

Mittheilungen.

19. E. Loew: Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger Borragineen.

(Mit Tafel VIII.)

Eingegangen am 10. Mai 1886.

Die folgenden Beobachtungen wurden an Freilandpflanzen des Berliner Botanischen Gartens nach denselben Gesichtspunkten angestellt, welche ich in meiner Mittheilung über Labiaten in diesen Berichten (S. p. 113) angedeutet habe.

B o r r a g i n e a e.

1. *Echium rosulatum* Lge.

Taf. VIII. Fig. 1.

Als ich im Bot. Garten am 28. Juni vergangenen Jahres ein Exemplar obiger Art ins Auge fasste, war ich überrascht, an zahlreichen Blüten desselben dicht über dem Kelch an der Blumenröhre Einbruchslöcher zu finden, wie sie gewöhnlich von unserer kurzrüssligsten Hummel (*Bombus terrestris* L.) an Blumen mit sehr tief oder sehr versteckt liegendem Honig ausgeführt werden. Bald darauf sah ich auch mehrere ♀ genannter Art mit ihren Oberkiefern den Einbruch verüben und bemerkte ausserdem einige Honigbienen, welche sich der von den Hummeln gebissenen Löcher sofort als bequemer Zugangsstellen zum Nectar bedienten, während ich die langrüssligen *Bombus agrorum* F. und *hortorum* L. immer nur in normaler Weise Honig gewinnen sah. Da bis jetzt an unserem einheimischen *Echium vulgare* mit seinen für Bienenbesuch so bequem eingerichteten Blüten keine einzige Beobachtung eines Hummeleinbruchs gemacht worden ist, so war mir die eben erwähnte Wahrnehmung sehr auffallend, und ich vermuthete sofort, dass im Blütenbau des aus Spanien stammenden *Echium rosulatum* und unserer einheimischen *Echium*-Art ein wesentlicher Unterschied vorhanden sein müsse, der die Erdhummel zu einem so verschiedenen Verhalten an diesen zwei verwandten Blumenarten zwingt. Zugleich hoffte ich auch etwas über die Ursachen der so widerspruchsvoll erscheinenden

den Hummeleinbrüche zu erfahren. Die nähere Untersuchung der Blüten ergab nun folgendes:

Im Allgemeinen haben die Blumen von *Echium rosulatum* mit denen von *E. vulgare* vieles Gemeinsame; die zygomorphe Gestalt mit senkrechter Lage der Symmetrieebene, Richtung und Längenverhältnisse der weit (ca. 7 mm) aus dem Saum hervorragenden Staubgefäße und des Griffels, die Lage der beiden Honigzugänge rechts und links von dem Filamentgrunde des oberen kürzesten Staubgefäßes, endlich die Proterandrie finden sich übereinstimmend bei beiden Arten. Die Blumenkrone von *E. vulgare* hat jedoch eine ausgesprochenere Trichterform, während die von *E. rosulatum* sich (s. Fig. 1 a) mehr der stielglockigen nähert. Dazu kommt, dass bei letzterer Art die weissgefärbte, verengt-röhrenförmige Basis der blauen, oberseits¹⁾ mit purpurnen Längsstreifen gezierten Corolle länger und durch besondere Einschnürungen unzugänglicher ist als bei *E. vulgare*. Dieser Röhrentheil (Fig. 1 a) erreicht nämlich eine Länge von 9—10 mm bei einem Durchmesser von ca. 5 mm am Eingang bis 3 mm an der Basis. Aeusserlich bemerkt man an ihm zwei seitliche, stark eingedrückte Furchen (bei f), welche den Insertionen der beiden mittleren Staubgefäße entsprechen; zwei schwächere Furchen liegen über den beiden unteren Staubgefäßen und eine noch schwächere auf der Oberseite der Röhre über dem oberen mediangestellten Staubgefäss. Auf dem Querschnitt durch die Blumenröhre (Fig. 1 b) sieht man, dass die beiden Honigzugänge (in genannter Fig. bei h) durch das obere (bei 1) und die beiden mittleren Filamente (bei 2), sowie durch die Einschnürungen zwischen ihnen bedeutend und zwar bis auf 1,5 mm verengt werden, während in der unteren Hälfte der Blüte der Zugang zum Honig durch den behaarten Griffel, die beiden mittleren und unteren Filamente, sowie die geringeren Dimensionen der Röhrenwandung selbst verhindert wird. Ein die Blüte ausbeutendes Insekt muss demnach mindestens eine Rüssellänge von 9—10 mm (gleich der Länge des engen Röhrentheils) besitzen, um den Honig in normaler Weise zu gewinnen, während bei *E. vulgare* schon ein ca. 4 mm langer Rüssel genügt²⁾. Dieser Umstand — nämlich die verlängerte und verengte Blumenröhre von

1) Es verdient als strikter Beweis für die Bedeutung der Saftmale hervorgehoben zu werden, dass bei symmetrischen Blüten, welche den Honig vorzugsweise an ihrer Oberseite absondern, die Honig anzeigenden Streifen oder Flecken ebenfalls an derselben Seite stärker hervortreten oder hier allein vorhanden sind, während bei umgekehrter Lage des Honigs die Saftmale vorzugsweise die untere Blütenpartie zieren. Beispiele für Wegweisung zu oberseitigem Honig liefern *Echium rosulatum* und *Plectranthus glaucocalyx*. (Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen einiger Labiaten p. 129.)

2) Man vergleiche z. B. die Besucherliste dieser Pflanze bei H. Müller (Befr. p. 265—266), nach der z. B. *Halictus cylindricus* mit 3—4 mm langem Rüssel noch den Honig zu erreichen vermag.

E. rosulatum — ist es nun auch, welche das abweichende Verhalten von *Bombus terrestris* mit einem nur 8—9 mm (bei ♂) langem Rüssel vollkommen verständlich macht. *Bombus hortorum* L. und *B. agrorum* F. mit längerem Rüssel vermögen dagegen ihr Saugrohr bis in den honighaltenden Blütengrund einzuführen. Durch die hier vorliegende Thatsache des Einbruchs und des Nichteinbruchs derselben Hummelart an zwei, nur wenig im Blütenbau verschiedenen Arten derselben Gattung wird uns der Grund dieser in mancher Beziehung räthselhaften, gewaltsamen Ausbeutungsweise deutlich zur Anschauung gebracht, indem letztere in diesem Falle sicherlich nur durch die gegen *E. vulgare* etwas veränderte Konstruktion der Blumenröhre veranlasst wird. Dass hierbei die ausgeschlossenen Insekten (wie *Bombus terrestris*) dennoch in einer der Blume schädlichen Weise zum Honig gelangen, beweist doch nur, dass die Pflanze in ihren ursprünglichen Entstehungsarten sich anderen langrüssligeren Hummelarten angepasst haben muss, während sie sich genanntem kurzrüssligen *Bombus* gegenüber in einem disharmonischen Verhältniss befindet. Es liegt da die Vermuthung nahe, ob nicht überhaupt die Bieneneinbrüche an bestimmten Blumenarten der Ausdruck von Disharmonie sein möchten. Ich habe schon in einer früheren Abhandlung (Beobachtungen etc. p. 19—20) darauf hingewiesen, dass die Zahl der von unsern einheimischen Hummelarten beobachteten Einbruchsfälle mit der Rüssellänge der betreffenden Art in umgekehrtem Verhältniss zu- oder abnimmt, sodass *Bombus terrestris*, die kurzrüssligste Art, auch die meisten Einbrüche und zwar immer an Pflanzen mit unerreichbaren oder ihr wenigstens unbequem gelegenen Nectarquellen ausführt. Ebenso habe ich den Zusammenhang dieser biologischen Gewohnheit der Hummeln mit einer modificirten Oberkieferbildung bei dem alpinen, aber auch in Mitteldeutschland vorkommenden *B. mastrucatus* Gerst. angedeutet, dessen zahlreiche räuberische Angriffe auf Alpenblumen H. Müller durch Annahme von „Dysteleologie“ (Kosmos Bd. V p. 422) zu deuten suchte. Ich glaube, dass damit eigentlich wenig neue Einsicht gewonnen wird, zumal in Bezug auf die Organisation der Hummel doch kein Fall von Dysteleologie, sondern vielmehr von gesteigerter, sogar in besonderen morphologischen Charakteren (Zahnbildung der Oberkiefer) zu Tage tretender Anpassung an gewaltsame Blumenausbeutung vorliegt. Bei Annahme von Disharmonie d. h. ursprünglicher gegenseitiger Nichtanpassung der Hummel und der von ihr ausgeplünderten Blumen würde die Erscheinung analog der sein, dass unsere einheimischen Bienen sich einer sehr langröhrigen, fremdländischen Blume gegenüber befinden, welche sie nun des Honigs wegen gewaltsam zu erbrechen suchen (wie ich z. B. im bot. Garten *B. terrestris* an *Lathyrus latifolius*, *Monarda didyma* etc. einbrechen sah). Eine derartige Disharmonie muss sich naturgemäss sogar zwischen gewissen Blumen und gewissen Insekten eines und desselben Ge-

bietes entwickeln, sobald erstere Röhren mit am Grunde geborgenen Honig ausprägen, welche die Rüssellänge der betreffenden Besucher-kategorie übertreffen. Mit anderen Worten: Die Blumeneinbrüche gewisser kurzrüsslicher Hummeln und einiger anderer Bienen (*Apis*) sind eine consequente Folge der Röhrenverlängerung und excessiv tiefen Honigbergung gewisser Bienenblumen über ein bestimmtes, die mittlere Rüssellänge unserer einheimischen Bienen überschreitendes Mass hinaus. Hierdurch ist gleichzeitig ein Fingerzeig dafür gegeben, warum z. B. in unserer heimathlichen Flora so wenige Blumenformen mit Röhrenlängen von 17—20 *mm* oder mehr unter den zahlreichen Hummel- und Bienenblumen ausgeprägt worden sind, indem durch derartige stark verlängerte Röhren die Mehrzahl der einheimischen, ganz überwiegend¹⁾ kurzrüsslichen Bienenarten vom Besuch der betreffenden Blüten abgehalten, und die Blumen in Folge davon in ihrer normalen Fortpflanzung gefährdet worden wären. Blumenröhren (bei Bienenblumen) und Bienenrüssel bewegen sich in unserem norddeutschen Gebiet vorwiegend in Längenmassen zwischen 5 bis 12 *mm*.

2. *Psilostemon orientale* DC.

Taf. VIII. Fig. 2—3.

