

Es war wohl von vorneherein zu vermuten, dass die bei *Aristolochia brasiliensis* konstatierten Befunde nicht vereinzelt dastehen. Tatsächlich haben denn auch orientierende Schnitte an ausgewachsenen Laubblättern von Piperaceen (so besonders von *Peperomia magnoliaefolia*), von *Cinnamomum*-Arten, von *Laurus nobilis*¹⁾ und anderen ähnliche Verhältnisse gezeigt und in jedem Falle wenigstens das Vorhandensein eines Trichters bzw. Napfes, sowie eines den Öltropfen umhüllenden Beutels erkennen lassen. Es ist weiteren Untersuchungen vorbehalten, die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Ölbehälter dieser und auch anderer Objekte genauer zu verfolgen.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass im Blatte sowohl wie im Blattstiel von *Aristolochia brasiliensis* die Ölzellen subepidermal angelegt werden und, allerdings frühzeitig, durch „gleitendes Wachstum“ an die Oberfläche gelangen, ein Entwicklungsvorgang, der unter anderem auch die flaschenförmige Gestalt der Ölzellen, welche diese namentlich im Blattstiele aufweisen, erklären würde.

Graz, Botanisches Institut der k. k. Universität.

43. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen.

VII. *Nigella arvensis* L.

Eingegangen am 21. Juli 1905.

Der Bau und das Blühen der Blüten von *Nigella arvensis* sowie die Bestäubung ihrer Narben durch Insekten sind schon von CHR. K. SPRENGEL sorgfältig untersucht und in seinem Werke „Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen“²⁾ ausführlich beschrieben worden. SPRENGEL schildert hier eingehend den Gang der Entwicklung des Androeceums und des Gynaeceums nach dem Beginne des Blühens der Blüte: Die³⁾ Staubgefäße stehen in acht ein wenig schrägen Zeilen, deren jede meist aus sechs⁴⁾ dicht übereinander inserierten Staubgefäßen besteht.

1) Bei diesem Blatte bereits von HABERLANDT (s. o.) nachgewiesen.

2) 1793, S. 280—289; vergl. hierzu die Abbildungen auf den Tafeln VI und XXIV.

3) Im Folgenden ist die Darstellung SPRENGEL's, wo es nötig war, ergänzt und verbessert.

4) Seltener nur fünf oder vier.

Unmittelbar nach dem Beginne der Ausbreitung des Perianthes¹⁾ stehen die Staubgefässe mit geschlossenen Antheren ungefähr senkrecht auf der senkrecht zur Längsachse der Blüte stehenden Blütenebene. Die einer Zeile nehmen zu dieser Zeit nach aussen — unten — hin an Länge zu. Sie liegen fest aneinander²⁾; ihre Filamente sind im unteren Teile — ausser an der etwas nach aussen konvexen Basis — ungefähr gerade, im oberen Teile, mit Ausnahme des innersten Gliedes, etwas entsprechend der Anthere des nächstinneren — kürzeren — Gliedes gebogen. Einige Zeit³⁾ nach dem Beginne der Ausbreitung des Perianthes — im Laufe des Vormittags — fängt das äusserste Staubgefäss der Staubgefässzeilen an, sich im oberen Teile nach oben und innen konvex zu krümmen. Die Krümmung schreitet schneller oder langsamer soweit fort, bis die Längsachse der Anthere ein wenig schräg abwärts nach dem Perianthe⁴⁾ hin gerichtet ist. Der untere — in den oberen ganz allmählich übergehende — Teil des Filamentes, welcher gerade bleibt, neigt sich während der Krümmung des oberen Teiles ein wenig nach aussen. In dieser Stellung⁵⁾ verharrt das Staubgefäss längere Zeit. Meist erst, nachdem die Anthere ihre schräge Stellung erreicht hat, seltener schon, während ihre Längsachse noch ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse steht, öffnen sich ihre Theken; und zwar öffnet sich nicht selten die eine bedeutend später als die andere. Dabei gelangt der gesamte Pollen beider Theken an die Aussen-(Unter-)Seite⁶⁾ der Anthere⁷⁾. Nur in einem Teile der Blüten beginnen die äussersten Staubgefässe aller Staubgefässzeilen der Blüte gleichzeitig ihre Bewegung; in vielen

1) In den Monaten Juni, Juli und August breitet sich bei heiterer, warmer Witterung das Perianth der meisten Blüten in den Vormittagsstunden bis gegen 11 Uhr aus.

2) Das innerste — oberste — Staubgefäss liegt fest am Gynaeceum.

