derselben, bzw. den Direktoren der genannten Sammlungen, ferner den Herren Dr. F. Kovács und A. Boros sage ich hiemit meinen besten Dank.

Farbenwechsel und Insektenbesuch bei *Pulmonaria officinalis* L.

Von **Gustav Kostka** (Brünn).

(Mit einer Textabbildung.)

Auffallende Veränderungen der Blütenfarbe sind von zahlreichen Forschern bei Blüten verschiedenster Pflanzenarten und zu verschiedenen Jahreszeiten beobachtet worden. Zu den bekanntesten und am meisten erwähnten zählen wohl die Blüten des Lungenkrautes (*Pulmonaria officinalis* L.), dessen Knospen vor und zu Beginn der Anthese purpurrot gefärbt sind und nach einiger Zeit sich über Violett nach Blau verfärben. Die Kenntnis dieses Farbenumschlages ist schon sehr alt, hat aber erst durch die Blütenbiologie und die damit verbundene genaue Beobachtung der Blühvorgänge eine erhöhte Aufmerksamkeit auf sich gelenkt.

Schon Chr. K. Sprengel (1793) und später F. Delpino (1877) haben dieses Problem (bei anderen Blüten) zu deuten versucht und die Ansicht ausgesprochen, daß dieser Farbenwechsel den Insekten als Zeichen dient, die verfärbten Blüten zu beiderseitigem Vorteil nicht zu besuchen[1]). Nach ihnen hat vor allem H. Müller (1) die wichtige Beziehung zwischen Farbenwechsel und Insektenbesuch bei *Pulmonaria* klargelegt und durch seine Beobachtungen erwiesen, daß die für

[1]) Vgl. die interessanten geschichtlichen Ausführungen H. Müllers in Kosmos, Bd. XII, 1882, S. 117.

Pulmonaria blumensteten Insekten fast ausnahmslos purpurne Blüten besuchen und die ihnen begegnenden blauen übergehen. So besuchte nach H. Müller ein *Anthophora-pilipes*-♀ nacheinander 60 purpurne und keine blaue *Pulmonaria*-Blüte, ging aber inzwischen auch auf vier blaue *Glechoma*-Blüten. Ein anderes *Anthophora*-♀ besuchte 182 purpurne und 10 (nicht ganz ausgefärbte) blaue *Pulmonaria*-Blüten desselben Standortes[1]). Für Dipteren konnte Langhoffer (2) dasselbe Verhalten bei *Bombylius discolor* Mik. beobachten, der als ein sehr stetiger Blütenbesucher von *Pulmonaria officinalis* L. anzusehen ist. Auch hier wurden überwiegend purpurne Blüten auf Nektar ausgebeutet. Ich konnte *Bombylius minor* L. häufig auf purpurnen Blüten saugend antreffen, die er verläßt, um auf die nächste purpurne Blüte abzuschwenken oder wieder zur ersteren zurückzukehren.

Aus diesem merkwürdigen Verhalten der Insekten zu verschieden gefärbten Blüten von *Pulmonaria* hat H. Müller Schlüsse gezogen, die auch heute noch allgemein verbreitet sind und anerkannt werden. Darnach geht der Farbenwechsel mit dem Aufhören der Nektarsekretion vor sich und die blauen Blüten erweisen sich als befruchtet. Den blumentüchtigen Insekten ist nun durch die Verfärbung alles gesagt; die blauen Blüten sind nektarfrei und bereits bestäubt, daher lohnt sich der Besuch nicht mehr und bringt der Pflanze keinen Nutzen. Denselben Standpunkt nimmt F. Ludwig (3) ein, der zahlreiche weitere Beispiele erwähnt, doch erkennt er bereits, daß die Verfärbung selbst auch anders erklärt werden könne, indem er sagt, „doch scheint es nicht überall eine biologische Bedeutung zu haben, sondern kann möglicherweise aus rein chemischen Ursachen erfolgen." Auch bedürfe es in jedem Falle des Nachweises einer biologischen Bedeutung der Verfärbung durch direkte Beobachtung des Insektenbesuches. An anderer Stelle sagt Ludwig (4, S. 511): „Die jungen Blüten (von *Pulmonaria*) sind rot gefärbt, werden aber nach der Bestäubung lebhaft blau." Kirchner (5, S. 87) spricht sich folgendermaßen aus: „In einzelnen Fällen wird die Aufmerksamkeit der Insekten auf die jüngeren, noch unbefruchteten Blüten eines Pfanzenstocks dadurch besonders hingelenkt, daß die alten, bereits befruchteten und auch des Nektars beraubten Blüten . . ., wie z. B. bei *Pulmonaria*, die Farbe ihrer ganzen Krone . . . verändern." Auch Neger (6, S. 603) übernimmt diese Erklärung und schreibt: „Dies (nämlich die verschiedene Färbung der Blumenkrone bei *Pulmonaria*) machen sich die gewohnheitsmäßigen Besucher solcher Blüten zunutze, indem sie aus der Farbe einen Schluß (!) ziehen auf den