Auch diese Pflanze liefert wieder ein Beispiel dafür, wie abweichend die Bestäubungseinrichtungen nahverwandter Pflanzen construiert sein können. *Borrago officinalis* L. hat hängende Blüten mit sehr kurzer Röhre und radförmigen Saum, aus dessen Mitte der den Griffel dicht umschliessende und in seinem Innern pulverigen Blütenstaub bergende Antherenkegel mit sehr kurzen Filamenten hervorragt. Die Blütenconstruction ist nun daraufhin eingerichtet, dass die Rüsselführung zwischen die Filamente hindurch zu erfolgen hat, damit der Antherenkegel etwas geöffnet wird und Pollen auf die Bauchseite der von unten sich an die Blüte anklammernden Biene fällt, welche ihn dann auf die hervorstehende Narbe einer demnächst besuchten, im weiblichen Stadium befindlichen Blüte überträgt. Die Blüten von *Borrago orientalis* L. (= *Psilostemon orient.* DC.) haben dagegen eine ca. 8 bis 9 *mm* lange Blumenröhre, die in 5 schmale, ca. 11 *mm* lange, blaugefärbte, zurückgebogene Abschnitte übergeht; der Eingang zur Röhre wird zunächst durch 5 weisse, stumpfzweilappige, aufwärts gerichtete Hohlschuppen, ausserdem aber durch die Staubgefässpyramide verengt, die sich hier — ganz verschieden von der bei *B. officinalis* — durch die Länge der Filamente und Kürze der Antheren auszeichnet (Fig. 2). Die Höhe der Pyramide über dem Saum beträgt nämlich circa 11 *mm*, von denen jedoch nur etwa 3 *mm* auf die braunen Antheren kommen, während der übrige Theil ganz von den langen und

1) Vergl. Beobachtungen etc. p. 7.

dünnen, röthlich - weissen Filamenten gebildet wird. Die dicht zusammenneigenden Antheren werden an den weiter entwickelten Blüten um etwa 1 *mm* von dem kugelförmigen Narbenkopf mit entwickelten Papillen überragt, während an der eben sich öffnenden Blüthe die noch nicht empfängnisfähige Narbe um ebensoviel von den Staubbeuteln an Länge übertroffen wird. Letztere öffnen sich wie bei *B. officinalis* nach innen. Charakteristisch ist ferner für die Blüthe von *Psilostemon* die reichliche Ausstattung mit Schutzhaaren; nicht bloss die schmalen Spalten zwischen den Filamenten und Schlundklappen sind mit einzelnen zerstreuten Haaren versperrt, sondern es findet sich auch im Innern der Blumenröhre ein doppelter Haarverschluss; einerseits tragen die Filamente an ihrer Basis je einen dichten Haarbüschel (Fig. 3a bei o, stärker vergrössert in Fig. 3b), andererseits stehen etwas tiefer zwischen den Insertionen der an die Röhre ein Stück angewachsenen Staubfäden ebenfalls Haare, die fast zu einem Ringe zusammen schliessen (Fig. 3a bei u). Da der Honig wie bei *B. officinalis* von der stark polsterartig entwickelten Unterlage des Fruchtknotens abgesondert wird, so hat der doppelte Haarkranz offenbar den Zweck einer Saftdecke und beschränkt im Verein mit der Staubgefässpyramide sowie den Hohlschuppen den Honigzugang auf die dem Griffel nächste, centrale Partie der Blüthe, sodass ein Insektenrüssel den Nectar nur auf dem Wege durch die Spalten zwischen den Staubgefässen erreichen kann.

Da ich bis jetzt kein die Bestäubung normal vollziehendes Insekt an der Blume beobachtet habe, so blieb mir dieselbe räthselhaft. So viel scheint jedoch aus der ganzen Anlage derselben hervorzugehen, dass ein Anfliegen z. B. einer Biene oder Hummel auf die Corollenabschnitte und das Einführen des Rüssels zwischen die Filamentzwischenräume keinen Erfolg für die Bestäubung haben könnte, da dabei die Narbe gar nicht berührt werden und auch die Bestreuung einer die Narbe streifenden Körperstelle kaum mit Sicherheit erfolgen würde. Nimmt man dagegen an, was viel mehr Wahrscheinlichkeit hat, dass ein Anfliegen auf die so weit hervorstehende starre Staubgefässpyramide beabsichtigt sei, wobei zunächst die Narbe berührt werden würde und dann eine Einführung des Rüssels an der Narbe vorbei zwischen den Antheren hindurch zum Zweck der Bestreuung des Rüssels mit Pollen erfolgen könnte, so gelangt man zu der Folgerung, dass dann zur Ausbeutung des honigführenden Blüthengrundes ein ca. 20 *mm* langer Rüssel (nämlich 11 *mm* für die Filamentröhre und 9 *mm* für die Blumenröhre) des Besuchers vorhanden sein müsste. Da Hummeln von dieser Rüssellänge und damit korrespondirender Körpergrösse kaum auf der schlanken und hohen Staubgefässpyramide in geeigneter Stellung sich festhalten können und auch ihr Rüssel zur Einführung zwischen Narbe und Antheren zu dick erscheint, so kann ich mir keine anderen normalen Bestäuber denken als Tagfalter. Freilich würde

eine derartige Anpassung über das bis jetzt im Kreise der Borragineen Bekannte hinausgehen, allein die Konstruktion der Blüthe macht Bestäubung durch Falter in hohem Grade wahrscheinlich. Da jedoch in derartigen Fällen der faktische Insektenbesuch einzig entscheidend ist, so halte ich, bis derartige Beobachtungen gemacht sind, mein definitives Urtheil lieber zurück. Möglich wäre z. B. auch noch ein erstes Anfliegen einer mittelgrossen Biene an die Staubgefässpyramide, wobei die Narbe berührt würde, und dann nach vergeblichem Honigsuchen ein Herunterkriechen an der Pyramide bis zu den Corollenzipfeln, von denen aus dann zwischen den Filamenten hindurch der Honig in einer Tiefe von ca. 9 mm erreichbar sein würde; eine regelmässige Pollenbestreuung des Besuchers resp. gesicherte Kreuzung würde aber auch auf diese Weise nicht erreicht sein.

3. *Symphytum cordatum* Willd., *S. grandiflorum* DC., *S. asperrimum* Sims. und *S. officinale* L. var.¹⁾

Taf. VIII, Fig. 4—7.

Obgleich obige *Symphytum*-Arten in ihren Bestäubungseinrichtungen nicht wesentlich von dem oft beschriebenen *S. officinale* abweichen, so habe ich dieselben doch ganz besonders in ihrem Insektenbesuch überwacht, weil gerade an den Blumen dieser Gattung Hummeleinbrüche in grösster Ausdehnung stattzufinden pflegen, und ich daher hoffte, hier Aufschlüsse über die näheren Umstände derselben zu erhalten. Auch im Botanischen Garten wurden sowohl *S. officinale* als auch *S. asperrimum* massenhaft von *Bombus terrestris* ausgeplündert, so dass z. B. an einem fast mannshohen, mit vielen Tausenden von Blüthen bedeckten Exemplar ersterer Art nicht eine einzige, vollkommen geöffnete, unerbrochene Blüthe aufzufinden war; nur eben sich öffnende Blumen waren noch intakt; in vielen Fällen sah ich auch die Uebelthäter (besonders *Bombus terrestris* L. ♀ und ♂, sowie *B. pratorum* L. ♂) den Grund der Blumenkrone mit ihren Oberkiefern anbeissen. Langrüsslige Hummeln wie *Bombus hortorum* L. und *B. agrorum* F. fand ich dagegen immer in normaler Weise Honig saugen. Nun ist bereits aus der Beschreibung H. Müller's (Befr. p. 268) von *Symphytum officinale* bekannt, dass an den Blüthen derselben den Hummeln ein doppelter Weg zum Honig freisteht, nämlich entweder auf den längeren (eine Rüssellänge von ca. 11 mm erfordernden) Wege zwischen den Antheren oder auf einem kürzeren (nur einen 8 mm lan-

1) Da ich nicht sicher weiss, ob die im Botanischen Garten unter dem Namen *S. peregrinum* Led. kultivirte Pflanze wirklich diese Art ist und die Blüthe derselben mir durch kein wesentliches Merkmal von der von *S. officinale* verschieden scheint, so bezeichne ich die Pflanze vorläufig als *S. officinale* L. var.

gen Rüssel verlangenden) zwischen den Filamenten; die Staubgefäße bilden hier bekanntlich wie bei *Borrago* einen um den Griffel zusammenneigenden Kegel, der ausserdem durch die mit den Staubgefäßen abwechselnden Hohlschuppen nach aussen bis auf schmale Zugänge geschlossen erscheint. Warum führen nun die kurzrüssligen Hummeln nicht auf dem kürzeren, für ihre Rüssellänge (ca. 9 mm) vollkommen bequemen Wege das Saugorgan zwischen den Filamenten ein und ziehen den doch zeitraubenderen Einbruch vor? Müller giebt hierfür abweichend von Sprengel die Erklärung, dass die an den Rändern der Hohlschuppen vorhandenen starren Spitzen die Insekten von einem seitlichen Einführen des Rüssels abhielten und sie zwängen entweder denselben an der Spitze des Antherenkegels einzuführen oder überhaupt auf normale Honigausbeutung der Blume zu verzichten. Da für jenen langen Weg der Rüssel von *Bombus terrestris* zu kurz erscheint, so wird uns dadurch der Einbruch dieser Art verständlich.

Auch v. Kerner (Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste. p. 36) erwähnt die in Rede stehenden Spitzen der Hohlschuppen und vergleicht sie treffend mit den Fortsätzen der Schwertfische; er sagt (a. a. O.) folgendes: „Nur den äussersten Spitzen dieser Epiblasteme oder Schlundklappen fehlen die zahnartigen Bildungen und durch das Löchelchen am Scheitel des Hohlkegels, welches eben von den Spitzen der Schlundklappen umrandet wird und durch welches der Griffel vorragt, können Insekten, welche mit einem entsprechend langen Rüssel ausgestattet sind, Nectar aus dem Blüthengrunde saugen, ohne dabei an ihrem Rüssel Schaden zu leiden. Nur wenn sie auf dem angedeuteten Wege saugen, streifen sie dabei auch zuerst die Narbe und später die Pollenbehälter, werden mit stäubendem Pollen bestreut und veranlassen, wenn sie von Blüthe zu Blüthe fliegen, Kreuzung der Blüten. Das Einführen des heiklen Rüssels an anderer Stelle, etwa durch die Spalten zwischen den Klappen, wird dagegen von diesen Insekten gewiss nicht ausgeführt, weil sie dort mit dem stacheligen Besatz in Berührung kommen würden. Und insoweit fungiren daher die Stachelchen hier wieder als Wegweiser für die Gäste. Insofern aber diese fünf stacheligen Schlundklappen auch noch andere kleinere Insekten vollständig zurückhalten, welche beim Fehlen dieser Gebilde Nectar geniessen könnten, ohne die Narbe zu streifen, beziehungsweise das Ausfallen des Pollen und die Bestreuung des Rüssels mit denselben zu veranlassen, sind dieselben auch als Schutzmittel gegen unberufene Gäste anzusehen.“