3) Nicht selten stehen schon alle Perianthblätter ungefähr oder ganz senkrecht zur Längsachse der Blüte, wenn das erste Staubgefäss seine Bewegung beginnt.

4) Das — meist aus fünf Blättern bestehende — Perianth steht zu dieser Zeit ungefähr senkrecht zur Längsachse der Blüte oder hat sich etwas stärker gesenkt. Auch das anfänglich senkrecht zur Längsachse der Blüte stehende Perianth senkt sich häufig später ein wenig. Die Perianthblätter besitzen einen ziemlich langen, mehr oder weniger stark nach unten konvex gebogenen Stiel und eine ungefähr eiförmige, längsmuldige, meist mehr oder weniger wellig gebogene Spreite, deren Spitze häufig etwas nach aussen umgebogen ist. Die Längsachse der Blüte pflegt senkrecht oder annähernd senkrecht zu stehen.

5) Ich will diese Stellung des Staubgefässes als dessen erste Ruhelage bezeichnen.

6) Ich bezeichne als Aussen-(Unter-)Seite der Anthere die nach der Peripherie der Blüte, als Innen-(Ober-)Seite der Anthere die nach dem Centrum der Blüte hin gerichtete Seite derselben.

7) Vergl. hierzu S. 306.

Blüten hat vielmehr bei einem Teile der Zeilen die Anthere des äussersten Staubgefässes schon ihre Schrägstellung erreicht und sich vielfach bereits geöffnet, während bei einem anderen Teile der Zeilen das äusserste Staubgefäss noch an dem nächstinneren anliegt, und bei dem Reste der Zeilen die äussersten Staubgefässe sich in einer Mittelstellung befinden. Nach längerer Zeit — mehreren Stunden —, meist im Verlaufe des späteren Nachmittags, setzt das äusserste Staubgefäss der Staubgefässzeile seine Auswärtsbewegung fort. Es krümmt sich zunächst seiner ganzen Länge nach nach oben konvex. Je mehr es sich aber senkt, desto flacher wird sein Bogen; wenn es sich bis in eine zur Blütenlängsachse senkrechte Stellung gesenkt hat, ist es gerade oder nur noch ganz schwach konvex; im letzteren Falle streckt es sich meist bald darauf gerade. Ein Staubgefäss, welches früh am Vormittage des ersten Blühtages seine Auswärtsbewegung begann, pflegt am Vormittage des zweiten Blühtages senkrecht zur Längsachse der Blüte zu stehen. Das Staubgefäss bleibt nur kurze Zeit gerade; dann krümmt sich sein oberster Teil ziemlich dicht unterhalb der Anthere, oft fast winklig, aufwärts, und zwar sehr häufig soweit, bis die Längsachse der Anthere ungefähr senkrecht zum unteren Teile des Filamentes steht oder sogar ein wenig einwärts gerichtet ist. Später senkt sich das Staubgefäss meist ein wenig weiter¹⁾; es krümmt sich dabei häufig im unteren bisher geraden Teile ein wenig nach oben konvex. Am zweiten Blühtage fangen die zweiten Staubgefässe der Staubgefässzeilen an sich nach aussen zu bewegen, und zwar gewöhnlich um dieselbe Zeit, um die am ersten Blühtage die äussersten Staubgefässe der Zeilen der betreffenden Blüten ihre Auswärtsbewegung begannen. Auch sie beginnen nur in einem Teile der Blüten sämtlich ihre Bewegung gleichzeitig. Häufig gehören aber diejenigen zweiten Staubgefässe, welche am spätesten ihre Bewegung beginnen, nicht denselben Zeilen an wie diejenigen äussersten Staubgefässe der betreffenden Blüten, welche am spätesten ihre Bewegung begonnen haben; es ist keine seltene Erscheinung, dass sich in einer Blüte die äussersten Staubgefässe fast aller Zeilen schon ganz oder fast ganz zum Perianthe hinabgesenkt haben und nur noch ein oder zwei — äusserste — Staubgefässe in der ersten Ruhelage befinden, und dass an diesen letzteren Staubgefässen bereits die zweiten Staubgefässe der betreffenden Zeilen anliegen, während sich die zweiten Staubgefässe der übrigen Zeilen noch garnicht oder erst wenig auswärts bewegt haben²⁾. Der weitere Verlauf der Bewegung der zweiten Staub-

1) Vergl. S. 305, Anm. 2.