[1]) Andere Hymenopteren, wie *Bombus hypnorum* L. ♀, *B. hortorum* L. ♀ *Osmia rufa* L., schienen keine Auswahl zwischen roten und blauen Blüten zu treffen.

Zustand der Blüte, d. h. ob dieselbe schon bestäubt ist oder nicht" und „diese Tiere ersparen sich dadurch viel Zeit und können so eine größere Anzahl erfolgreicher Blütenbesuche ausführen."

Diese Beispiele genügen, um den Standpunkt dieser Frage[1]) bis auf den heutigen Tag zu charakterisieren und auf seine Richtigkeit zu prüfen.

Zunächst war es naheliegend, zu prüfen, ob in blauen Blüten der Nektar tatsächlich fehlt. — Zieht man blaue, bereits verblühte Kronröhren der *Pulmonaria* aus dem Kelch heraus, so findet man regelmäßig dort, wo die gelblichen, schuppenförmigen Nektarien der Kronröhre anliegen, mehr oder weniger große, wasserhelle Tröpfchen, die nach Verkosten deutlich süß schmecken und, auf den Objektträger gebracht, mit einem Tropfen Fehlingscher Lösung gekocht, einen deutlichen Niederschlag von rotem Kupferoxydul liefern. Es sind also reduzierende Zuckerarten vorhanden, wahrscheinlich Glukose[2]). Dieser Nachweis gelang jedesmal, sowohl bei blauen, als auch bei purpurnen Blüten anscheinend in derselben Menge[3]). Die Nektartropfen bei blauen Blüten erschienen manchmal größer als bei purpurnen, was wohl mit dem Entwicklungszustand der Nektarien und der Sekretionsintensität zusammenhängt. Auch bereits befruchtete Blüten zeigten, solange die Kronröhre nicht abgefallen war, stets Nektartröpfchen, die Fehlingsche Lösung reduzierten. Ich konnte also bei purpurnen und bei blauen, bei befruchteten und bei nichtbefruchteten *Pulmonaria*-Blüten Zucker, wahrscheinlich Glukose im Nektar nachweisen. — Es ist auffallend, daß H. Müller die blauen Blüten nicht auf Nektargehalt prüfte, da ihm sonst diese Tatsache nicht hätte entgehen können. Er schloß bloß aus dem mehr oder weniger raschen Verlassen der blauen Blüten, daß die sie besuchenden Insekten keinen Nektar darin vorfinden. Andererseits erwähnt er aber, daß mitunter auch purpurne Blüten rasch verlassen werden, weil sie ausgebeutet sein sollen. — Meine Befunde ergeben die Hinfälligkeit dieser Annahme und es ist somit nicht einzusehen, warum die Insekten diese Nahrungsquelle nicht

---

[1]) Der Meinung K. v. Frisch' (16, S. 52), daß der Farbenumschlag keine biologische Bedeutung hat, kann ich nicht beipflichten, da dem die Tatsachen der Beobachtungen widersprechen.