Die Frage, ob diese von Müller und Kerner hervorgehobenen verschiedenen Funktionen der Schlundklappenstacheln nicht auch durch anderweitige Momente sich bestätigen lassen, ist gewiss interessant genug, um eine genauere Untersuchung derselben bei obigen verschiede-

nen *Symphytum*-Arten zu rechtfertigen. Ich fand nun folgendes. Die in Rede stehenden „Stacheln“ sind bei allen vier obengenannten Arten, jedoch in ganz verschiedener Ausprägung vorhanden. Morphologisch sind sie einfache Ausstülpungen der Epidermiszellen (Trichome), und zwar nehmen sie sowohl die Spitze (Fig. 4b), als den Rand der Schlundklappen (Fig. 4c) ein; nach der Spitze des Organs nehmen sie jedoch stets an Grösse ab und erscheinen hier mehr in der Form stumpfer Zellpapillen. Besonders bemerkenswerth ist es, dass sie bei jeder der oben genannten Arten in einer ganz charakteristischen Gestalt auftreten, wie ein Vergleich der Figuren 4b und c, 5b, 6c und d, 7b zeigt. Bei dem gelblüthigen *S. cordatum* Willd., das verhältnissmässig kurze Blumenglocken (von ca. 15 mm Länge) hat, sind die Trichome an den Seiten der Schlundklappen (Fig. 4c) verhältnissmässig am längsten (nämlich ca. 0,3 mm) und von fast cylindrischer Gestalt, während die an der Spitze (Fig. 4b) um die Hälfte kürzer und stumpfkönisch erscheinen. Die „Stacheln“ von *S. asperrimum* Sims., dessen zuerst rothe, dann blaue Blumenglocken (Fig. 6a) gleichfalls eine Länge von 15 mm haben, treten an den Seiten der Klappen als Erhebungen von dreieckig spitzem Umriss (Fig. 6d) und ca. 0,16 mm Höhe, an der Spitze als Zellen von fast zwiebelförmiger Gestalt (Fig. 6c) auf; bei dem gleichfalls roth, dann blauviolett blühenden *S. officinale* L. var., dessen Blumenröhren (Fig. 7a) circa 18 mm lang, aber enger als die von *S. asperrimum* waren, treten sie am oberen Theil der Klappen als dreiseitige Zähne, in der Mitte als kegelförmige Erhebungen mit stumpf vorgezogener Spitze (Fig. 7b) auf; an der Basis waren sie stark zusammengedrängt und in längere, spitzere Fortsätze ausgezogen. Am kürzesten (nämlich nur 0,14 mm hoch) und nur als flach dreieckige Zähne (Fig. 5b) ausgebildet, erscheinen sie bei *S. grandiflorum* DC., dessen gelbe Blumenglocken (Fig. 5a) die verhältnissmässig längsten (über 18 mm) und engsten unter den 4 untersuchten Arten waren; sie unterschieden sich ausserdem bei dieser Art an der Spitze und an den Seiten nicht wesentlich von einander, und stehen sogar an der Spitze etwas dichter zusammengedrängt als an den Seiten. Man kann demnach die 4 Arten nach der Form ihrer Schutztrichome auf den Schlundklappen unterscheiden, und zwei so nah verwandte Arten wie *S. cordatum* und *S. grandiflorum* bilden deutlich biologisch verschiedene Anpassungsstufen, indem bei der weit- und kurzröhrigen ersten Art die Schutzhaare als sehr lange starre Cylinder, bei der eng- und langröhrigen zweiten Spezies nur als zahnartig kurze Gebilde ausgeprägt sind. Da die Schutztrichome der lang- und engröhrigen Art bei dem durch die Röhrenlänge gesteigertem Ausschluss kurzrüsslicher Besucher am meisten entbehrlich sein mussten, bei weit- und kurzröhrigen Blumen aber ein vorzügliches Mittel darstellen, un-

berufene Gäste fernzuhalten, so erklärt sich ihr entgegengesetztes Verhalten bei beiden genannten *Symphytum*-Arten durchaus ungezwungen. Auf die Ungleichheit in der Ausbildung der „Stacheln“ bei *S. asper-rimum* und *S. officinale* var. wage ich bei den Zweifeln, die ich über die Bestimmung der im Botanischen Garten kultivirten Formen hege, vorläufig keine weiteren Schlüsse zu gründen. Jedenfalls ist der Formen- und Grössenwechsel der genannten Trichome in Zusammenhang mit der grösseren oder geringeren Zugänglichkeit des Blumenhonigs bei den verschiedenen Arten ein weiterer Beweis für ihre Bedeutung theils als Organ der Rüsselführung (nach Müller) theils als Schutzmittel gegen unberufene Blumengäste (nach Kerner). Eine weiter eingehende Prüfung der verschiedenen *Symphytum*-Arten in der angedeuteten Richtung behalte ich mir vor.

Die sonstigen Unterschiede in den Bestäubungseinrichtungen obiger 4 *Symphytum*-Arten sind wenig belangreich. Hervorzuheben dürfte nur der bei *S. asperrimum* Sims. hervortretende Umstand¹⁾ sein, dass der Griffel an der herabhängenden Blüthe sich kurz vor seinem Ende mit einem stumpfen Knie (Fig. 6b) nach vorn zu umbiegt, so dass die Narbe im Vergleich mit geradgriffligen Arten fast um 90° gegen die sonstige Lage gedreht erscheint. Gewiss liegt auch darin eine besondere, wohl nur durch den heimathlichen Insektenbesuch dieser kaukasischen Pflanze zu deutende Anpassungseigenthümlichkeit. Das Auftreten derartiger spezifischer, nur auf den einzelnen Artenkreis sich beschränkender Bestäubungseinrichtungen, zu denen auch die oben erwähnte, von Art zu Art variirende Ausbildung der Schutztrichome auf den Schlundklappen gehört, verdient das aufmerksamste Studium, von dem sich mit Sicherheit neue wichtige Aufschlüsse in Bezug auf das Verhältniss der biologischen Blütencharaktere zu sonstigen systematischen Artmerkmalen erwarten lassen.

Der Insektenbesuch der 4 *Symphytum*-Arten im Botanischen Garten war insofern verschieden, als *S. grandiflorum* und *cordatum* zu den schon im April aufblühenden Arten gehören; ich fand daher als normalen Bestäuber an ihnen auch nur die fröherscheinende, langgrüsslige *Anthophora pilipes* F. *Apis* sah ich an erstgenannter Art nur Pollen sammeln, indem sie den Antherenkegel an der Blütenmündung sitzend öffnete, ohne dass es ihr natürlich mit ihrem 6 mm langen Rüssel gelang, Honig zu erreichen; *Bombus lapidarius* ♀ machte (7. 5. 82) an der genannten Art wohl erfolglose Saugversuche; einmal beobachtete ich auch *B. hortorum* L. ♀ (22. 5. 83). Viel reichlicher erschien der Insektenbesuch an den im Mai und Juni vorzugsweise blühenden violett-blumigen Arten. Ich notirte als normal Honig erbeutende Arten an

1) Nachträgl. Anm. Jedoch hat sich bei nachträglicher nochmaliger Prüfung Inkonstanz der Griffelknickung herausgestellt.

Symphytum officinale L. var. folgende Bienen: 1. *Bombus hortorum* L. ♂ und ♀), 2. *B. agrorum* F. ♀ und 3. *B. hypnorum* L. ♀, die ersteren beiden in überaus zahlreichen Exemplaren, die letztgenannte schöne Art nur in wenigen Individuen in einem einzigen Beobachtungsjahr. (18. 6. 82) Massenhaft fanden Einbrüche dagegen durch *B. terrestris* L. ♀, *B. lapidarius* L. ♀ und auch *B. pratorum* L. ♀ statt, die bereits auch H. Müller als Honigräuber an *Symphytum* nennt. Von letztgenannter Hummelart sah ich jedoch auch einzelne Exemplare ihren Rüssel probeweise in den Antherenkegel einführen. Dies versuchte auch bisweilen die Honigbiene, die sich jedoch in der Mehrzahl der Fälle der von den Hummeln gebissenen Löcher beim Honigsaugen bediente. Niemals sah ich sie selbst den Einbruch ausführen. Auch *Anthidium manicatum* benutzte in einem Falle (22. 6. 83) die Hummellöcher.

Die ausserordentlich zahlreichen Einbrüche der Erdhummel an einem *Symphytum*-Exemplar des Botanischen Gartens veranlassten mich zur Anstellung einer besonderen Beobachtungsreihe über den Einfluss dieser Einbrüche auf die Samenerzeugung der ihnen unterworfenen Pflanze. Ich wählte nämlich am 11. Juni 1885 verschiedene Inflorescenzzweige aus, an denen sämtliche in Anthese begriffenen Blüten Hummeleinbrüche aufwiesen, entfernte die bereits völlig abgeblühten oder noch nicht geöffneten Blüten der Wickel und bezeichnete die betreffenden Zweige. Auf diese Weise hatte ich im Ganzen 73 Blüten unter Controlle; von diesen zeigten sich am 4. Aug. 46 Blüten völlig vertrocknet; dagegen fanden sich in 27 Blüten 41 reife oder halbreife Theilfrüchte. In der Regel waren nur 1—2 Theilfrüchtchen ausgebildet, selten alle 4; fast 37 pCt. der Blüten waren somit trotz der Einbrüche normal befruchtet worden. Auch zeigte sich auch an den anderen, nicht näher bezeichneten Zweigen der Pflanze, von der zweifellos die Mehrzahl der Blüten ebenfalls Einbrüche erlitten hatte, dass trotzdem Frucht- und Samenbildung eine ziemlich reichliche war. Ein Vergleich mit einem nicht durch Hummeleinbruch geschädigten Exemplar konnte nicht ausgeführt werden, da ein solches genannter Art im Garten nicht vorhanden war, und ich auch kein Mittel hatte, bestimmte Blüten vor einbrechenden Hummeln zu schützen, ohne gleichzeitig nützliche langrüsslige Hummeln mit auszuschliessen. Ich glaube, dass trotzdem das Resultat auffallend genug ist und Wiederholung verdient. Denn bisher scheint die Meinung verbreitet zu sein, dass Einbruch die davon betroffene Blume an normaler Fortpflanzung absolut hindere; bei obigem *Symphytum* war das jedoch keineswegs der Fall. Mag es nun sein, dass in dem Falle, wo in einer erbrochenen Blume doch Samenbildung stattfand, normale Bestäubung schon vor dem Einbruch eingetreten war oder mag das Einbeissen von Löchern in die Blumenkronenröhre Griffel und Ovarien häufig unbeschädigt lassen, so muss jedenfalls die Meinung aufgegeben werden,

dass Hummeleinbrüche unter allen Umständen die Samenbildung der betreffenden Blume aufheben. Die Einbrüche stellen sich im Hinblick hierauf vielleicht als harmloser heraus, als man bisher annahm, wenn dies auch nicht für alle Pflanzen in gleicher Weise Geltung haben wird.

4. *Anchusa ochroleuca* M. B.

Taf. VIII. Fig. 8—9.

