

Zur Kenntnis einiger Blütensekrete nebst Bemerkungen über neuere blütenbiologische Arbeiten.

Von

Dr. Josef Fahringer, Wien.

Mit Tafel XVII.

Unter dem Titel „Beiträge zur histologischen Blütenbiologie“ sind in der „Österr. Bot. Zeitschrift“ mehrere Aufsätze von Porsch¹⁾ erschienen, in denen Blütenwachs und Futterhaare als neue Anlockungsmittel der *Orchideen*-Blüte beschrieben wurden. In einem dieser Aufsätze²⁾ findet sich mein Name mehrmals erwähnt, woraus hervorgeht, daß ich die Untersuchungen über Blütenwachs früher als Porsch und keineswegs nur cursorisch durchführen konnte.

Im Herbst 1902 erhielt ich von Professor v. Wettstein eine Anzahl frische, sowie einige Formolexemplare der Blüte von *Ornithidium divaricatum* Barb. Rodr.³⁾ zur Untersuchung. Die frischen Blüten verwendete ich teils zu mikroskopischen Untersuchungen, teils zu jenen chemischen Reaktionen, die sich, wie beispielsweise die Fehling'sche Reaktion, nur mit frischem Materiale durchführen lassen, während die Formolexemplare nur zur Kontrolle dienen konnten. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen waren folgende:

1. Bau des Labellum und der Sekretzellen.

Das Labellum der *Ornithidium*-Blüte (Fig. 1, *a* und *b*) ist ein längliches Perigonblatt, dessen Seitenwände zwei schwach gekrümmte Lappen erkennen lassen, zwischen denen sich der rundliche Kallus befindet. Der große Mittellappen ist auf der Oberseite gegen die Spitze zu tief braunrot gefärbt und trägt an dieser Stelle einen weißen, flockig aussehenden Überzug von Blütenwachs. Hinter

¹⁾ Porsch, Beiträge zur „histologischen Blütenbiologie“. (Österr. Bot. Zeitschrift. 1905. No. 5 und 7. 1906. No. 2.)

²⁾ Porsch, C., l. c. No. 7. pag. 255—257.

³⁾ Porsch, l. c. No. 7. 1905. pag. 254.

dem Kallus bemerkt man ein zweites Klümpchen von dieser Substanz und zwar gerade der Narbe gegenüber (Fig. 1, B). Die große, an der Spitze des Labellum befindliche Wachsmasse hat ungefähr die Form eines römischen V und nimmt gegen den Kallus zu an Menge ab. Die unter der Wachsabsonderung befindlichen Epithelzellen unterscheiden sich in vieler Beziehung von den gewöhnlichen Epithelzellen. Vergleichen wir zunächst die Größenverhältnisse, so finden wir:

Art der Zellen. Größen in μ .	Länge	Breite	Durchschnittsgröße	
			Länge	Breite
Sekretzellen	64—80	16—24	72	20
Papillarepithel (Oberseite)	48—80	16—20	64	18
Kallusepithel	32	20—27	32	23·5
Papillarepithel (Unterseite)	8—20	24—32	14	28

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, sind die Sekretzellen schon durch ihre Länge ganz besonders gegenüber den übrigen Epithelzellen gekennzeichnet. Noch auffallender werden diese Zellen durch die Tinktion des Plasmas mit einem braunroten Farbstoff, sowie dadurch, daß die freie Membran der Sekretzellen rundlich gewölbt und nicht papillös hervorgezogen erscheint, ferner, daß sich die erwähnten Zellen durch Lage, Gestalt der freien Membran und Färbung sehr markant von dem übrigen Epithel abheben. Es sind offenbar ganz besonders der Funktion dieser Zellen entsprechende umgewandelte epitheliale Gebilde. Untersuchen wir diese Zellen an einem Querschnitt durch das Vorderende des Labellums, so sehen wir längliche, an der freien Seite abgerundete Zellen mit einer etwa 1.6μ dicken Membran, deren Inhalt aus einem Protoplasten von grobkörniger Struktur besteht. Meistens ist der ziemlich große Kern durch große lichtbrechende Klümpchen derart verdeckt, daß er kaum sichtbar ist (Fig. 2, A). Erst nach Behandlung mit Alkohol, welcher diese lichtbrechenden Körper löst, tritt der Kern schärfer hervor und läßt eine ovale Form und körnigen Inhalt erkennen. Die erwähnten stark lichtbrechenden Klümpchen scheinen nach ihrem Verhalten zu den Lösungsmitteln, sowie schon nach ihrem Aussehen, Wachsabsonderungen zu sein. Die Cuticula ist in solchen Zellen mit Wachskörpern nicht verändert. Die Zellen des Labellum der *Ornithidium*-Blüte gehen somit an ganz bestimmten Stellen in ein sezernierendes, durch Größe, Färbung und Form der Zellen deutlich verschiedenes Epithel über, dessen Tätigkeit sich ohne chemische Veränderung der Cuticula vollzieht.

2. Über den Chemismus und die Natur des Blütenwachses.

Die chemische Untersuchung der Wachssubstanz gestaltete sich insofern sehr schwierig, als alle verfügbaren Blüten zusammen kaum 1 gr Wachs lieferten.

Die von Zimmermann¹⁾ angeführten Reaktionen ließen sich ohne weiteres durchführen und ergaben folgende Resultate: Die Substanz löst sich wenig in kaltem Alkohol mit etwas Rückstand, leicht in Äther, Chloroform und Benzol, ebenso in heißem Alkohol. Mit Alkanatinktur geschmolzen, bildeten sich violette Tröpfchen; dagegen erzeugten Säuren und Basen keine wesentlichen Veränderungen an der Substanz. Machen diese Reaktionen an und für sich die Natur des Sekretes als wachsartigen Körper wahrscheinlich, so wird dies durch den Vergleich mit anderen Wachsarten in beigegebener Tabelle²⁾ nahezu völlig sichergestellt:

Tabelle pflanzlicher und tierischer Wachsarten.