[2]) Da die Nektarflüssigkeit nach übereinstimmenden Untersuchungen (siehe Czapek, Biochemie, 2. Aufl., Bd. I, S. 501) hauptsächlich Glukose und Saccharose neben geringen Mengen Aschenbestandteilen und Spuren Mannit enthält, so kann die Trommersche Probe als hinreichend eindeutig gelten.

[3]) Vergleichende quantitative Bestimmungen des Zuckergehaltes des Nektars purpurner und blauer Blüten, etwa nach der Methode Haupts (7, S. 8) wurden nicht durchgeführt.

ausnützen und eine derartige Abneigung haben, blaue Blüten zu besuchen.

Somit bleibt nur noch übrig, den Farbenwechsel im Zusammenhang mit der Befruchtung zu betrachten, ob nichtbefruchtete Blüten von *Pulmonaria* auch blau werden und ob der Zeitpunkt der Bestäubung mit dem des Blauwerdens der Korolle zusammenfällt. — Die Blüten von *Pulmonaria officinalis* L. sind ausgesprochen heterostyl dimorph und in hohem Grade selbststeril (vgl. Ludwig, 4, S. 511). Ihre Befruchtung hängt also wesentlich von Insektenbesuch und Fremdbestäubung ab. — Ich brachte nun eine Anzahl Stengel, die reichlich noch nicht geöffnete Knospen trugen, unter einer genügend dicht schließenden Glasglocke, die jeden Insektenbesuch ausschloß, in ein kleines Becherglas mit Wasser und beobachtete die Veränderung der Blütenfarbe bis zum vollständigen Abblühen unter möglichst den gleichen Bedingungen, wie sie in der Natur herrschen. Bei diesen Versuchen entfernte ich vor dem Einstellen unter die Glasglocke jede bereits geöffnete Blüte, da in diesen häufig kleine Käfer, *Thrips*-Arten u. a., den Nektar naschen und von einer Blüte zur andern kriechen, wobei Bestäubung nicht vollkommen ausgeschlossen erscheint. Einen anderen Teil der *Pulmonaria*-Stengel ließ ich ohne Glasglocke unter denselben Bedingungen stehen. In beiden Fällen konnte ich in zahlreichen derartigen Versuchen die bekannte Verfärbung von Purpur in Blau beobachten und zwar ziemlich ohne zeitlichen Unterschied[1]). Die Narben der „steril" gehaltenen Blüten erwiesen sich bei der Untersuchung als nicht bestäubt, während zahlreiche der freistehenden Blüten Früchte angesetzt hatten. — Auch als ich aus purpurnen Knospen die Narbe oder das ganze Gynöceum entfernte, trat der Farbenumschlag ein. Ja selbst die aus dem Kelch herausgezogene purpurne Korolle zeigte, im feuchten Raum gehalten, die Verfärbung über Violett in intensives Blau. Nur bei einer Probe, die 10 Tage unter der Glasglocke stand, wurden die letzten purpurnen Knospen nicht mehr blau, sondern gelblich — bis bräunlichweiß, waren aber nicht vertrocknet, sondern bloß welk und runzelig.

Der Wundreiz, der beim Pflücken der Stengel und Entfernen der offenen Blüten oder des Gynöceums eintritt, ist ohne wesentlichen Einfluß auf innere physiologische Vorgänge, wie schon Fitting (8, S. 227, Anm. 1) in einem anderen Fall dartun konnte. Auch die Verhinderung der Transpiration unter der mit Wasserdampf gesättigten Glasglocke ist nicht ausschlaggebend, wenn auch, nach meinen Beobachtungen, die

[1]) Genaue Zeitbestimmungen des Umschlages, auch relative, sind schwer möglich, da Standort, Alter, Licht- und Ernährungsverhältnisse der Pflanze berücksichtigt werden müssen, auch erschienen mir derartige Bestimmungen für den Zweck der Untersuchung von geringerer Wichtigkeit.