Diese in Südrussland und im Orient einheimische *Anchusa* zeigt im Vergleich zu unserer *A. officinalis* nur geringfügige Unterschiede in den Bestäubungseinrichtungen. Die Länge der weisslich-gelben, im Vaterlande der Pflanze auch nach Blau und Rosa (vergl. Ledeb. Flor. ross. III. p. 119) variirenden Blumenkrone beträgt ca. 7—9 mm bei einem Röhrendurchmesser (im engsten Theil) von ca. 1,5 mm. Der Blütheneingang ist durch die dicht aneinanderliegenden, ca. 2 mm aus dem Saum hervorragenden, mit sehr langen, starren Borsten (Fig. 8) besetzten Schlundklappen stark verengt. Dieselben bilden einen vollkommenen Verschluss für die Staubgefässe, deren Antheren jedoch nicht wie bei *A. officinalis* bedeutend von dem Griffel überragt werden, sondern mit der Narbe fast in gleicher Höhe stehen. Im Knospenzustande oder bei eben sich öffnenden Blüten überragt die Narbe allerdings die Antheren um ca. 1 mm. Wahrscheinlich findet Fremdbestäubung gerade in diesem ersten Stadium statt, da später die Corollen ausserordentlich leicht abfallen und nothwendigerweise, wenn nicht vorher Insektenbesuch stattfand, bei dem Vorüberstreifen der Antheren an der Narbe Selbstbestäubung erfolgen muss. Wie bei *A. officinalis* sind die Blüten homogam, da ich an frischen Blüten die Narben mit ihren wie bei *Pulmonaria* gestalteten Papillen (Fig. 9) bei gleichzeitig stäubenden Antheren vollkommen entwickelt fand. Eine eigenthümliche Umfärbung erleiden die Schlundklappen; dieselben sind nämlich an ganz frischen Blüten durchaus weiss, später nehmen sie aber eine bräunliche Färbung an, welche ihnen das Aussehen vertrockneter Theile giebt. Ob damit vielleicht für die Bestäuber ein Unterschied zwischen frischen, noch unbesuchten Blüten und bereits befruchteten, honigärmeren angedeutet werden soll, wage ich nicht zu entscheiden, da ich nicht weiss, ob die Missfärbung der Schlundklappen an dem beobachteten Exemplar etwa durch pathologische Ursachen hervorgerufen sein könnte. Die Verschiedenheit in der Stellung von Anthere und Narbe bei *A. ochroleuca* und *officinalis* ist um so interessanter, als letztere Pflanze nach Warming (Smaa biologiske og morfologiske bidrag. Kopenh. 1877, p. 115—116) in Dänemark dimorph heterostyl und zwar mit Zwischenstufen zwischen der lang- und kurzgriffligen Form vorkommt; im Herbst entwickeln sich ausserdem kleinere Blüten mit Narbe und Staubbeutel in fast gleicher Höhe. Wir haben also in *Anchusa officinalis* das Beispiel einer Pflanze, welche zwischen

Homo- und Heterostylie variirt und können daher auch nicht erstaunt sein, dass es in derselben Gattung Arten mit an Länge wenig differirenden Geschlechtsorganen wie *A. ochroleuca* giebt. Möglicherweise entwickelt auch letztere Pflanze unter Umständen lang- und kurzgriffliche Formen.

Der Insektenbesuch von *A. ochroleuca* im Botanischen Garten war ein reichlicher; am häufigsten flogen *Bombus agrorum* F. ♀ und ♂ stetig von Blume zu Blume und vermieden dabei augenscheinlich die Blüten mit bräunlich gefärbten Schlundklappen; auch andere Hummelarten wie *B. hortorum* L. ♀, *pratorum* L. ♀ und *lapidarius* ♀ waren nicht selten. Von sonstigen Apiden bemerkte ich *Osmia rufa* L. ♀ und ♂, *Apis* und *Prosopis armillata* Nyl., von denen die letzte nur auf Pollenraub ausging.

5. *Caryolopha sempervirens* L.

Taf. VIII. Fig. 10.

Die Blumen der in Südeuropa und in England vorkommenden Pflanze zeichnen sich durch ein sehr schönes Himmelblau aus, von dem sich die fünf weissen Schlundklappen nebst ebenso vielen, von ihnen ausgehenden, kurzen weissen Mittelstreifen der Corollenlappen wirkungsvoll abheben. Der Durchmesser des flach ausgebreiteten Saumes (Fig. 10a) beträgt 10--13 mm, die Länge der Blumenröhre bis zur Höhe der stark rauhhaarigen (Fig. 10b bei h), stumpfen Hohlschuppen 4 mm, aussen dagegen bis zum Corollensaume gemessen nur 2 mm. Die Hohlschuppen stehen so dicht zusammen, dass nur eine ca. $\frac{3}{4}$ mm enge Oeffnung zwischen ihnen freibleibt; dicht unterhalb derselben und mit ihnen abwechselnd stehen die fünf Antheren, die mit kurzen Filamenten an der Blumenröhre inserirt sind (Fig. 10b). Der Narbenkopf, dessen ganze Oberseite mit kurzen, von Beginn der Blüthezeit an empfängnisfähigen Papillen besetzt ist, erreicht (Fig. 10c bei st) die halbe Höhe der Antheren. Im unteren Theil der Blumenröhre befinden sich als besondere Saftdecken vier nach innen gerichtete, kurze, behaarte Vorsprünge (Fig. 10c bei s), welche den Zugang zu den darunter liegenden Nectarien (Fig. 10c bei n) noch weiter erschweren, was bei der Enge des Blumeneingangs etwas auffällig erscheint und sich wohl durch die reichliche, den unteren Theil der Blumenröhre theilweise erfüllende Honigabsonderung erklärt. Der bei der Stellung des Narbenkopfes zwischen den Antheren unvermeidlich erscheinenden Selbstbestäubung wird dadurch vorgebeugt, dass die Antheren sehr zusammenhängenden Pollen enthalten, der ohne Weiteres nicht auf die Narbe gelangen kann. Steckt aber eine Biene ihren Rüssel in den sehr engen Eingang, so muss sie mit der einen Seite desselben den Narbenkopf, mit der anderen die Antheren streifen, und bewirkt so wie auch an den ähnlich

engerichteten Blüten von *Lithospermum* bei späteren Besuchen an andern, mit veränderter Körperstellung angesaugten Blüten Fremdbestäubung. Selbstbestäubung scheint bei ausbleibendem Insektenbesuch schliesslich der angeführten Stellung der Geschlechtsorgane wegen unvermeidlich zu sein.

Unter den Besuchern der Blume war *Apis mellifica* der häufigste und stetigste, indem dieselbe auf dem Corollensaume sitzend mit Sicherheit den Rüssel in den engen Blütheneingang einzuführen wusste, und wie aus fortgesetzten Saugakten zu schliessen war, die honigreichen Röhren auch sehr erfolgreich ausbeutete. Grössere Apiden scheinen von der Blüthe durch die grosse Enge des Zugangs ausgeschlossen zu sein. Ausser *Apis* fand ich nämlich nur noch *Osmia rufa* L. als seltenen Gast.¹⁾ Dagegen können dünne Falterrüssel sehr wohl bis zum Honiggrund vordringen und ich beobachtete dementsprechend auch mehrfach *Pieris Brassicae*. Bei den reichlichen Besuchen der Honigbiene an den Blumen von *Caryolopha* glaube ich vollkommen berechtigt zu sein, dieselben zu der Kategorie der Bienenblumen zu zählen, wenngleich es möglich ist, dass sie an ihren natürlichen Standorten auch von Schmetterlingen zahlreich besucht werden.

6. *Arnebia echioides* DC.

Taf. VIII. Fig. 11—12.

Ausser durch die bereits von Kuhn (Bot. Zeit. 1867, p. 67) für *Arnebia* im Allgemeinen angegebene Heterostylie sind die schön gelb gefärbten Blumen obiger Art durch fünf fast schwarz (genauer dunkelviolett) erscheinende, aber nicht ausnahmslos vorhandene Saftmalpunkte (Fig. 11a) ausgezeichnet. Die trichterförmigen, in 5 stumpfe Lappen gespaltenen Corollen haben 17 bis 23 mm lange Röhren, deren Weite im unteren Theil nur circa 2 mm beträgt, während der Saum einen Durchmesser von 11—25 mm aufweist. Bei der kurzgriffligen Form, deren Blumen (Fig. 11b) wenigstens an wilden Exemplaren²⁾ kleiner sind als die der langgriffligen, überragen die in ungleicher Höhe — nämlich bei ca. 12—15 mm Abstand von der Röhrenbasis — inserirten Staubgefässe den Narbenkopf um ca. 5 mm; an den langgriffligen Exemplaren (Fig. 11c) steht dagegen letzterer um 4—5 mm höher als die oberen Stamina, die in einer Höhe von 9—15 mm über der Basis der Röhre angeheftet sind. Die Griffellänge im letzteren Fall beträgt

1) Ob der ebenfalls nur in einem Falle gefangene *Halictus cylindricus* ♀ Saug-erfolge gehabt hat, kann ich nicht angeben.

2) Von wildwachsenden Exemplaren habe ich überhaupt nur Herbarium-Exemplare aus Armenien und Cappadocien untersuchen können; obige Messungen sind daher theilweise an todttem Material gemacht; das im Botanischen Garten kultivirte Exemplar war langgrifflig.

ca. 13—18 *mm*, im ersteren Fall 6—7 *mm*. Von den mit kurzen Filamenten der Röhre angehefteten Antheren sind 3 höher, 2 tiefer gestellt; der Narbenkopf ist zweilappig und trägt ziemlich stark entwickelte Cylinderpapillen (Fig. 12b); unter dem kleinen Fruchtknoten steht an gewöhnlicher Stelle das Nectarium, von dem ich jedoch nur 2 kleine Höcker (Fig. 12a bei n) honigabsondernd fand. Ein besonderer Saftschutz ausser einigen im Innern der Röhre zerstreuten Haaren ist nicht vorhanden.