Wachsart	Spez. Gew. 15° C.	Schwer- punkt	Löslichkeit in kaltem Alkohol	Löslichkeit in heißem Alkohol	Löslichkeit in Äther	Löslichkeit in Benzol	Besondere Eigenschaften
Japanwachs	1—1·06	52°—55°	unlös.	leicht	kalt, we- nig heiß flockig	leicht	Glycerin
Ocubawachs	0·92	39°—40°	wenig	leicht	heiß leicht	—	—
Galaktoden- dronwachs	—	50°—52°	—	—	—	—	—
Myricawachs	1—1·005	45°—46°	sehr wenig	i. 20 Teil. teilw.	löslich 4 : 1	—	—
Ficuswachs	—	56°—57°	wenig	leicht	leicht	—	löslich in heiß. Terpentinöl u. fetten Ölen.
Balano- phenwachs	—	100°	—	—	—	—	löslich in H ₂ SO ₄
Carnaubaw.	0·995—0·999	80°—81°	wenig	vollst.	vollst.	—	—
Palmwachs	0·992—0·995	102°—105°	wenig	leicht in viel Alk.	vollst.	—	gemengt mit Harz.
Bienenwachs	0·960—0·963	62°—62·5°	un- löslich	9/10 in 50 Teil.	löslich 1 : 10	leicht	löslich in äth. Ölen verseifbar.
Coccidenw.	0·970	82°—83°	wenig	wenig	wenig	leicht	löslich in äth. Ölen verseifbar.
Maxillariaw. (<i>Ornithidium</i> - blüte)	—	64°—102°	wenig	leicht	leicht	leicht	gemengt mit Harz und äth. Ölen.

Wohl alle hier erwähnten pflanzlichen Wachsarten, auch das Blütenwachs von *Ornithidium*, sind Glyceride, die keine freien Fettsäuren enthalten, weshalb sie auch nicht verseifbar sind, im Gegensatz zu den tierischen Wachsarten, die bekanntlich freie

¹⁾ Zimmermann, Mikroskopische Technik. 1892.

²⁾ Schädler, Technologie der Fette und Öle des Pflanzen- und Tierreiches. Berlin 1863.

Fettsäuren enthalten. Daher ergab sowohl die Akroleinprobe als auch die Kampferprobe¹⁾ bei der Untersuchung des Blütenwachses ein negatives Resultat. Auch die gewöhnlichen Eiweiß- und die Fehling'schen Zuckerreaktionen führten zu keinem positiven Ergebnisse. Es fehlen also bestimmt Beimengungen von Eiweiß, Fett und Zucker. Lösen wir dagegen die Substanz in Alkohol, so färbt sich die Lösung bei Behandlung mit dem Millon'schen Reagens schwach rot, was auf das Vorhandensein ätherischer Öle hindeutet. Versetzt man eine Lösung in etwas Alkohol mit H_2SO_4 , so färbt sich die Lösung alsbald gelbgrün, es muß also auf Beimengungen von harzartigen Körpern geschlossen werden, da ja bekanntlich die Schwefelsäure bei größeren Mengen Harz dieses durch Rotfärbung, bei geringeren Mengen durch Gelbgrünfärbung anzeigt. Überdies deutet der hohe Schmelzpunkt des Rückstandes auch schon darauf hin. Das Blütenwachs von *Ornithidium divaricatum* ist also ein fettfreies Glycerin mit Beimengungen von ätherischen Ölen und harzähnlichen Körpern. Porsch²⁾ gibt in seiner Arbeit an, daß er an einem einzigen Formalexemplar nicht weniger als 13 Reaktionen ausgeführt habe. Wenn man bedenkt, daß eine Blüte kaum $\frac{1}{5}$ g Substanz liefert und gewisse Reaktionen, z. B. die Fehling'sche Reaktion, nur mit frischen Exemplaren gemacht werden können, so ist wohl klar, daß die von ihm diesbezüglich gemachten Angaben meinem Manuskripte entlehnt und als „eigene“ Untersuchungen angeführt wurden. Das Urteil über ein derartiges Vorgehen mag der Öffentlichkeit überlassen bleiben. Was die physikalische Eigenschaft des Blütenwachses anbelangt, so konnte ich die kristallinische Beschaffenheit der Substanz durch Auskristallisieren des Wachses aus alkoholischer Lösung nachweisen und feststellen, daß die meist zu Klümpchen vereinigten tafelförmigen Kriställchen die bereits von Wiesner³⁾ erwähnte Doppelbrechung zeigen. Die vorliegende Untersuchung ergibt also eine nahezu vollständige Übereinstimmung mit den bereits untersuchten pflanzlichen Wachsarten, sowohl in chemischer als auch in physikalischer Hinsicht.

Dasselbe ist nun auch bezüglich der Entstehung und Sekretion des Wachses der Fall. Untersucht man nämlich die wachsabsondernden Stellen unter Zusatz von Alkohol und beobachtet den langsamen Lösungsprozeß unter dem Mikroskop, so bemerkt man zunächst, daß eine große Anzahl lichtbrechende Klümpchen gar bald angegriffen werden, sich in Tröpfchen umwandeln und schließlich ganz verschwinden, und zwar so, daß der ursprünglich von diesen Körpern völlig verdeckte Kern im Plasma der sezernierenden Zellen sichtbar wird (Fig. 2, A und B).

¹⁾ Auf Wasser rotierender Kampfer stellt sofort diese Bewegungen ein, sobald nur die geringsten Spuren von Fett auf die Wasseroberfläche gelangen. Siehe übrigens die meisten Handbücher der organischen Chemie.

²⁾ Porsch, l. c. pag. 253 ff.

³⁾ Wiesner, J., Über die kristallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge. (Bot. Zeitung. 1876. pag. 225 ff.)