Blüten etwas länger am Stengel verbleiben und nicht so bald abfallen. Die Anreicherung von Kohlensäure, die, wie Molisch (9) gezeigt hat, bei den empfindlichen blauen Blüten von *Ipomoea purpurea* (L.) Lam. schon in Konzentrationen von rund 4·5% Rötung der Blumenkrone herbeiführt, hatte keinen Einfluß auf die Verfärbung, da sie wohl rasch von den grünen Vegetationsorganen assimiliert wurde; bei Blüten, die zur Entwicklung kamen, nachdem die Pflanze schon mehrere Tage unter der Glasglocke gehalten wurde, blieb die Rotfärbung manchmal etwas länger erhalten, schlug dann, ebenso wie bei allen anderen, bald in Violett und Blau um. Versuche, durch künstliche Befruchtung den Zeitpunkt der Verfärbung zu beeinflussen, konnte ich wegen Mangels an geeignetem Material nicht mehr durchführen. Doch glaube ich, daß, nach den Resultaten obiger Versuche und bei der kurzen Blühdauer, auch die Befruchtung ohne ausschlaggebenden Einfluß auf den Farbenumschlag sein dürfte.

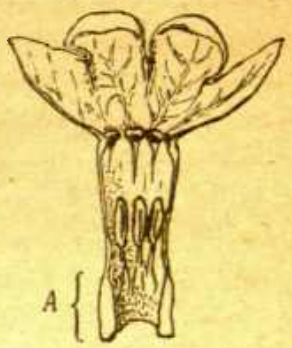
Es ergibt sich somit, daß zwischen Farbenumschlag und Bestäubung der *Pulmonaria*-Blüte keine Beziehungen bestehen und daß daher auch die Insekten aus der Färbung der Blütenkorolle allein, wenn ich so sagen darf, keine „Schlüsse" auf den Zustand der Blüte ziehen können. Sowohl bei befruchteten, als auch bei unbefruchteten Blüten tritt die Verfärbung von Purpur in Blau ein und es kann ebenso eine blaue Blüte unbefruchtet sein, als eine purpurne bereits befruchtet. Der Chemismus der Farbenveränderung ist also unabhängig von der Fremdbestäubung.

Wie erklärt sich nun die Abneigung der *Pulmonaria*-Gäste gegen blaue Blüten, die doch ebenfalls Nektar enthalten und nicht immer befruchtet sein müssen?

Die Blütenbiologie hat sich zwar mit der Korolle als Schauapparat und als Anflugplatz für Insekten, sowie mit ihren oft wunderbaren Anpassungen an die Besucher beschäftigt, niemals oder selten aber mit ihrem Schicksal nach dem Verblühen. Für die Biologie war die Anthese der wichtigste und hauptsächlichste Teil der Blütenarbeit, nach erfolgter Befruchtung wurde der Schauapparat ein wertloses Anhängsel der Frucht, das bestimmt war, abzufallen und zu verschwinden, oder manchmal als Fruchthülle zu dienen. Auch heute noch spielt die abfallende Blumenkrone eine nebensächliche Rolle und man weiß in den meisten Fällen gar nichts von ihrem Schicksal. Auch die anatomischen Einzelheiten des Ablösungsprozesses, die Bedingungen des Abfallens überhaupt, sind noch viel zu wenig in der Biologie verwertet worden, und doch können dadurch viele und vor allem natürlichere Erklärungen gewisser Vorgänge in der Natur gewonnen werden.

Schon zu Beginn meiner Versuche ist mir das leichte Abfallen von blauen *Pulmonaria*-Korollen aufgefallen. Auf die leiseste