Besonders merkwürdig erscheint das Verhalten der schwarzvioletten, an den Lappeneinschnitten der Corolle stehenden Saftmalpunkte. Schon bei oberflächlicher Untersuchung scheint es, als ob immer nur die jüngeren, zuletzt geöffneten Blüten jedes Wickels mit denselben versehen seien, während sie an den älteren fehlen. Der wahre Grund dieses Verhaltens wurde aber erst dann von mir richtig erkannt, als ich im vergangenen Jahre bestimmte, mit Saftmalflecken versehene Blüten des im Botanischen Garten kultivirten Exemplars mit einem Zeichen versah und während mehrerer aufeinanderfolgender Tage beobachtete. Durch eine auf diese Weise vom 28.—30. April 1885, sowie vom 1. bis 4. Mai 1886 durchgeführte Beobachtungsreihe konnte ich feststellen, dass die Flecken nach 1—3 tägiger Blüthezeit der betreffenden Blume allmählich verschwinden. Wir haben hier also den merkwürdigen Fall von zeitweilig auftretenden Honigsignalen. Die Sache kam mir so sonderbar vor, dass ich eine nähere mikroskopische Untersuchung der betreffenden pigmentführenden Zellen vornahm, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass das Verschwinden der Saftflecke auch an Blumen abgeschnittener, in einer feuchten Atmosphäre frisch erhaltener Zweige eintritt. An solchen Blumen liess sich leicht konstatiren, dass die gelbe Farbe an plasmatische Körnchen in den Zellen der Corolle gebunden ist, während die Zellen an den schwarz erscheinenden Saftmalstellen ausser den gleichen Pigmentkörnern eine dunkelviolettfarbene Flüssigkeit enthalten, welche anfangs die gelben Körnchen verdeckt. Nach und nach wird nun der violette Zellsaft farblos und die gelbe Farbe der Körnchen tritt hervor; für das blosse Auge erscheinen die Flecken nach einiger Zeit nur noch schattenartig, um nach einem ca. 24 stündigen Verweilen der Blumen in dem dampfgesättigten Raum völlig zu verschwinden. Dieser Wechsel der Pigmentirung steht auch mit einem besonderen Wachsthumsmodus der Corolle in Zusammenhang; an ganz jungen Blumenknospen liegen nämlich da, wo später die Saftmale auftreten, nabelförmig vertiefte Stellen und es scheint mir wahrscheinlich, dass diese vertieften Partien Orte lokalisirten Zellwachsthums sind, an denen das Gewebe der Corolle später als an den benachbarten Theilen derselben seine definitive Ausbildung erlangt. Gleichzeitig erscheinen diese nabelartigen Vertiefungen als letzte Rudimente von Hohlschuppen, welche ja bei den Borragineen

sehr häufig die Träger der Saftmalzeichnung zu sein pflegen. *Arnebia echioides* bekundet damit ganz deutlich ihre Abstammung von Stammeltern, deren Blumen mit Hohlschuppen versehen waren.

Da die Länge der Blumenröhren von *Arnebia* den Honig derselben nur den Saugorganen langrüsslicher Insekten zugänglich macht und ich im Botanischen Garten bisher nur *Bombus hortorum* L. ♀ (in einem Fall) an den Blumen saugend antraf, so dürfte die Blüthe wohl als Hummelblume zu bezeichnen sein. Auffallend erscheint ihr geringer Honigvorrath, sowie die Kleinheit der Nectarien, und gewiss steht damit auch das Verschwinden der Honigsignale in Beziehung. Da die Pflanze dimorph heterostyl ist, so ist nach bekannten Analogien anzunehmen, dass Bestäubung kurzgrifflicher Blüthen mit Pollen langgrifflicher (resp. umgekehrt) stattfinden muss, um erfolgreiche Kreuzung zu bewirken. Dabei wird es für die Bestäuber zeitersparend sein, wenn sie die frischen nectarhaltigen Blumen schon aus der Ferne von älteren, bereits besuchten und ihres spärlichen Honigs beraubten Blüthen unterscheiden können. Aus diesem Grunde mögen bei allen älteren Blüthen die Saftmale eingezogen werden. Uebrigens wird durch die Färbung letzterer die Regel bestätigt, dass nämlich die Farben der Saftmale den Blumenfarben verwandter Arten entlehnt seien, indem *A. perennis* DC. purpurviolette Blumenkronen besitzt. Eine zweite Art (*A. guttata* Bunge) hat wie *A. echioides* gelbe, mit Flecken gezierte Corollen und eine dritte (*A. densiflora* Ledeb.), ebenfalls gelbblüthige, zeichnet sich durch enorm verlängerte daumenlange Blumenröhren (vgl. Ledeb. Flor. ross. III. pag. 141) aus, so dass für dieselbe wohl Anpassung an Falterbesuch anzunehmen ist.

7. *Caccinia strigosa* Boiss.

Taf. VIII. Fig. 13.

Die in Wickeln aufrecht stehenden Blüthen dieser in Persien einheimischen Borraginee zeichnen sich durch einen etwas bauchigen ca. 11 mm hohen, stark bestachelten und gerippten Kelch (Fig. 13a) aus. Derselbe wird zunächst von der ca. 14 mm langen und 2,5 mm weiten Blumenröhre überragt, von deren Rande aus fünf schmal-lanzettliche, ca. 9 mm lange, himmelblau gefärbte Corollenzipfel sich horizontal oder schräg geneigt ausbreiten; am Grunde derselben erheben sich 2,5—3 mm hohe, stumpf zweilappige, etwas runzlige Schlundklappen von weissbräunlicher Farbe, zwischen denen ebenfalls am Rande der Blumenkrone 5 ungleich lange Staubgefässe inserirt sind. Dieselben (Fig. 13c) tragen auf starren Filamenten etwas bewegliche, nach unten zweispitzige Antheren mit stäubendem Pollen. Ein auffallend grosses Staubgefäss (Fig. 13b bei 1) erreicht die Länge des weit aus der Röhre hervorragenden, fadenförmigen Griffels, daneben stehen zunächst zwei kurze

Staubgefässe (Fig. 13 b bei k), während die beiden übrigen (Fig. 13 b bei k') wieder etwas länger sind, aber von dem Griffel noch um ca. 2 mm überragt werden. Unterhalb des Fruchtknotens sondert eine dicke Nectarscheibe reichlichen Honig ab. Würden nun die 5 Antheren zu gleicher Zeit stäuben, so würde sicherlich die längste derselben bei Erschütterung die benachbarte Narbe mit Pollen bestreuen und Selbstbestäubung würde unvermeidlich sein. Diese wird nun durch folgende Einrichtungen verhindert. Die vier kürzeren Antheren stäuben nämlich zuerst und zwar bereits in der noch geschlossenen Knospe; der sie überragende Griffel behält seine anfangs centrale Stellung nicht bei, sondern legt sich neben dem grossen, geschlossen bleibenden Staubgefäss an den Rand der Corolle; die Zipfel der letzteren orientiren sich so, dass an der Stelle der grossen Anthere und des Griffels ein grösserer Zwischenraum zwischen ihnen frei bleibt, als vor den kleineren Staubgefässen. Die Blumenkrone erscheint in diesem Stadium fast zygomorph in Bezug auf eine durch das grosse Staubgefäss und den ihm gegenüberliegenden Corollenzipfel gelegte Ebene. Wie ich mich nun durch direkte Beobachtung überzeugte, saugen normale Besucher wie besonders *Bombus hortorum* L. immer in der Weise an der Blume, dass die 4 kürzeren stäubenden Antheren auf ihre Oberseite, der Griffel nebst der uneröffneten Anthere auf die Leibesunterseite zu liegen kommen, indem sie an der erwähnten grossen Lücke zwischen den Corollenzipfeln anfliegen, wo sie auch sofort die Spitze des seitlich liegenden Griffels treffen und mit dem reichlich mitgebrachten Pollen vorherbesuchter Blüten streifen müssen. Selbstbestäubung bei Berührung der Griffelspitze mit der langen Anthere ist so lange ausgeschlossen, als letztere noch nicht stäubt, und Fremdbestäubung daher bei normalem Insektenbesuch vollkommen gesichert. Bei ausbleibendem Insektenbesuch kann schliesslich, nachdem auch die Pollenbehälter des grossen Staubgefässes sich geöffnet haben, Selbstbestäubung eintreten.

Die beschriebene Einrichtung zur Sicherung der Kreuzung steht unter den Borragineen wie es scheint, ohne Analogon da. Die ungleichen Dimensionen der Staubgefässe und ihre eigenthümliche Verstäubungsfolge bei *Caccinia* scheinen mit Anlage zu schräger Zygomorphie der Blüthe zusammenzuhängen, wie sie auch bei *Echium* und *Lycopsis*¹⁾ vorkommt.

Eine durch das lange Staubgefäss und den gegenüberliegenden Corollenzipfel gelegte Ebene ist nämlich schräg zur ursprünglichen Blütenmedianen gerichtet. Die ungleiche Wachsförderung der Stamina tritt übrigens schon sehr früh ein und zeigte sich bereits in einer nur ca. 1 cm langen Knospe (Fig. 13 b) vollkommen deutlich. Ich möchte daraus schliessen, dass die spezifische Bestäubungseinrichtung von *Cac-*

1) Vergl. Eichler, Blüthendiagramme I. p. 197.

cinia von einer ursprünglich gegebenen morphologischen Anlage herührt, welche durch Anpassung an Insektenbesuch nicht erst hervor gebracht, sondern nur gefördert worden sein mag.

Allgemeine Bemerkungen über die Borragineen.

Im Ganzen wurden im Botanischen Garten folgende Borragineen in ihrem Insektenbesuch von mir untersucht:

I. Blumen mit völliger Honigbergung.

Pflanzen der Zone I¹⁾ mit dunkelfarbigem Blumen:

1. *Myosotis alpestris* Schm.

Mit hellfarbigem Blumen:

2. *Lithospermum officinale* L.

II. Bienen- oder Hummelblumen.

Pflanzen der Zone I mit dunkelfarbigem Blumen:

3. *Lithospermum purpureo-coeruleum* L. — 4. *Pulmonaria angustifolia* L. — 5. *P. mollis* Wolff. — 6. *P. officinalis* L. var. — 7. *P. officinalis* × *angustifolia*. — 8. *P. saccharata* Mill. — 9. *Symphytum officinale* L. — 10. *S. officinale* L. var. — 11. *S. officinale* L. var. *coccineum*.

Mit hellfarbigem Blumen:

12. *Cerithe minor* L. — 13. *Symphytum cordatum* W. K.

Pflanzen der Zone II mit dunkelfarbigem Blumen:

14. *Caccinia strigosa* Boiss. — 15. *Caryolopha sempervirens* F. et M. — 16. *Cynoglossum Columnae* Ten. — 17. *Echium rosulatum* Lge. — 18. *Symphytum asperrimum* Sims.

Mit hellfarbigem Blumen:

19. *Anchusa ochroleuca* M. B. — 20. *Arnebia echioides* DC. — 21. *Symphytum caucasicum* M. B. — 22. *S. grandiflorum* DC.

Pflanzen der Zone III mit dunkelfarbigem Blumen:

23. *Mertensia virginica* DC.

An diesen Borragineenblumen wurden überhaupt Besuche ausgeführt:

	Zahl der Besuche	In Procenten des Gesamt- besuchs	Nach Parallel- Beobachtungen Müller's
Von langrüssligen Bienen	58	81,7	50
„ kurzrüssligen Bienen	7	9,8	18,9
„ Fliegen	5	7,1	17,4
„ Faltern	1	1,4	11,4
„ Insekten anderer Ordnungen.	—	—	2,3
	71	100	100

1) Vergl. die allgemeinen Bemerkungen über Labiaten in Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. IV. p. 131.