Es werden also im Protoplasma Wachskörner vorgebildet und sodann durch die unverändert bleibende Cuticula nach außen abgeschieden. Die unter den sezernierenden Oberhautzellen befindlichen Mesophyllzellen des Labellum weisen gleichfalls lichtbrechende Körper auf, die aber nicht, wie Porsch¹⁾ angibt, wachs- oder fettartiger Natur sein können, daß sie schon durch das Wasser verändert werden und gar bald verschwinden. Die Absonderung des Blütenwachses erfolgt allseitig und zwar so, daß das abgeschiedene Wachs (Fig. 3, A, B) sehr deutlich die Konturen der sezernierenden Zellen aufweist. Die von Porsch²⁾ erwähnte schollenartige Absonderung des Blütenwachses ist an frischen Exemplaren nicht zu sehen, während die in Formol mazerierte Substanz oft so aussieht. Diese oben erwähnte Struktur³⁾ des Blütenwachses ist für viele pflanzliche Wachsarten charakteristisch. Das hier beschriebene Blütenwachs von *Ornithidium divaricatum* muß also sowohl in Bezug auf die chemischen und physikalischen, als auch hinsichtlich der Entstehung und Ausscheidung zu den pflanzlichen Wachsarten gerechnet werden.

3. Biologische Bedeutung des Blütenwachses.

Das Blütenwachs von *Ornithidium divaricatum* Barb. Rodr. dient nach Porsch⁴⁾ Ansicht als Anlockungsmittel für Wachs bereitende Insekten, was auch durch Wettsteins⁵⁾ Beobachtung erhärtet wird. Nun, ich bin der Ansicht, daß die Beobachtung Wettsteins nur erweist, daß diese Substanz von verschiedenen Insekten abgenommen wird. Wozu diese Substanz aber von den Insekten verwertet wird und worin also die biologische Bedeutung gerade dieses Anlockungsmittels, und speziell für diese Pflanze liegt, das vermag uns die Beobachtung nicht zu ergeben. Porsch⁶⁾ behauptet aber, „daß hier die Blüte denjenigen Stoff, den sich die Insekten zu ihrem Zellenbau selbst bereiten müssen, als Anlockungsmittel fix und fertig . . . darbietet.“ Diese Behauptung ist unrichtig. Es gibt überhaupt keine natürlichen oder künstlichen Nahrungs- und Nutzmittel, die an und für sich direkt zum Aufbau des tierischen Organismus verwendet werden können; denn alle in den tierischen Körper gelangenden Substanzen werden ausnahmslos durch gewisse Prozesse des lebenden Protoplasmas in geeigneter Weise umgewandelt. Dasselbe ist auch bezüglich der Wachsabsonderungen der Insekten der Fall. Wir kennen keinen einzigen

1) Porsch, l. c. No. 7. 1905. pag. 258.

2) Porsch, l. c. No. 7. pag. 255 und Tafel IV, Fig. 9.

3) Siehe Wiesner, Beobachtung über die Wachsüberzüge der Epidermis (Bot. Zeit. 1871 pag. 769 ff.) und De Bary, Über die Wachsüberzüge der Epidermis. (Bot. Zeit. 1871.)

4) Porsch, l. c. pag. 255 und Mitteilungen des naturw. Vereins an der Universität Wien. Jahrg. II. 1904. No. 4—7. pag. 52.

5) Wettstein, R. v., Vegetationsbilder aus Südbrasilien. 1904. pag. 30.

6) Porsch, l. c. No. 7. pag. 255.

Fall, in welchem nicht das Wachs in eigenen Drüsen entweder aus Nahrungssäften (Cocciden, Aphiden, Aleurodiden) oder aus dem Honig (Apiden) hergestellt wird. Das Bienenwachs ist somit ein Umwandlungsprodukt des Honigs oder anderer Nahrungssäfte. Die Bienen zum Beispiel müssen also zur Herstellung des Wachses vor allem honigliefernde Pflanzen aufsuchen, und hätte also eine Wachsabsonderung auf einer Blüte gar keinen Zweck, besonders dann nicht, wenn diese Substanz chemisch so verschieden ist von tierischem Wachs, wie das Blütenwachs von *Ornithidium divaricatum*. Die pflanzlichen Wachsarten sind Gemenge von Cerotinsäure-Myricylester, Myricyl-Alkohol nebst aromatischen Kohlenwasserstoffen und einigen Alkoholen und Oxysäuren. Bienenwachs enthält dagegen ein Gemenge von Cerotinsäure und Palmatinsäure-Myricylester, ferner Myricylalkohol, Cerilalkohol, einige ungesättigte Fettsäuren und Kohlenwasserstoffe, Alkohol- und Melissensäure. Ja, es läßt sich sogar nachweisen, daß Bienenwachs keine Spuren pflanzlichen Wachses enthält, und zwar gestattet dies die Köttsdorfer'sche Zahl (als Maß für die Sättigungskapazität der gesamten Fettsäuren). Daneben gibt noch das spezifische Gewicht, der Schmelzpunkt, sowie das Verhältnis der Ätherzahl zur Säurezahl sichere Anhaltungspunkte für Beimengungen zum Bienenwachs irgendwelcher Art. Die Köttsdorfer'sche Verseifungszahl des reinen Bienenwachses = 95, die Verhältniszahl = 3·75; Carnaubawachs hat dagegen die Verseifungszahl 79, die Verhältniszahl = 19. Geringe Beimengungen verändern sofort die Verhältnis- und Verseifungszahl. Reines Bienenwachs aber enthält niemals auch nur Spuren von pflanzlichem Wachs. Ähnlich verhält es sich natürlich auch bei anderen Insekten, die Wachs absondern. Es ergibt sich also aus der Entstehungsweise des tierischen Wachses, sowie aus dem Chemismus desselben die vollständige Unrichtigkeit der Porsch'schen Auffassung.