Berührung hin gleiten die älteren Blumenkronen aus den Kelchen und ich konnte jeden Morgen eine ziemlich große Anzahl über Nacht von selbst abgefallener Blumenkronen unter den Versuchspflanzen einsammeln. Und zwar fällt die ganze Blumenkronröhre ab und zeigt an ihrem proximalen Ende eine glatte, manchmal etwas griesige Ablösungszone. Stets ist dieses Ende der Kronröhre aufgebaucht und angeschwollen (siehe die Abbildung), wie schon Kubart (10) bei anderen Blüten beobachten konnte. Die Zellen dieser Trennungszone sind klein, rundlich, isodiametrisch und völlig turgeszent[1]). Die Trennungszone selbst wird bei *Pulmonaria* schon sehr frühzeitig im Knospenstadium angelegt, doch ist über den Zeitpunkt der Anlage, da die Ausbildung der Blätter und Blüten im Laufe des Winters erfolgt (vgl. Neger, 6, S. 123), noch nichts bekannt. Mit Beginn der Anthese setzt auch schon der Ablösungsprozeß ein; nach erfolgter Verfärbung der Blüte wird dieser vollständig und die Blumenkrone fällt ab. — Fitting (8) konnte bei *Geranium*-Arten zeigen, daß das Abfallen der Blütenblätter wahrscheinlich ein Reizvorgang (Chorismus) ist, was auch Hannig (14) für erwiesen annimmt, und daß die Pflanze auf verschiedene Reize hin nach mehr oder weniger kurzer Zeit (oft nach wenigen Sekunden!) mit Abstoßen der Blüte antwortet. Doch sind die Versuchsanstellungen mit Ausnahme der Erschütterungsreize nicht allgemein auf natürliche Verhältnisse übertragbar. Für uns genügt die Tatsache, daß eine Loslösung der Korolle erfolgen kann, ohne daß man der Blüte diese Veränderung ansieht, und daß dann die Blüte durch äußere Umstände vollständig zum Abfallen gebracht wird.



Längsschnitt durch eine abgefallene Blumenkrone von *Pulmonaria* (vergrößert).

A Anschwellung.

Übertragen wir diese Erfahrungen auf die Blüte von *Pulmonaria*, so erhalten wir dadurch den Schlüssel, der uns das Verständnis für das sonst unerklärliche Betragen gerade der häufigsten ihrer Gäste auf natürliche Art erschließen kann. — Die Blumenkrone ist in der Knospe noch ziemlich fest mit dem Blütenboden verbunden und bei einem Versuch sie loszulösen, reißt oft eher ein Teil der Blütenblätter ab, als

[1]) Betreffs weiterer anatomischer Einzelheiten verweise ich auf die Untersuchung von C. Reiche (11), Kubart (10), Fitting (8), Wacker (12), Himmelbaur (13) und Hannig (14). Wenn diese auch nicht gerade die *Pulmonaria*-Blüten untersucht haben, so stimmen doch deren Ergebnisse bei Blüten, deren ganze Korolle abfällt, mit meinen Untersuchungen an *Pulmonaria* völlig überein.

an der Basis das Trennungsgewebe[1]). (Vgl. auch Fitting, 8, S. 240.) Im Verlauf der Anthese wird die Trennungszone rasch ausgebildet und häufig sitzen auch noch rotviolett gefärbte Blüten ganz locker und lassen sich leicht vollständig zur Ablösung bringen und aus dem Kelch herausziehen. Bei blauvioletten bis blauen Blüten ist letzteres bereits die Regel; die Blumenkronröhre liegt nur lose im Kelch und fällt bei der leisesten Berührung oder Erschütterung ab[2]).

Das Verhalten der blumentüchtigen *Pulmonaria* Besucher ergibt sich nunmehr von selbst. Sie besuchen deshalb die purpurnen Blüten, weil sie beim Anfliegen an der noch ziemlich festsitzenden Korolle den nötigen Halt finden, um in Ruhe den Nektar zu schlürfen; bei blauen Blüten mußten sie die unangenehme Erfahrung machen, daß die Blumenkrone das Gewicht des Besuchers nicht mehr aushält und abfällt. Das Insekt findet also keinen Halt an der Blüte und meidet die trügerischen blauen Blumenkronen der *Pulmonaria*, trotz des reichlichen Nektargehaltes und obwohl diese Blüte vielleicht nicht befruchtet ist, weil die einmal erlangte Erfahrung von der Nutzlosigkeit des Bemühens und die Gefahr, das Gleichgewicht zu verlieren, am längsten in Erinnerung bleibt.