Uebereinstimmend ergibt sich hieraus, dass die vorzugsweise bienen- und hummelblüthigen Borragineen auch überwiegend von Bienen und Hummeln besucht werden, wie es theoretisch zu erwarten ist. Die Unterschiede der Prozentzahlen Müller's und der Beobachtungen im Garten sind wie bei den Labiaten darauf zurückzuführen, dass Müller auf ausgedehnterem Beobachtungsgebiet zahlreichere Insektenarten auf wenigen Pflanzen zu notiren hatte, während im Botanischen Garten die weniger zahlreichen Bestäuber sich auf desto mehr Pflanzenarten vertheilten. Es erhellt dies z. B. deutlich aus einem Vergleich des Insektenbesuchs an einigen vielbesuchten Borragineenblumen wie *Pulmonaria* und *Symphytum*. Während Müller an einer einzigen Art (*P. officinale*) 12 Besuche langrüsslicher Bienen, 3 Besuche kurzrüsslicher Bienen, 3 Besuche langrüsslicher Fliegen, 1 Falterbesuch und 1 Käferbesuch, im Ganzen also 20 Besuchsfälle aufzählt, wurden die obengenannten fünf *Pulmonaria*-Arten des Gartens 15 mal von langrüsslichen Bienen, 2 mal von kurzrüsslichen Apiden und 2 mal von Fliegen, im Ganzen also 19 mal besucht. Von *Symphytum officinale* giebt Müller an: 12 Besuche langrüsslicher Bienen (davon 8 normal d. h. ohne Einbruch stattfindend), 1 Besuch einer kurzrüsslichen Biene, ein Fliegen- und 1 Käferbesuch; ich konstatarie dagegen an den erwähnten sieben *Symphytum*-Formen des Gartens im Ganzen: 19 Besuche langrüsslicher (davon 11 normal) und 2 Besuche kurzrüsslicher Bienen. Die 20 Besuche an *Pulmonaria* wurden nach Müller's Listen auch von 20 verschiedenen Insektenarten, die 19 Besuche im Botanischen Garten nur von 11 verschiedenen Spezies, die 15 Besuche an *Symphytum* nach Müller ebenfalls von 15 verschiedenen Insekten, die 21 Besuche im Botanischen Garten dagegen nur von 10 verschiedenen Spezies ausgeführt. Diese in der Natur der verschiedenen Beobachtungsumstände begründeten Unterschiede erläutern das oben Gesagte wohl hinreichend.

Um den beobachteten Insektenbesuch an Borragineenblumen verschiedener geographischer Abstammung zu vergleichen, dient die folgende Zusammenstellung, bei der ich, wie früher, nur die Bienen- und Hummelblumen als die zahlreichsten berücksichtige. Es fanden Besuche (unter je 100) statt:

	An bienen- oder hummel- blüthigen Borragineen der Zone I pCt.	An eben- solchen der Zone II pCt.
Von langrüsslichen Bienen	85	80
„ kurzrüsslichen Bienen	10	8
„ Fliegen	5	8
„ Faltern	—	4
	100	100

Die Uebereinstimmung ist bei der verhältnissmässig geringen Zahl der Beobachtungen eine ausreichende. Die Unterschiede im Besuch hell- und dunkelfarbiger Borrachineen zeigt ferner die folgende Zusammenstellung:

	Besuche an hellfarbigen Borrachineen pCt.	Besuche an dunkelfarbigen Borrachineen pCt.
Von langrüssligen Bienen	94,1	77,8
„ kurzrüssligen Bienen	5,9	11,1
„ Fliegen	—	9,3
„ Faltern	—	1,8
	100	100

Wie bei den Labiaten zeigt sich also auch hier, dass die abweichend von der Lieblingsfarbe der langrüssligen Apiden gefärbten Blumen trotzdem durchaus nicht von letzteren vernachlässigt werden, sondern vielmehr eine scheinbare Steigerung der Besuche erfahren, indem die sämtlichen in Betracht kommenden, gelb- oder weissblumigen Borrachineen wegen ihrer trefflichen Honigbergung von Fliegen gar nicht und von kurzrüssligen Bienen nur schwach ausgebeutet werden konnten. Wenn demnach in einer Labiaten- oder Borrachineen-Gattung mit hinreichend tiefer Honigbergung neben dunkelfarbigen Arten auch weiss- oder gelbblüthige auftreten, so brauchen letztere an Besuchen langrüsslicher Apiden wegen abweichender Blumenfarbe keine Einbusse zu erfahren; vielmehr scheint in diesem Falle die Weiss- oder Gelbfärbung ein Mittel zu sein, die Anlockung auf einen kleineren Kreis langrüsslicher Bienen zu beschränken.

Im Vergleich zu dem der Labiaten (vergl. die Tabelle a. a. O., p. 133) zeigt der Insektenbesuch der Borrachineen keine wesentlichen Unterschiede in der Reihenfolge der angelockten Bestäuber kategorien, da bei beiden die langrüssligen Bienen entschieden das Hauptkontingent der Besucher stellen; kleinere Differenzen zeigt der Besuch der Falter, die lieber auf Labiaten- als auf Borrachineenblumen sich einfinden, sowie der der kurzrüssligen Bienen, die relativ häufiger an Borrachineen als an Labiaten anfliegen; der Besuch der Fliegen an Blumen beider Familien war im Botanischen Garten ungefähr der gleiche, nach Müller's Listen suchen sie die Labiaten stärker auf als die Borrachineen; es gilt dies aber nur von langrüssligen Fliegen, wie *Bombylius*, *Rhingia* etc., die im Botanischen Garten gar nicht vorkamen. Auch hier zeigt die Uebereinstimmung zwischen den statistischen Hauptergebnissen Müller's und meinen eigenen Beobachtungen recht deutlich, dass die Zählmethode mehr leistet, als man bei der relativen Geringfügigkeit des bisher gesammelten Beobachtungsmaterials erwarten sollte.

Die in ihren Bestäubungseinrichtungen bisher genauer beschriebenen Borragineenblumen lassen bei Weitem nicht diejenige Mannigfaltigkeit hervortreten, wie die der Labiaten. Trotzdem haben wir im Vorigen eine Reihe bisher unbekannter biologischer Eigenthümlichkeiten bei Borragineen nachweisen können, welche auch in dieser Familie von Gattung zu Gattung wechselnde und selbst innerhalb des einzelnen Gattungskreises variable Beziehungen zwischen Blumeneinrichtung und Insektenbesuch erkennen lassen. Neben den Anpassungsstufen der kurzröhrigen (2—4½ mm langen) Blumen mit geborgenen Honig (wie *Myosotis*-Arten, *Lithospermum arvense*, *Echinospermum*, *Omphalodes*, *Cynoglossum officinale*) und den zahlreichen Bienen- und Hummelblumen (die meisten Genera mit Ausnahme der genannten) treten auch bereits Spuren von Falterblüthigkeit auf (vielleicht *Psilostemon*, sowie *Arnebia densiflora* Ledeb.), die weiter zu verfolgen sind. Nach den wesentlichen Bestäubungseinrichtungen lassen sich zwei Haupttypen der Borragineen unterscheiden, nämlich solche mit offenen, nicht durch Schlundklappen gesperrten Blumen (*Echium*, *Pulmonaria*, *Mertensia*, *Arnebia*) und die durch Schlundklappen mehr oder weniger verengten Blumenröhren (vorzugsweise die Anchuseen und Cynoglosseen). Bei der Gruppe der Lithospermeen zeigt sich ein eigenthümliches Schwanken in dem Auftreten dieser Organe (siehe weiter unten), während bei den Cerintheen die Funktion der Hohlschuppen durch die dicht aneinanderschliessenden Corollenzipfel ersetzt wird.¹⁾ Das Zusammenfallen dieser biologisch bedeutsamen Unterschiede mit gewissen systematischen Gruppen ist keinesfalls zufällig. Ferner muss hervorgehoben werden, dass wenigstens unter den bis jetzt genauer in ihren Bestäubungseinrichtungen bekannten Borragineen nur diejenigen längere, schlundklappenlose Blumenröhren entwickelt haben, welche gleichzeitig besonders wirksame Mittel zur Sicherung der Fremdbestäubung besitzen; so ist *Echium* mit langen und weit geöffneten Blumenröhren ausgezeichnet proterandrisch, die ebenfalls langröhrigen Gattungen *Pulmonaria*, *Mertensia* und *Arnebia* enthalten zahlreiche heterostyl-dimorphe Arten. Die mit Hohlschuppen und relativ kurzen Blumenröhren versehenen Borragineen zerfallen ferner in solche mit frei exserirten (wie *Borrago* und *Psilotum*) oder mit geborgenen Antheren (*Anchusa*, *Nonnea*, *Symphytum*, *Caryolopha*, *Lithospermum arvense*, *Myosotis*, *Echinospermum*, *Cynoglossum*, *Omphalodes*). Von diesen sind vorwiegend diejenigen proterandrisch, welche exserirte Antheren (*Borrago*, *Psilotum*) besitzen, während die übrigen meist durch sehr engen Blütheneingang ausgezeichneten Gattungen homogam sind; bei letzteren erscheint im Falle ausreichenden Insektenbesuchs Fremdbestäubung in der Regel entweder

1) Ueber die Ehretieen und Heliotropeen kann ich keine Angaben machen, da ich dieselben bisher nicht untersucht habe.

durch die Stellung der Narbe zu den Antheren oder durch besondere Rüsselführung in dem sehr engen Blütheneingang (z. B. bei *Myosotis*) gesichert, bei ausbleibendem Insektenbesuch ist dagegen Selbstbestäubung mehr oder weniger unvermeidlich. Dass einzelne dieser Pflanzen wie z. B. *Anchusa officinalis* (nach Warming) auch dimorph-heterostyl auftreten können, ist eine verhältnissmässig seltene, wohl durch lokale Bestäubungsverhältnisse bedingte Ausnahme. Mit der Proterandrie kann bei den Borragineen wie auch bei gewissen Labiaten sowohl Gynodiöcismus als Zweigestaltigkeit der Corolle verbunden sein (so *Echium vulgare* in England nach Darwin gynodiöcisch, bei uns in der typisch grossblüthigen und lokal in einer kleinblüthigen als *E. Wierzbickii* Hab. auftretend).¹⁾ Besondere Mittel zur Sicherung der Selbstbestäubung kommen ebenfalls vor (Kleistogamie bei *Eritrichium* nach Kuhn, nachträgliches Auswachsen der Corolle und dadurch veranlasstes Vorüberstreifen der Antheren an der Narbe bei *Myosotis versicolor* nach Müller²⁾). Mittel sowohl zur Sicherung der Fremd- als der Selbstbestäubung vereinigt die oben beschriebene *Caccinia*.