Auch der biologische Zweck dieses Sekretes wäre sonach total verfehlt, sobald man der Porsch'schen Auffassung beipflichtet. Wenn auch die schneeweiße, von der braunroten Unterlippe der Blüte sich scharf absondernde Wachsmasse, wie schon Wettstein¹⁾ richtig vermutete, Insekten aus der Ferne anlocken dürfte, so liegt vor allem die Bedeutung des Sekretes als Anlockungsmittel in einer ganz anderen Verwertung als in der von Porsch angegebenen. Es ist lange bekannt, daß die Bienen klebrige Überzüge von Knospen, Wachsabsonderungen von Blättern oder Früchten u. dergl. einsammeln, um daraus ein Klebemittel (Propolis oder Klebwachs) herzustellen, das ihnen zum Verstopfen von Ritzen und Fugen u. dergl. dient. Die große Klebrigkeit des frischen Wachses, sowie überhaupt die ganze Beschaffenheit desselben deuten an und für sich schon darauf hin, daß es wohl nur zu diesem Zwecke von den Bienen verwertet wird. Es liefert also lediglich sogenanntes Klebwachs (Propolis). Übrigens ist es ein ausgezeichnetes Abwehrmittel

¹⁾ Porsch, l. c. No. 7. pag. 258.

gegenüber kleinen pollenfressenden Insekten (z. B. Nitituliden), die an dieser klebrigen Masse haften bleiben dürften. Damit ist wohl auch die spezielle biologische Bedeutung des Blütenwachses erklärt. Die Sicherung der Fremdbestäubung ist durch die Lage der Wachsabsonderungen (Fig. 1, *A* und *B*) bedingt; die für die Vermittlung der Befruchtung besonders wichtigen anthophilen Hymenopteren werden, um eine sonst nicht allgemein vorkommende für sie notwendige Substanz, nämlich Klebwachs, zu erhalten, gerade diese nicht sehr auffallenden grünlichen Blüten, deren Wachssekret übrigens den Weg zur Blüte zeigt, aufsuchen, während andere schädliche Formen durch die Klebrigkeit des Wachses abgehalten werden. Dazu kommt noch, daß das Wachs an und für sich nur von einer sehr geringen Anzahl von Insekten verwertet werden kann, also die Blüte von vornherein von vielen Schädlingen nicht beachtet werden dürfte. Daß gerade bei den *Orchideen* solche von den gewöhnlichen verschiedenen Anlockungsmitteln, wie Blütenwachs oder Futterhaare¹⁾, vorkommen, ist uns aus der vollkommenen Anpassung der *Orchideen*-Blüte an die Insektenbefruchtung um so eher erklärlich, als hier der Pollen des einzigen (selten zweier) Staubgefäßes vor den Angriffen verschiedener Insekten geschützt werden muß. Diese doppelte biologische Bedeutung einzelner Anlockungsmittel, wie sie gerade für *Orchideen* charakteristisch sind, wird noch späterhin Gegenstand eingehender Besprechung sein.

4. Einige Bemerkungen über Beschaffenheit und biologische Bedeutung einiger Anlockungsmittel.

Die verschiedenen Anlockungsmittel²⁾, die von einer großen Anzahl von Blütenpflanzen den tierischen Besuchern zur Sicherung der Fremdbestäubung geboten werden, wirken auf Gesichts-, Geruchs- und Geschmackssinn derselben. Die Ausbildung verschiedener Anlockungsmittel wie Honig, Futterhaare, Futterpollen etc. erklärt sich nur aus den verschiedenen Bedürfnissen der sich von Pflanzenstoffen nährenden Tiere, ebenso wie Farbe und Duft auf Anlockung aus der Form berechnet und dem ziemlich gut ausgebildeten Geruchs- oder Gesichtssinn verschiedene Insekten angepaßt sind. Auf diese Weise gewinnen sich die Pflanzen einerseits ganz bestimmte für ihre Entwicklung förderliche Besucher, während andererseits schädliche Gäste abgehalten werden. Auf die Frage der biologischen Bedeutung von Blütenfarbe und Blütenduft will ich hier nicht weiter eingehen, nachdem ja auf diesem Gebiete bereits eingehende Untersuchungen von Plateau³⁾ und Andreae⁴⁾ vor-

¹⁾ Porsch, l. c. No. 5. pag. 165.

²⁾ Porsch, Die Anlockungsmittel der Pflanzen im Lichte neuerer Forschungen. (Mitteilungen des Naturwissenschaftl. Vereins an der Universität Wien. 1904. No. 4. pag. 25 ff.)

³⁾ Plateau, Comment les fleurs attirent les insectes. (Bull. de l'Académie royale d. sc. de lettr. et b. arts de Belgique. 1895. 1896. 1897.)

⁴⁾ Andreae, Inwiefern werden Insekten durch Blütenfarbe und Duft der Blumen angezogen? (Beihefte zum Bot. Centralblatt. Bd. XV. Heft 3.)

liegen, deren Ergebnisse von Porsch¹⁾ eingehend besprochen und in charakteristischer Weise zusammengefaßt wurden. Viel notwendiger erscheint es mir, die für die Ernährungsweise und speziellen Lebensbedürfnisse einzelner Tiere wichtigen Anlockungsmittel zu besprechen. Zu diesen gehört vor allem der Blütenhonig. Dieses bei zahlreichen Pflanzen vorkommende Sekret ist einer von den unentbehrlichsten Nahrungsstoffen der verschiedensten Insekten, welche die Befruchtung vermitteln und in manchen Fällen auch Schutz gegen Schädlinge²⁾ bieten. Deshalb finden wir auch bei Honigblütlern die mannigfaltigsten Einrichtungen³⁾ zum Aufbewahren und zum Schutze des Honigs. Als Beispiel möchte ich hier die Blüte von *Symphytum tuberosum* L. anführen, welche ich näher zu untersuchen Gelegenheit hatte. Die glockenförmige Blumenkrone dieser Pflanze⁴⁾ trägt am basalen Ende einen gelblich aussehenden Wulst, der um den Fruchtknoten einen Ring bildet. Diese Wulst besteht, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, aus zahlreichen Trichomen, ganz ähnlich den nach Porsch⁵⁾ bei *Maxillarien*-Arten vorkommenden, von ihm beschriebenen Futterhaaren. Die Trichome (Fig. 4, A und B) sind ein- bis zweizellig, besitzen eine dicke cutinisierte Membran.