Daß auch diese Erfahrung manchmal trügen kann, beweist die schöne Beobachtung Langhoffers (a. a. O., S. 57) bei einem *Bombylius discolor* Mik. Ich zitiere wörtlich: „12. IV. Nach 10,15 Uhr. A. in 30 Sekunden 11 Blüten von *Pulmonaria*, erschrak, als die rote Blütenröhre aus dem Kelch herausfiel und er, in die Blüte vertieft, mit herunter fiel, bald ließ er die Blüte aus und flog sofort zu einer anderen Blüte."

Ich selbst konnte nirgends in der mir verfügbaren Literatur ähnliche Angaben, besonders über blaue Blüten, finden und trotz eifrigen Beobachtens sah ich nur einmal ein eben aus der Erde gekrochenes, überwintertes *Bombus-terrestris*-♀, das, noch matt, auf eine blaue *Pulmonaria*-Blüte zuflog und im nächsten Moment samt der Blumenkrone abstürzte. Die vorgeschrittene Blütezeit verhinderte mich, weitere Beobachtungen anzustellen.

In der Natur vermag das Anfliegen der Insekten und das Festhalten an die Blumenkrone für sich das Ablösen der Blüte in der Trennungszone zu beschleunigen oder, wenn wir uns der Ansicht Fittings anschließen, eine Summation der Reize zu bewirken. Die Zeit der vollständigen Loslösung scheint nicht immer eine bestimmte

---

[1]) Bei welkenden oder längere Zeit im Wasser stehenden *Pulmonaria*-Blüten fallen auch die roten Knospen leicht ab.

[2]) Ob die Befruchtung (ohne Insektenbesuch) von Einfluß auf die Entblätterung ist, wie A. Schulz (15, S. 555) und Fitting (8, S. 226) zeigen, konnte ich nicht mehr nachprüfen.

zu sein, sondern wird auch von gewissen äußeren und inneren Umständen abhängen. In der Regel fällt die Zeit der Verfärbung mit der Zeit der Ablösung zusammen und ich möchte daher die blaue Farbe der *Pulmonaria*-Blüten gewissermaßen als ein Warnungszeichen betrachten, welches den blumentüchtigen Insekten, die hierin bereits eine bestimmte Erfahrung gewonnen haben, die Gefahr anzeigt, die sie beim Niederlassen auf die Blüte erwartet.

Damit soll nicht gesagt werden, daß diese die einzige Möglichkeit ist, um das Verhalten gewisser Insekten zur *Pulmonaria*-Blüte restlos aufzuklären, vielmehr ist der Zweck dieser Arbeit erreicht, wenn dadurch eine Kritik der alten Anschauungen angeregt wird. So könnte ja auch ein unseren Sinnen nicht wahrnehmbarer Duftwechsel von Einfluß sein, wenn, wie die Arbeit K. v. Frischs (16, S. 32, 39 ff.) zeigt, das Unterscheidungsvermögen zwischen Purpur und Blau bei Bienen nicht besonders ausgeprägt ist. Die tatsächlichen Beobachtungen sprechen aber dafür, daß die höher stehenden Insekten zwischen purpurnen und verfärbten *Pulmonaria*-Blüten zu unterscheiden wissen und daß sie daher über eine einfache Erfahrung verfügen, die sie die richtige Wahl treffen läßt[1]).

Eine derartige einfache und naheliegende Erklärung scheint mir die oben ausgesprochene Ansicht zu bieten, wenn auch das gesammelte Beobachtungsmaterial dürftig erscheint. Dies wird aber nicht wundernehmen, wenn man die kurze Blütezeit und die verhältnismäßige Seltenheit größerer und geschlossener Bestände von *Pulmonaria*, sowie das eben erwachende Insektenleben in Betracht zieht, Umstände, die derartige Beobachtungen erschweren.

Zusammenfassung.