2) Es kommen aber auch zahlreiche Blüten vor, deren äusserste Staubgefässe sich zum Teil bis zum Perianthe gesenkt haben, zum Teil noch — mit offenen Antheren — in der ersten Ruhelage befinden, während die zweiten Staubgefässe

gefässe gleicht dem der Bewegung der äussersten Staubgefässe. In derselben Weise bewegen sich auch die übrigen Staubgefässe der Zeilen; am siebenten Blühtage pflegen alle Staubgefässe einer Blüte ungefähr senkrecht zu deren Längsachse zu stehen¹⁾. Die — meist drei, seltener vier oder fünf — Griffel der Blüte sind zu der Zeit, wenn sich deren Perianth auswärts bewegt, etwas nach aussen geneigt. Der Griffel ist schon jetzt so stark — nach rechts — gewunden, dass seine Narbe, die an seiner morphologischen Innenseite verläuft, nur noch im unteren Teile nach innen, am oberen Ende aber nach aussen — d. h. nach der Peripherie der Blüte hin — gerichtet ist, und entweder gerade oder ein wenig entsprechend seiner Windung gebogen²⁾. Die Griffel der Blüte bewegen sich darauf weiter nach aussen; zu der Zeit, wenn sich die Theken der Antheren der innersten Staubgefässe der Staubgefässzeilen öffnen, pflegen sie ungefähr senkrecht zur Längsachse der Blüte zu stehen oder sich noch nicht ganz soweit gesenkt zu haben. Sie sind jetzt in der Regel³⁾ schwach nach oben und im oberen Teile schwach nach rechts⁴⁾⁵⁾ konvex gebogen⁶⁾. Dann werden beide Krümmungen immer stärker. Der untere Teil krümmt sich in radialer Richtung kreisbogig; infolge davon sinkt der obere Teil, der sich winklig — mit nach links⁴⁾ gerichteter Spitze — vom unteren Teile abbiegt und nach innen — d. h. nach dem Blütenzentrum hin — und im oberen Teile häufig auch etwas nach oben konvex krümmt, immer weiter hinab. Gleichzeitig wächst auch der obere, freie Teil des Fruchtknotens; hierbei krümmt er sich etwas nach innen konvex. Zuletzt bilden der untere Teil des Griffels nebst der oberen Partie des freien Teiles des Fruchtknotens ungefähr einen Halbkreis oder einen etwas grösseren Teil eines Kreises, der sich mit Ausnahme seiner obersten ein wenig schräg nach links gerichteten Partie in radialer Richtung befindet. Der obere Teil des Griffels bildet mit dem unteren Teile ungefähr einen rechten Winkel. Er steht ungefähr parallel mit dem Nektarienplattenringe, von dem er an seiner tiefsten Stelle meist 3—4 *mm* entfernt ist, und ist nach innen — d. h. gegen den Fruchtknoten —

sich zum Teil ganz oder fast ganz in der ersten Ruhelage befinden, zum Teil an den in dieser Lage befindlichen äussersten Staubgefässen anliegen.

1) Häufig hat sich ein Teil der innersten Staubgefässe der Zeilen schon bis zum Perianthe herabgesenkt, während sich die übrigen mit soeben geöffneten Antheren noch in der ersten Ruhelage befinden.

2) Der graugrüne oder bräunlichgraugrüne Griffel verjüngt sich nach oben hin etwas.

3) Oft sind sie jedoch noch fast gerade.

4) Von der Blütenperipherie aus gesehen.

5) Oft tritt nur diese Krümmung deutlich hervor.

6) Die Spitze steht ungefähr in der Höhe der Basis.