Der Protoplast der etwa 1 mm lang werdenden Trichome besteht aus einem ziemlich homogen granuliertem Inhalt mit einem mehr oder weniger basal gelagerten Kern. Die Fehling'sche Reaktion beweist, daß diese Haarzellen Zucker enthalten. Wenn man mittelst Glycerin oder absolutem Alkohol dem Protoplast Wasser entzieht, so scheiden sich würfelförmige Zuckerkristalle in größerer Menge ab. Der Blütenhonig enthält etwa 77 % Wasser und 23 % Zucker und liefert eine Einzelblüte ungefähr 6—8 mg. Zucker. Zu einem einzigen Gramm Zucker müssen also zirka 119 Blüten abgesucht werden, zu einem Kilogramm sind etwa 119 000 Blüten erforderlich. Diese Zahlen erklären zur Genüge das ungemein häufige Vorkommen der *Symphytum*-Arten, die zu den beliebtesten Besuchsobjekten für anthophile Insekten gehören. Die große Zahl der reichlich Honig absondernden Trichome gestattet überdies einen mehrmaligen Besuch durch Insekten, und zwar so, daß die Fremdbestäubung ziemlich gut gesichert erscheint. Überdies sind die Trichome selbst durch die dicke, ziemlich harte Zellmembran gut geschützt und man findet selbst an alten, bereits von Stacheln angebohrten Blüten die Trichome unverletzt, da die Bienen sich eben mit dem außen abgeschiedenen Honig begnügen müssen. Wir haben es also hier mit einem Fall ganz be-

¹⁾ Porsch, l. c. Mitteilungen des naturw. Vereins. pag. 26 ff.

²⁾ Wettstein, R. v., Über die Kompositen der österr.-ung. Flora mit zuckerausscheidenden Hüllschuppen. (Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Klasse. 1888.)

³⁾ Darwin, Ch., Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche *Orchideen* von Insekten befruchtet werden. Übersetzt von Carus. Stuttg. 1877.

⁴⁾ Kerner, A. v., Pflanzenleben. 2. Aufl. Leipzig 1898. pag. 254 ff., u. a. O.

⁵⁾ Porsch, l. c. I. pag. 166.

sonderer Anpassung an die Insektenbefruchtung vermittelt Honig absondernder Trichome zu tun. Außer dem Blütenhonig ist nur noch der Pollen als ein allgemein verbreitetes Anlockungsmittel der Blumen zu nennen, die einzelnen Fälle ausgenommen, in denen ein Teil der Antheren direkt zu sogenannten Beköstigungsantheren umgewandelt ist, z. B. bei *Cassia fistula* L.¹⁾ Doch ist dies nur meist dann der Fall, wenn keine Honigabsonderungen stattfinden. In den meisten Fällen kommt es zur Ausbildung von zahlreichen Staubgefäßen, von denen dann einzelne ohne Gefahr für die Befruchtung abgeweidet werden können (*Ranunculaceae*, *Rosaceae*), oder es stehen die Einzelblüten in dichten Blütenständen zusammen und es werden dann nur wenige Antheren ausgebildet (*Compositae*, *Umbelliferae*). Die große Zahl besonders solcher Pflanzen, die den Insekten Honig oder Pollen liefern, darf uns nicht Wunder nehmen, wenn wir beachten, daß gerade diese Anlockungsmittel für die Lebensverhältnisse der meisten Insekten von enormer Bedeutung sind. Die hier mitgeteilte Tabelle mag das Verhältnis der Blütensekrete zu den Lebensmitteln der Bienen klarlegen²⁾:

Benennungen	H ₂ O.	Glukose	Fruktose	Saccharose	Dextrin	Pollen Wachs	Fettsäure (Fette)	N.	Hypoxantin.
Blütenhonig ¹⁾	79·62	22·47	37·96	23·02	—	—	—	—	—
Pollen ²⁾	6·32	—	—	12·97	—	3·61	7·41	27·81	0·077
Bienenhonig ³⁾	18·96	$\frac{36·2}{72·5}$	$\frac{27·11}{72·5}$	2·69	—	3·89	—	0·11	—
Futterbrei ⁴⁾	65·62	24·84	—	—	—	—	9·38	43·95	—

Benennungen	Harze	Farbstoffe	Stärke	Cuticula	Asche	Ameisensäure	Trockensubst. Glukose	Saccharose
Blütenhonig ¹⁾	—	—	—	—	1·44	—	47·21	30·16
Pollen ²⁾	8·17	2·06	6·16	12·49	3·805	—	—	—
Bienenhonig ³⁾	—	—	—	—	0·24	11·42	88·89	3·75
Futterbrei ⁴⁾	—	—	—	—	3·04	—	$\frac{28·75}{88·89}$	—

¹⁾ Mittel aus 9 Analysen. ²⁾ Mittel aus 2 Analysen. ³⁾ Mittel aus 173 Analysen. ⁴⁾ Mittel aus 3 Analysen.

Aus dieser Tabelle geht zunächst hervor, daß der Blütenhonig sehr wässerig ist und verhältnismäßig wenig Zucker enthält, die

¹⁾ Knuth, Handbuch der Blütenbiologie. Bd. III. Teil I. p. 366 ff.

²⁾ König, J., Chemische Zusammensetzung der menschl. Nahrungs- und Genußmittel, Berlin, V. Springer, 1903. Bd. I.