In der plastischen Ausbildung variiren die Blumen der Borragineen von ganz kurzen (2—3 mm langen) und engen Röhren mit flach ausgebreitetem Saum (bei *Myosotis*) durch die Glocken- (*Symphytum*) und Trichter-Form (*Pulmonaria*) bis zu den stark erweiterten und zygomorph ausgebildeten, ca. 16 mm langen Röhren von *Echium*. Als epipetale Einstülpungen des Schlundes haben sich bei mehreren Unterzweigen der Familie (Anchuseen, Cynoglosseer) die Hohlschuppen entwickelt, die bei anderen Gruppen (Lithospermeen) in ihrem Auftreten schwanken oder ganz fehlen. Die Funktion dieser Schlundverengungen ist mannigfach; sie dienen als Schutzorgan gegen Regen, als Mittel zur Beschränkung des Honigzugangs (*Anchusa*, *Caryolopha*, *Lithospermum*, *Myosotis*), als Schutzdecke gegen Pollenplünderung und als Nebenapparat der Pollenausstreuung, indem sie sich z. B. bei *Symphytum* mit den Antheren kegelförmig um den Griffel zusammen legen und im Innern des so gebildeten Hohlraumes pulverigen Pollen beherbergen, endlich bilden sie ein vorzüglich wirksames Mittel der Rüsselführung. Ihre ganz ausserordentlich starke Behaarung (*Anchusa*) oder Ausstattung mit zackigen Trichombildungen (bei *Symphytum*) macht sie zu diesem Zweck besonders geeignet; auch beweist die stärkere Ausbildung der Schutztrichome an den Seiten der Schlundklappen im Vergleich zu ihrer schwachen Entwicklung an der Spitze dieser Organe auf das Deutlichste, dass dieselben die Einführung des Rüssels an den Seiten der Schlundklappen verhindern sollen. Die verschiedene Ausbildung genannter Trichome nach Form und Grösse bei

1) Nachträgl. Anmerk. Prof. Magnus fand nach mündlicher Mittheilung die kleinblüthige, weibliche Form von *Echium vulgare* auch bei uns auf.

2) Nature. Vol. X. p. 129.

den verschiedenen Arten genannter Gattung führt uns zu dem Schlusse, dass sie hier das Resultat später eingetretener und bei den einzelnen Arten ungleicher Anpassung sind. Da die Hohlschuppen bei einigen *Lithospermum*-Arten mit kurzer Röhre (*L. officinale* L.) vorhanden, bei anderen mit längerer Röhre (*L. arvense*) nur als 5 Falten angedeutet sind, ferner bei der verwandten *Pulmonaria* ebenfalls rudimentär als 5 fast zu einem Ringe zusammenschliessende Haarbüschel auftreten und bei *Arnebia* zu 5 nur während des Knospenzustandes vorhandenen, nabelartigen Vertiefungen reduziert erscheinen, so darf man vermuthen, dass innerhalb der Gruppe der Lithospermeen die Verkümmerng der ursprünglich vorhandenen Hohlschuppen eingetreten ist, sobald durch verlängerte Blumenröhren eine anderweitige, ausreichende Sicherung der Honigbergung erreicht war. Die Nektarabsonderung findet bei den Borragineen in gleicher Weise wie bei den Labiaten allgemein aus einer unterweibigen Drüsenscheibe statt, die sich auch in 4 Lappen theilen kann (*Pulmonaria*, *Anchusa*); bei *Lithospermum arvense* soll nach Müller der Fruchtknoten selbst eine spärliche Menge von Honig absondern. Der Weg zum Honig wird durch Enge des Blumeneingangs (*Caryolopha*, *Lithospermum*, *Myosotis*) oder durch Länge der Blumenröhren (*Arnebia*, *Pulmonaria*) erschwert oder bei weit geöffneten Blumen wie denen von *Echium* auf besondere, durch die Stellung der Staubgefäße und die plastische Ausbildung der unteren Blumenröhre bedingte Honigzugänge beschränkt; in letzterer Beziehung ist *E. rosulatum* wie wir zeigten, noch um einige Schritte über *E. vulgare* hinausgegangen, während bei *E. creticum* sich sogar bisweilen zwei Honigsporne entwickeln sollen.¹⁾

Die beiden bei den Labiaten (s. a. a. O. p. 138) in Bezug auf Pollenschutz unterschiedenen Gruppen kehren auch bei den Borragineen wieder, wenn auch die überwiegende Mehrzahl letzterer vollkommene Bergung der Antheren entweder durch die Blumenblätter selbst (*Cerinthe*) oder durch tiefe Insertion innerhalb der Blumenröhre (z. B. bei der langgriffligen Form von *Pulmonaria* und *Arnebia*) oder unter Schlundklappen (wie die meisten Gattungen der Anchuseen und Cynoglossees) erworben hat. Pollenschutzrichtungen fehlen bei *Echium* wohl in Zusammenhang mit der stark ausgeprägten Proterandrie ganz; bei *Borrago* ist trotz des frei hervorragenden Staminalkügels Pollenschutz durch dichten Schluss der Antheren und Oeffnung derselben nach der Innenseite zu gesichert. Eine Steigerung in der Exponirung der Staubgefäße zeigt *Psilostemon*, bei welchem durch dieselben Mittel der Pollen geborgen erscheint. Bei der kurzgriffligen Form von *Pulmonaria*, bei welcher die Stamina im Blütheneingang stehen, erscheint der Pollenschutz nur unvollkommen, und es können daher die Antheren

1) Nach einer Angabe von Wydler bei Eichler, Blüthendiagramme I. p. 198.

auch von kurzrüssligen Besuchern geplündert werden. Das Gleiche kommt selbst bei Vorhandensein von Schlundklappen z. B. bei *Myosotis* vor, wo die in der Röhre geborgenen Pollenbehälter doch von oben zugänglich erscheinen; die von Müller beschriebenen Fortsätze der Connektive bei letzterer Gattung sind hier sowohl Einrichtungen der Rüsselführung als des Pollenschutzes. — Von Pollenausstreueinrichtungen ist zunächst das nach innen zu erfolgende Ausstäuben der introrsen Antheren bei den Borragineen ganz allgemein, das bei lockerer pulveriger Beschaffenheit des Pollens (bei *Cerinthe*, *Borrago*, *Symphytum* etc.) einen besonderen Modus der Ausstreuung bedingt. Bei der Hängeform der Blüten dieser Gattungen würde lockerer Blütenstaub auf die tieferstehende Narbe fallen und Selbstbestäubung bewirken müssen, wenn nicht die dicht zusammenneigenden Antheren rings um den Griffel einen Hohlkegel bilden würden, in welchem sich zunächst Pollen ansammelt, ohne auf die über den Antherenkegel hervorragende Narbe zu fallen. Die Bestreuungseinrichtung ist nun entweder so getroffen, dass die Rüsseleinführung zwischen den Filamenten der Staubgefäße (bei *Cerinthe minor* nach Müller¹) hindurch oder an der Spitze des Antherenkegels (bei *Cerinthe alpina* Kit.²) erfolgen muss, damit der so geöffnete Antheren- oder Schlundklappenkegel etwas Pollen auf den Besucher auszustreuen vermag. Letzterer hat bei Anflug zur Blüte von unten her jedesmal die am weitesten vorstehende Narbe zu berühren, um so Fremdbestäubung zu bewirken. Besondere Einrichtungen (fadenförmige Anhänge der Pollentaschen bei *Cerinthe*, Rückenfortsätze der Filamente bei *Borrago officinalis*, Haarbesatz derselben bei *Psilostemon*) dienen dazu die Staubgefäße in dicht geschlossener Lage zusammenzuhalten. Eine zweite Form der Bestreuung findet sich bei denjenigen Borragineen, welche sehr engmündige Blumen und einen zwischen den Antheren stehenden Narbenkopf (*Lithospermum arvense*, *Myosotis intermedia* und *hispida*) haben; hier muss der Rüssel des Besuchers einerseits die Narbe, andererseits die Antheren streifen und bald auf der linken, bald auf der rechten Seite der hintereinander besuchten Blüten eingeführt werden, wenn Wechselbefruchtung eintreten soll. Bei der eben erwähnten Stellung der Geschlechtstheile und ausbleibendem Insektenbesuch ist Selbstbestäubung unvermeidlich und daher konnte sich auch z. B. bei *Myosotis versicolor* die von Müller (s. oben) beschriebene Einrichtung zur Sicherung derselben ausprägen. Eine merkwürdige sowohl Fremd- als Selbstbestäubung sichernde Form der Pollenausstreuung haben wir bei *Caccinia* kennen gelernt, wo vier kleinere Antheren zuerst ausstäuben und mit ihrem Pollen den Besucher von seiner Rückenseite her bestreuen, während

1) Nachträge III. p. 11.

2) Müller, Alp. p. 264. Die Pflanze wird daselbst fälschlich als *C. major* L. beschrieben.

ein grösseres, neben dem Griffel stehendes Staubgefäss anfangs geschlossen bleibt und mit dem Griffel zusammen auf die Bauchseite des Besuchers zu liegen kommt, um sich dann erst später zu öffnen und bei ausbleibendem Insektenbesuch die benachbarte Narbe mit Pollen zu versorgen. Pollenbestreuung des Blumenbesuchers von unten her findet ausnahmsweise bei *Echium* statt, wo die als Anfliegestangen weit hervorragenden Staubgefässe sich nach der vorderen Seite der zygomorphen Blüthe hinwenden und ihre pollenbedeckte Antherenseite nach oben kehren.

Die habituellen Anlockungsmittel der Borragineen bestehen zunächst in charakteristischen Wuchsverhältnissen der Wickel und Stellungsänderungen der einzelnen Blütenstielchen, wie dies z. B. von Urban (Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. III. p. 424) für *Anchusa*, *Caccinia* und *Symphytum* näher ausgeführt wird. Von oben herabhängende Blüten (*Cerithe*, *Borrago*, *Symphytum*) kommen dann besonders zur Ausbildung, wenn im Innern eines enggeschlossenen Antherenkegels pulveriger Blütenstaub angesammelt wird (s. oben), weil offenbar in dieser Lage eine Ausstreuung des Pollens auf den Besucher von oben her am meisten gesichert ist. In der Farbenskala der Blumen erinnern die Borragineen vielfach an die Labiaten; die vorherrschenden Blumenfarben sind ebenfalls Blau, Rosa, Roth und Violett, daneben in zweiter Linie Gelb und Weiss; auch sehr dunkle, braunpurpurne Blumen (*Nonnea pulla* mit hellgelber Abänderung, *Cynoglossum officinale*) kommen vor. Variation von blauen Blumen in Weiss oder Rosa (*Borrago officinalis*, *Echium vulgare*, *Anchusa officinalis*, *Pulmonaria azurea*, *Myosotis alpestris*) oder von Violett in Gelblich-weiss (*Symphytum officinale*) ist nicht selten; auch kommt der umgekehrte seltene Fall vor, dass in der Grundform weissblüthige Arten in einer blaublüthigen, lokal verbreiteten Nebenform (z. B. *Lithospermum arvense*) auftreten. Wechselfarbige Blüten sind ebenfalls häufig; erst roth, dann blau blühen z. B. *Pulmonaria officinalis*, *Echium vulgare*, Arten von *Symphytum*, *Echinospermum Lappula*, erst roth, dann gelb: *Symphytum grandiflorum*, erst gelb, dann blau: *Myosotis versicolor*. Die Farbenzeichnungen der Saftmale erscheinen weniger differenzirt als bei den Labiaten, befolgen aber wieder dieselbe schon bei letzteren erwähnte Regel. Oft sind die Hohlschuppen zugleich die Stellen abweichender Färbung, weiss z. B. bei *Anchusa officinalis*, *Caryolopha sempervirens*, *Echinospermum*, gelb bei den blaugefärbten *Myosotis*-Arten. Schöne Beispiele für die Pigmentirung der Saftmale durch Blumenfarbstoffe verwandter Arten bieten *Nonnea rosea* Lk. mit rosa, durch 10 hellgelbe Streifen ausgezeichneten Blüten, während andere Arten (*N. lutea*) ganz gelbe Blumen haben oder nach solchen hin variiren (*N. pulla*); ferner besonders die gelbblüthige *Arnebia echioides* mit den oben näher beschriebenen, später wieder eingezogenen Honigsignalflecken, deren Farbe von violettblüthigen Arten derselben Gattung

(*A. perennis*) entlehnt erscheint. — Besondere Schaufärbungen von Nebentheilen bieten z. B. die Arten von *Cerithe* dar (*C. alpina* Kit. mit grünen, an der Wurzel blauen Kelchen und blauen Blütenstielen).