1. Die Beobachtungen H. Müllers u. a. über die biologische Bedeutung des Farbenwechsels der Blüten von *Pulmonaria officinalis* L. in ihrer Beziehung zum Insektenbesuch sind tatsächlich richtig, aber in ihren Schlußfolgerungen nicht vollständig aufrechtzuerhalten.

2. Sowohl purpurne als auch blaue, befruchtete und nicht befruchtete Blüten von *Pulmonaria* enthalten Nektar, in dem ein Fehling'sche Lösung reduzierender Zucker, wahrscheinlich Glukose, nachgewiesen werden konnte.

3. Sowohl befruchtete als auch nichtbefruchtete Blüten von *Pulmonaria* zeigen unter gewöhnlichen Umständen die charakteristische Verfärbung von Purpur über Violett nach Blau.

4. Das merkwürdige Verhalten der blumentüchtigen Insekten, blaue *Pulmonaria*-Blüten zu meiden, ist nicht auf mangelnden Nektar

---

[1]) Vergl. auch F. Knoll, Insekten und Blumen. II. Abhandl. d. zool.-bot. Ges. Wien, XII. Bd., 1921, S. 17.

oder bereits erfolgte Bestäubung zurückzuführen, sondern auf die Erfahrung, daß blaue Blumenkronen nur locker im Kelche sitzen und für die sie besuchenden Insekten keinen Halt abgeben, wodurch eine Nektarausbeute unmöglich gemacht wird.

Literatur.

1. Müller H., Die biologische Bedeutung des Farbenwechsels des Lungenkrautes. Kosmos, XIII., 1883, S. 214.
2. Langhoffer H, Blütenbiologische Beobachtungen an Dipteren. Zeitschrift f. wiss. Insektenbiol., VI., 1910, S. 14.
3. Ludwig F., Die biologische Bedeutung des Farbenwechsels mancher Blumen. Biol. Centralblatt, IV., 1885, S. 196.
4. — Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart (Enke), 1895.
5. Kirchner O., Blumen und Insekten. Leipzig (Teubner), 1911.
6. Neger Fr. W., Biologie der Pflanzen. Stuttgart (Enke), 1913.
7. Haupt H., Zur Sekretionsmechanik der extrafloralen Nektarien. Flora, 90. Bd., 1902, S. 1.
8. Fitting H., Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Jahrb. f. wiss. Botanik, 49. Bd., 1911, S. 187.
9. Molisch H., Über eine auffallende Farbenänderung einer Blüte durch Wassertropfen und Kohlensäure. Ber. d. d. bot. Ges., 39. Bd., 1921, S. 58.
10. Kubart B., Die organische Ablösung der Korollen. Sitzgsber. d. Akad. Wien, math.-nat. Kl., I. Abtlg., 115. Bd., 1906, S. 1491.
11. Reiche C., Über anatomische Veränderungen, welche in den Perianthkreisen der Blüten während der Entwicklung der Frucht vor sich gehen. Jahrb. f. wiss. Bot., 16. Bd, 1885, S. 683.
12. Wacker H., Physiologische und morphologische Untersuchungen über das Verblühen. Jahrb. f. wiss. Bot., 49. Bd., 1911, S. 121.
13. Himmelbaur W., Das Abblühen von *Fuchsia globosa*. Österr. bot. Zeitschr. 60. Bd., 1910, S. 381.
14. Hannig E., Untersuchungen über das Abstoßen von Blüten unter dem Einfluß äußerer Bedingungen. Zeitschr. f. Bot., 5. Bd, 1913, S. 417.
15. Schulz A., Beiträge zur Kenntnis des Blühens einheimischer Phanerogamen. Ber. d. d. bot. Ges., 20. Bd., 1902, S. 526.
16. Frisch K. v., Der Farbensinn und Formensinn der Biene. Zoolog. Jahrbücher, Abtlg. f. allg. Zoolog., 35. Bd., 1914, Heft 1/2.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 071

Autor(en)/Author(s): Kostka Gustav

Artikel/Article: Farbenwechsel und Insektenbesuch bei Pulmonaria officinalis L. 246-254