Bienen also gezwungen sind, ziemlich viele Blüten abzusuchen, um einigermaßen Honig zu bekommen. Auch besteht der Blütenhonig fast zu gleichen Teilen aus Glukose und Saccharose, während im Bienenhonig nur wenig Saccharose vorhanden ist; offenbar wird die Umwandlung der Saccharose in Glukose im Körper der Bienen durch geeignete Fermente vollzogen. Ferner ist noch zu erwähnen, daß der Bienenhonig freie Ameisensäure enthält, die eben erst im Körper der Bienen erzeugt wird. Der wässrige, fett- und eiweißreiche Futterbrei wird fast ausschließlich, wie wir hier sehen, aus dem Pollen erzeugt und nur wenig Honig beigemischt, und dürfte wohl auch hier das überschüssige Wasser des Blütenhonigs verwendet werden. Wir können also behaupten, daß Honig und Pollen für die Lebensbedürfnisse der meisten Insekten vollkommen ausreichen, denn bei fast allen nicht räuberisch lebenden Insekten verhält es sich bezüglich der Ernährung ähnlich. Honig und Pollen müssen also als Anlockungsmittel hinsichtlich ihrer biologischen Bedeutung allen anderen vorangestellt werden. Dagegen besitzen die sonst noch vorkommenden Anlockungsmittel, wie Futterhaare, Blütenwachs etc., die ja nicht allgemein vorkommen, eine untergeordnete, nur aus den speziellen Lebensverhältnissen solcher Pflanzen erklärliche Bedeutung.

Unter diesen wären zunächst zu erwähnen die von Porsch¹⁾ als „Futterhaare“ bezeichneten Eiweiß- und Fettdrüsen, die bei einigen tropischen *Orchideen*, sowie auch einigen anderen einheimischen Pflanzen vorkommen. Vor allem nun ist festgestellt, daß die Futterhaare durchaus keine neuen Anlockungsmittel sind, wie Porsch behauptet, denn schon Darwin²⁾ erwähnt an verschiedenen Stellen seines Werkes „Über die verschiedenen Einrichtungen der *Orchideen* zum Zwecke der Fremdbestäubung“, das Vorkommen von vorragenden Leisten und Fransen, die von Bienen (*Euglossa*-Arten) benagt werden, eine Tatsache, die übrigens auch von Crüger³⁾ durch direkte Beobachtung erhärtet wurde. Es handelt sich hier auch um honiglose Blüten, und die Angaben Crügers und Darwins beweisen, daß Futterhaare bei *Orchideen* ziemlich verbreitet sein dürften. Nur hat Darwin keine genaue Beschreibung derselben gegeben, und bietet uns die Arbeit von Porsch in dieser Hinsicht eine wertvolle Ergänzung. Allerdings sind die angeführten Reaktionen auf Eiweiß meiner Meinung nach unzulänglich, um so mehr, als bei den meisten von ihm untersuchten *Maxillarien* ätherische Öle in der Blüte vorkommen, die durch die von Porsch angeführten Reaktionen viel besser angezeigt werden als Eiweißstoffe. Ebenso ist die Osmiumreaktion auf Fett durchaus nicht eindeutig. Jedenfalls bedürfen die diesbezüglich von Porsch gemachten Angaben noch einer genauen Nachuntersuchung. Einstweilen gehen wir von der Annahme aus, daß wir es hier mit Absonderungen von Fett und Eiweiß in eigenen Drüsen-

¹⁾ Porsch, l. c. No. 5. pag. 166 ff.

²⁾ Darwin, l. c. 1878. pag. 68 u. a. O.

³⁾ Crüger, Journal Linn. Soc. Botany. Vol. VIII. 1864. pag. 130.

haaren zu tun haben. Wir können das um so leichter tun, als der histologische Bau dieser Organe einwandfrei beschrieben wurde, und mit Rücksicht darauf, sowie auch wegen des Mangels an Blütenhonig die biologische Bedeutung dieser Organe zwanglos erklärt werden kann. Vor allem aber bin ich durchaus nicht der Ansicht, daß Fett und Eiweißkörper als Ersatz für Blütenhonig den Insekten geboten werden können; denn bei dieser Annahme würden ja diese *Orchideen* im Kampf ums Dasein gegenüber den honigtragenden Arten stark im Nachteil sein, um so mehr, als ja der Pollen an und für sich schon Fette und Eiweißkörper enthält. Vielmehr ist die Bedeutung der Futterhaare als Anlockungsmittel, abgesehen davon, daß sie ein wichtiges Nahrungsmittel für gewisse Insekten abgeben, auch darin zu suchen, daß sie den nur in einem einzigen Staubgefäße vorfindlichen und in seiner Gänze für die Befruchtung notwendigen Pollen vor den Angriffen pollenfressender Insekten schützen, indem diese Organe gerade diejenigen Stoffe produzieren, die sonst den Pollensäcken entnommen werden müßten. Auf diese Weise erklärt sich auch, warum speziell bei den *Orchideen* Futterhaare als Anlockungsmittel vorkommen. Es ist überhaupt anzunehmen, daß Futterhaare ausschließlich bei pollenarmen¹⁾ Blumen vorkommen. Auch das bei *Ornithidium divaricatum* Barb. Rodr. vorkommende Blütenwachs hat, wie auch schon früher erwähnt, eine ähnliche Bedeutung, indem gewisse Insekten das von Blättern, Knospen oder wachsreichem Pollen herrührende Blütenwachs hier direkt in auffälliger Form vorfinden, und zwar so, daß die ziemlich wachsreichen klebrigen Pollensäcke einigermaßen geschützt sind. Betrachten wir nun auch noch die übrigen bisher bekannt gewordenen Anlockungsmittel, wie z. B. die bei *Cassia fistula* L. vorkommenden Beköstigungsantheren oder die bei *Freycinetia strobilacea* Kl. zur Ausbildung gelangenden kolbenartigen Beköstigungskörper u. s. w., so können wir mit Rücksicht auf die Blütenbeschaffenheit, es handelt sich ausschließlich um pollenärmere Blumen, ebenfalls die Behauptung aufstellen, daß alle diese vereinzelt vorkommenden Anlockungsmittel immer eine doppelte biologische Bedeutung haben, nämlich, nicht nur Insekten anzulocken, sondern auch edle, zur Befruchtung unentbehrliche Organe vor etwaigen Angriffen zu schützen.