Dieser hier nur flüchtig durchgeführte Vergleich der bei den Borragineen in Betracht kommenden Bestäubungseinrichtungen lässt erkennen, dass wir von einer klaren Vorstellung darüber, welche dieser Einrichtungen phylogenetisch älteren oder jüngeren Datums sind, noch weit entfernt scheinen. Nur soviel lässt sich vermuthungsweise sagen, dass die Borragineen von einer gamopetalen, kurzröhrigen, fünfgliedrigen und regelmässigen Blumenstammform mit introrsen Antheren und unterweibigem Nectarium abzuleiten sind. Ob dieselbe Hohlschuppen besessen hat oder nicht, ist durchaus zweifelhaft; jedoch dürfen wir annehmen, dass die Vorfahren der Anchuseen, der Cynoglosseer und auch einer Reihe von Lithospermeen dieselben bereits besessen haben; während sie aber bei den ersten beiden Sippen sich in verschiedener Weise differenzirten, sind sie bei mehreren Lithospermeen (*Pulmonaria*, *Arnebia*) aus den oben erörterten Gründen nutzlos und daher rudimentär geworden. Der mannichfache Wechsel der übrigen Bestäubungseinrichtungen selbst innerhalb des engeren Gattungskreises (vergl. z. B. *Echium vulgare* und *rosulatum*, *Arnebia echioides* und *densiflora*, *Symphytum*-Arten, Arten von *Anchusa*, *Lithospermum* und *Myosotis*) zeigt deutlich, dass dieselben durch Anpassungen jüngeren Datums entstanden sind, welche die morphologischen Erbstücke der Borragineenstammform in vielfacher, sich zum Theil durchkreuzender und daher vorläufig nicht klar deutbarer Weise umgeprägt haben. Erst ein umfassendes Studium der systematischen und biologischen Beziehungen sämtlicher Arten wird hier vielleicht später Licht zu schaffen vermögen. Es liegt freilich in der Natur des menschlichen Geistes, gern die vorhandenen Lücken der Forschung zu überspringen und die Thatsachen durch Hypothesen zu verbinden. Aber die letzteren immer wieder an dem sich beständig erweiternden Kreise der Thatsachen zu prüfen und zu klären, das ist gerade auf dem noch schwankenden Boden unserer gegenwärtigen Blumentheorie durchaus nothwendig. Mögen auch die vorstehenden Beobachtungen als ein Beitrag in diesem Sinne aufgenommen werden!

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren, bei welchen eine Vergrößerungsziffer nicht besonders angegeben ist, wurden in 1,5—2facher Vergrößerung gezeichnet. Bei den histologischen Abbildungen wurde ein Zeichenprisma benutzt.

Fig. 1. *Echium rosulatum* Lge.

- Fig. 1a. Corolle von der Seite, mit 2 Furchen *f* auf der Röhre.
 „ 1b. Durchschnitt der Blumenröhre, *k* die Kelchzähne, 1 oberes Staubgefäss, 2 mittlere Staubgefässe, 3 untere Staubgefässe, *g* der Griffel, *h* die beiden Honigzugänge. Vergr. 3/1.

Fig. 2 und 3. *Psilostemon orientale* DC.

- „ 2. Blüthe von der Seite.
 „ 3a. Theil der Corollenröhre mit angewachsenen Staubgefässen (*st*) und Hohlschuppen (*h*) ausgebreitet, um den doppelten Haarverschluss bei *o* und *u* zu zeigen. Vergr. 2,5/1.
 „ 3b. Haarbüschel der Staubgefäss (*o* in Fig. 3a) stärker vergrößert. Vergr. 30/1.

Fig. 4. *Symphytum cordatum* Willd.

- „ 4a. Blüthe von der Seite.
 „ 4b. Schutztrichome an der Spitze der Schlundklappen. Vergr. 50/1.
 „ 4c. Schutztrichome an der Seite der Schlundklappen. Vergr. 50/1.

Fig. 5. *Symphytum grandiflorum* DC.

- „ 5a. Blüthe von der Seite.
 „ 5b. Schutztrichome an der Seite der Schlundklappen. Vergr. 50/1.

Fig. 6 *Symphytum asperrimum* Sims.

- „ 6a. Blüthe von der Seite.
 „ 6b. Griffel derselben Blüthe.
 „ 6c. Schutztrichome an der Spitze der Schlundklappen. Vergr. 50/1.
 „ 6d. Schutztrichome an der Seite der Schlundklappen. Vergr. 50/1.

Fig. 7. *Symphytum officinale* L. var.

- „ 7a. Blüthe von der Seite.
 „ 7b. Schutztrichome an der Seite der Schlundklappen. Vergr. 50/1.

Fig. 8 und 9. *Anchusa ochroleuca* M. B.

- „ 8. Oberer mit starren, einzelligen Trichomen besetzter Theil einer Hohlschuppe. Vergr. 15/1.
 „ 9. Einzelne Zelle der Narbenoberfläche. Vergr. 450/1.

Fig. 10. *Caryolopha sempervirens* L.

- „ 10a. Blüthe von oben.
 „ 10b. Corolle mit Staubgefässen (*st*) und Hohlschuppen (*h*) flach ausgebreitet.
 „ 10c. Längsdurchschnitt durch eine ausgewachsene Blütenknospe. *h* die behaarten Hohlschuppen, *a* Antheren, *s* vorspringende Innenfalten der Corolle, *n* Nectarium, *st* Narbe. Vergr. 8/1.

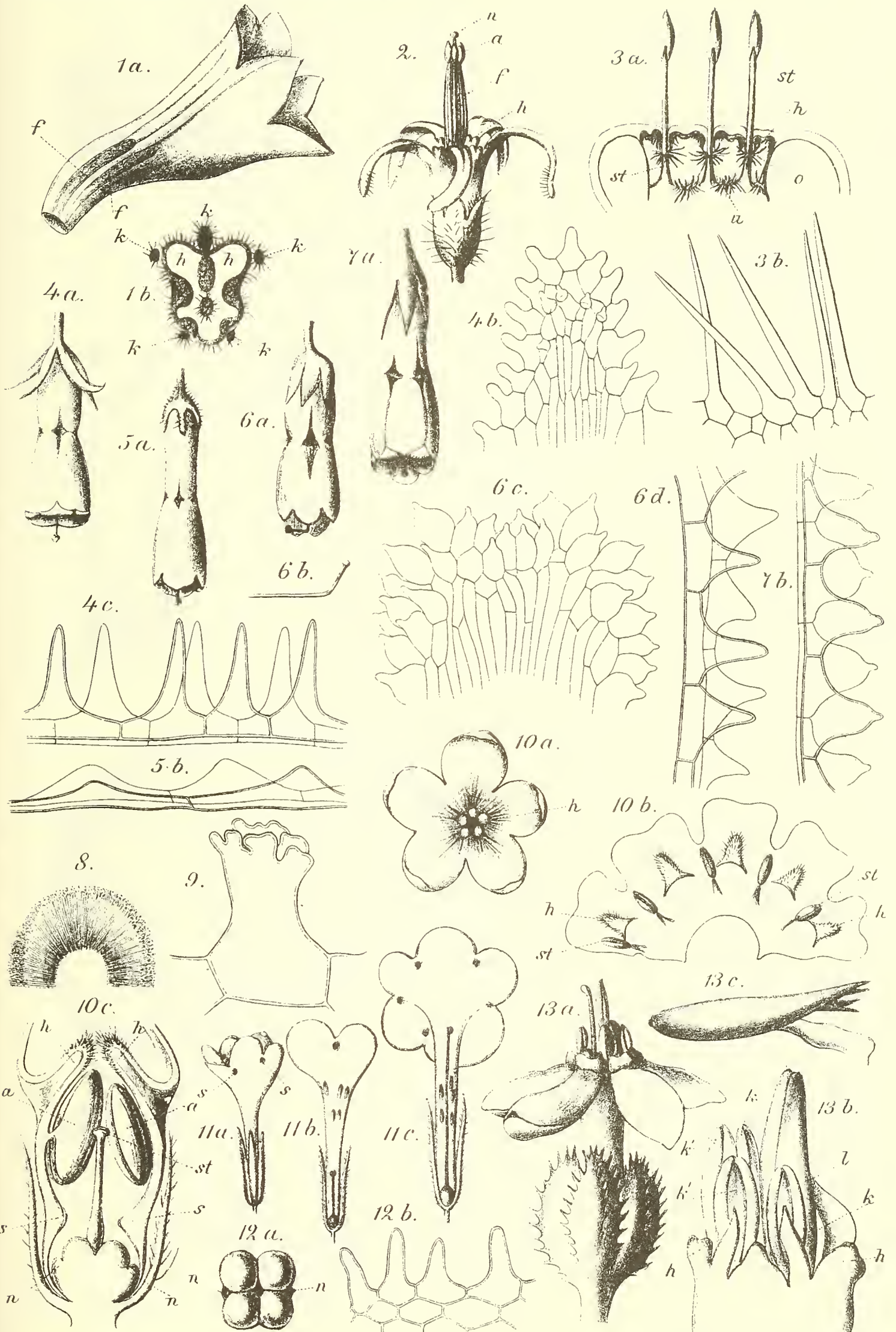
Fig. 11 und 12. *Arnebia echiioides* DC.

- „ 11a. Blüthe von der Seite. Nach Herbariummaterial. Natürl. Grösse.
 „ 11b. Durchschnitt einer kurzgriffligen Blüthe. Natürl. Grösse.
 „ 11c. Durchschnitt einer langgriffligen Blüthe. Natürl. Grösse.

- Fig. 12a. Fruchtknoten mit Nectarien n von oben. Nach frischem Material. Vergr. 10/1.
„ 12b. Theil des oberflächlichen Narbengewebes. Nach frischem Material.
Vergr. 225/1.

Fig. 13. *Caccinia strigosa* Boiss.

- „ 13a. Blüthe von der Seite.
„ 13b. Oberer Theil der Blumenröhre mit dem Hohlschuppen h , dem langen Staubgefäss l , und den vier kürzeren, von denen zwei (bei k) etwas kürzer als die beiden anderen (bei k') sind. Die Corollenzipfel wurden in der Zeichnung weggelassen. Vergr. 10/1.
„ 13c. Einzelnes Staubgefäss. Vergr. 10/1.
-



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Loew Ernst

Artikel/Article: [Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger Borragineen.
152-178](#)