Auf Grund unserer Anschauungen lassen sich die verschiedenen Anlockungsmittel folgendermaßen kurz charakterisieren, nämlich als Anlockungsmittel, die auf den Gesichts- und Geruchssinn gewisser Tiere wirken (fernwirkende Anlockungsmittel). Hierher gehören Blütenfarbe und Blütenduft, diese finden sich meist bei solchen Pflanzen, die in Gesellschaft anderer sie überwachsener oder überwuchernder Pflanzen vegetieren. Es erscheinen dann diese Anlockungsmittel sehr auffallend. In den überwiegend

¹⁾ Die Bezeichnung pollenarm ist im biologischen Sinne zu nehmen; es kommt hier nicht auf die Menge des Pollens, sondern auf die Verwertung zur Befruchtung an.

meisten Fällen finden sich aber außerdem noch andere vornehmlich auf den Geschmacksinn wirkende Anlockungsmittel (nahwirkende Anlockungsmittel), und zwar entweder solche, die unter den Insektenblütlern allgemein verbreitet sind, und in reichlicher Menge wichtige Nahrungsmittel zur Verfügung stellen (normale Anlockungsmittel), nämlich Blütenhonig und gewöhnlicher Pollen, oder es finden sich immer nur vereinzelt¹⁾ einige Anlockungsmittel, die aber nicht nur die Aufgabe haben, Insekten oder andere Tiere anzulocken, sondern auch meist gewissermaßen als Schutzorgane dienen (abnormale Anlockungsmittel). Hierher gehören Futterhaare, Blütenwachs, Beköstigungsantheren, Beköstigungskörper u. s. w. Es ist jedenfalls auch klar, daß das Vorkommen bestimmter Anlockungsmittel mit der Höhe der Organisation der betreffenden Pflanze zusammenhängt, und man kann es gewiß als ein Zeichen höherer Ausbildung betrachten, wenn z. B. statt einem einzigen Anlockungsmittel mehrere (Farbe und Honig) auf einer Blüte vorkommen, oder ganz bestimmte Stoffe, die gerade für eine zur Vermittlung der Befruchtung besonders geeignete Insektengruppe (Apiden) außerordentlich wichtig sind, erzeugt werden, und tatsächlich gehören die Honigblütler unter den Angiospermen fast ausschließlich zu den höchst entwickelten Pflanzen. Hiermit glaube ich, soweit ich Einblick in die Sache habe, die mir gestellte Aufgabe erfüllt zu haben, die einerseits darin bestand, einige in neuerer Zeit in die Blütenbiologie eingeschleppte Irrtümer zu beseitigen, andererseits aber auch einige Beiträge zu bringen, die in mancher Hinsicht für die blütenbiologische Forschung von einiger Bedeutung sein dürften. Wenn vielleicht manches von dem Gesagten noch nicht ausreichend begründet erscheinen sollte, so mag das wohl auf die Schwierigkeiten zurückzuführen sein, die sich der Beobachtung und Untersuchung entgegenstellten, ich bin aber der Ansicht, daß sich manche meiner Anschauungen späterhin als richtig erweisen werden, und ich hoffe selbst, noch in dieser Hinsicht einiges beitragen zu können. Schließlich möge es mir noch gestattet sein, Herrn Professor Rudolf Böhm für seine wertvollen Winke in Bezug auf den chemischen Teil meiner Arbeit meinen besten Dank auszudrücken.

Figurenerklärung.

Fig. 1 A: Blüte von vorn, Fig. 1 B: von der Seite (eine Sepale entfernt). *So* oberes Sepalum, *Ss* seitliches Sepalum. *P* Petalen, *L* Labellum, *G* Gynostemium, *C* Callus, *W* Wachssekret.

Fig. 2 A: Einzelne Sekretzellen (stark vergrößert) nach Entfernung des Wachses durch Alkohol. Fig. 2 B: Gruppe von Sekretzellen mit Wachsinkrustation in Lösung während des Zusatzes von Alkohol. *H* Membran, *K* Kern.

¹⁾ D. h. nur bei bestimmten Pflanzengruppen (*Orchideen*) und ganz wenigen Arten anderer Gruppen vorkommende Anlockungsmittel.

Fig. 1 A.

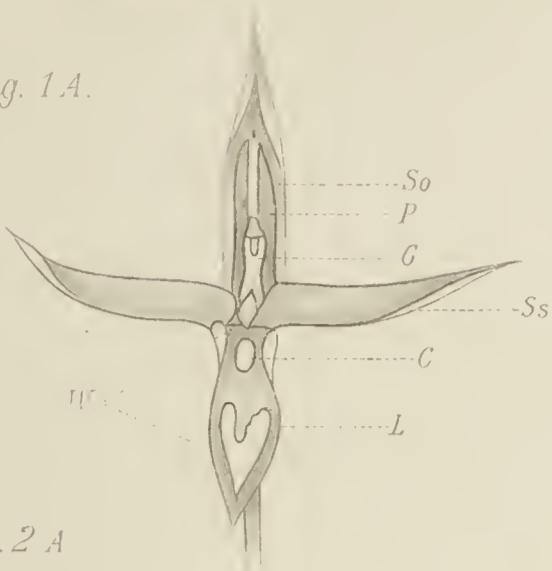


Fig. 1 B.



Fig. 2 A.

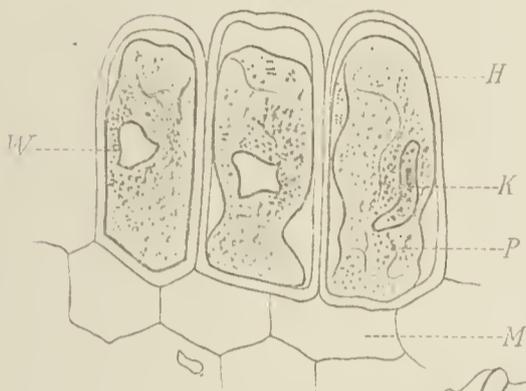


Fig. 2 B.

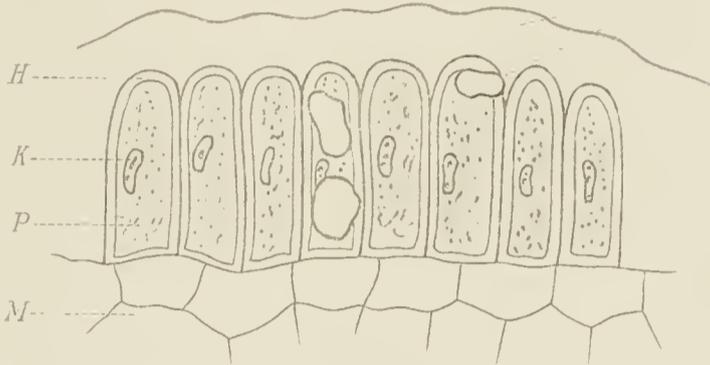


Fig. 3 A.

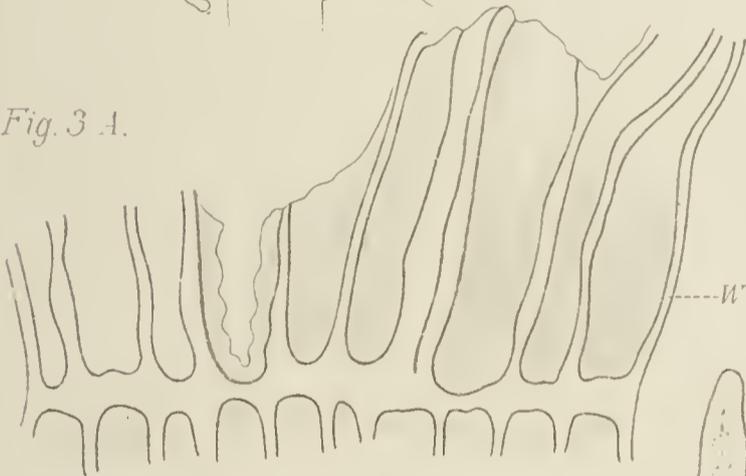


Fig. 3 B.

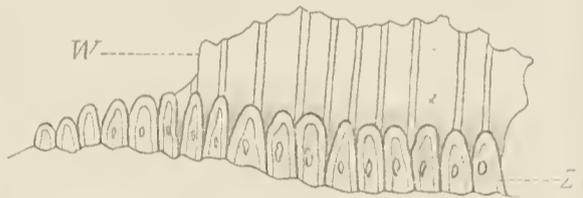
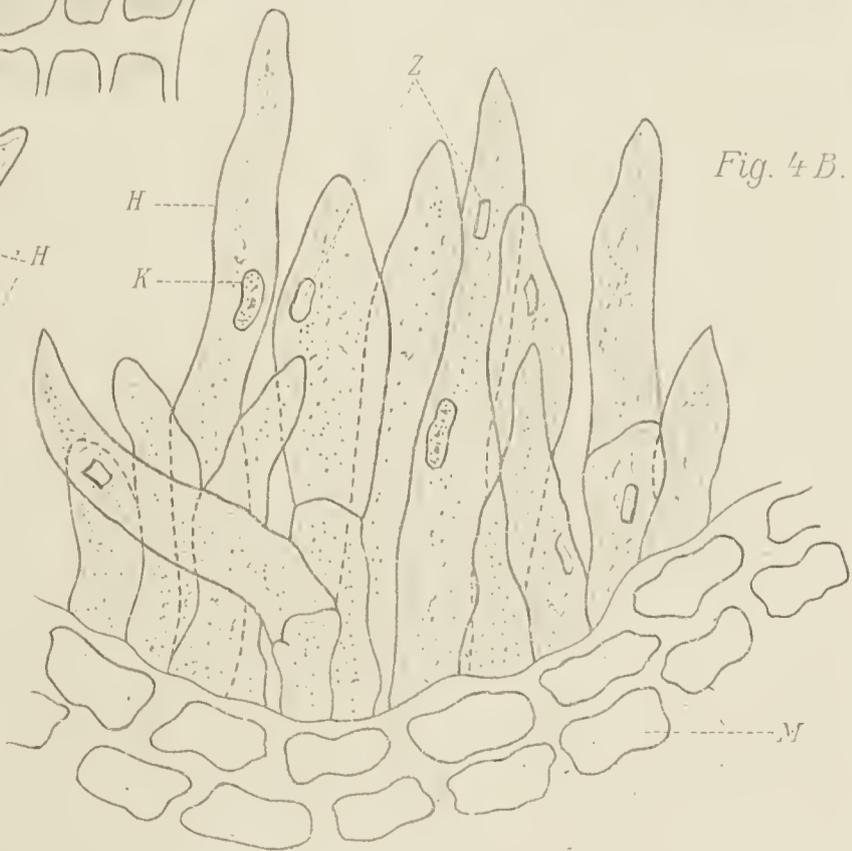


Fig. 4 A.



Fig. 4 B.





W Wachssekret, *P* Protoplast, *M* Mesophyll des Labellum (frische Präparate eingelegt in Alkohol und Glyzerin).

Fig. 3A: Wachssekret (bei starker Vergrößerung, Sekretzellen mit Kalilauge entfernt). Fig. 3B: Epithel mit Wachssekret (bei schwacher Vergrößerung). *W* Wachssekret, *Z* Sekretzellen (frische Schnitte).

Fig. 4: Honigtrichome aus der Blumenkrone vom *Symphytum tuberosum* L. A: einzelne Trichome (stark vergrößert). B: Gruppe von Trichomen (schematisch). *H* Membran, *K* Kern, *Z* Zuckerkristalle, *M* Mesophyll (frische Schnitte).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [BH_23_1](#)

Autor(en)/Author(s): Fahringer Josef

Artikel/Article: [Zur Kenntnis einiger Blütensekrete nebst Bemerkungen über neuere blütenbiologische Arbeiten. 191-203](#)