und im oberen Teile vielfach auch nach oben¹⁾ konvex gekrümmt²⁾³⁾. Während der letzten Phasen der Krümmung des Griffels wird dessen Narbe, eine sich leistenartig über die Griffeloberfläche erhebende scharfkantige Furche, konzeptionsfähig. Sie verläuft zuletzt im unteren radial gerichteten Teile des Griffels an dessen Ober- und Aussenseite, wendet sich im anschliessenden kurzen schrägen Teile nach der Griffelunterseite hin, verläuft am unteren — den Nektarienplatten am meisten genäherten — Abschnitte des oberen Teiles des Griffels an dieser, wendet sich dann wieder nach oben und befindet sich an der Spitze des Griffels an dessen Oberseite. Nachdem sich die Griffel einige Zeit — wahrscheinlich mehrere Tage — in dieser Stellung befunden haben, wird die Krümmung derselben — die jetzt bedeutend wachsen und deren Narben nicht mehr konzeptionsfähig sind — wieder geringer, und sie richten sich auf. Gleichzeitig fallen das Perianth, die Nektarien und die Staubgefässe, welche letztere meist bis zu dieser Zeit sitzen bleiben, ab. Wenn auch, wie vorhin gesagt wurde, in den meisten Blüten die Griffel zu der Zeit, wenn sich die innersten Staubgefässe der Staubgefässzeilen dieser Blüten in der ersten Ruhelage befinden, senkrecht oder noch nicht ganz senkrecht zur Längsachse der Blüte stehen und erst wenig gekrümmt sind, so sind doch auch nicht wenige Blüten vorhanden, deren Griffel zu dieser Zeit schon weiter abwärts — d. h. nach dem Perianthe hin — geneigt und stärker gekrümmt sind. In diesen Blüten kommen nicht selten einige Griffel mit Antheren jener Staubgefässe in Berührung, doch legen sie sich an deren Seitenflanke, und ihre Narbe, die wohl schon konzeptionsfähig ist, berührt nicht oder nur in vereinzelten Fällen die pollenbedeckte Antherenunterseite. Spontane Selbstbestäubung findet also auch in diesen Blüten nicht oder nur ganz ausnahmsweise statt⁴⁾. Die Blüte von *Nigella arvensis* ist somit, wie dies schon SPRENGEL richtig erkannt hat, auf Bestäubung durch äussere Kräfte — und zwar durch Insekten — angewiesen. SPRENGEL hat Bienen⁵⁾ als Besucher der Blüten und Bestäuber der Narben von *Nigella arvensis* beobachtet und deren Verhalten auf den Blüten dieser Art eingehend beschrieben und abgebildet. Auch ich habe Bienen, und zwar zahlreiche Arten in sehr

1) Nicht selten ist diese Krümmung sehr unbedeutend.

2) Seine Spitze liegt häufig etwas höher, seltener tiefer als seine Basis.

3) Die mittlere Narbenabbildung in SPRENGEL's Fig. 9 (Taf. XXIV) stellt diesen Zustand ziemlich richtig dar.

4) Ich kann also die Angabe von TERRACCIANO (Intorno alla struttura florale ed ai processi d'impollinazione in alcune *Nigella*, Bullettino della Società botanica italiana 1892, S. 46—50), dass spontane Selbstbestäubung die Regel sei, nicht bestätigen.

5) Er hat nicht angegeben, welche Arten er beobachtet hat.

vielen Individuen, und ausserdem Wespen als Besucher der Blüten von *Nigella arvensis* beobachtet¹⁾. Diese Insekten besuchten die duftlosen, an ihren meist an Rändern von Getreidefeldern, auf Stoppelfeldern oder Brachen gelegenen Wohnplätzen aber durch ihr grosses²⁾, hellgefärbtes³⁾ Perianth recht in die Augen fallenden Blüten von *Nigella arvensis* fast ausschliesslich wegen deren Honigs, der in sehr kompliziert gebauten — von SPRENGEL Saftmaschinen genannten — Nektarien abgesondert wird. Diese Nektarien sind zwischen das Perianth und das Androeceum eingeschaltet, mit dessen Zeilen sie abwechseln. Sie bestehen aus einem meist 2 mm langen, etwas schräg abwärts gerichteten, meist geraden, an der Basis etwas verdickten, im Querschnitte ungefähr querelliptischen Stiele, welcher einen ungefähr halbkugligen, mit seiner Öffnung nach oben gerichteten und an der gelben Innenfläche seiner aussen graugrün gefärbten dicken Wand Honig absondernden Napf trägt, an dessen oberen Rand eine mit der — ungefähr ein Drittel des Umfanges dieses Randes messenden — offenen Seite nach dem Zentrum der Blüte hin gerichtete, gewöhnlich parallel mit der Längsachse der Blüte stehende, seltener ein wenig auswärts geneigte Rinne angesetzt ist⁴⁾. An diese Rinne schliessen sich oben zwei⁵⁾ meist senkrecht zur Längsachse der Blüte stehende, ungefähr elliptische⁶⁾, nach oben konvexe, sich mit den einander zugekehrten Randpartien meist ein wenig deckende, in zwei meist bedeutend schmalere, nach der Spitze hin verbreiterte, meist ein wenig schräg aufwärts gerichtete, parallele, oder nach der Spitze hin etwas divergierende⁷⁾ Fortsätze auslaufende Platten⁸⁾⁹⁾ an. Die beiden Seitenränder der Rinnenwand sind tief gefurcht. Die äussere Furchenwand geht in den Aussenrand der angrenzenden Platte über; die in der Breite recht schwankende innere Furchenwand endigt an einem am Innenrande der Basis der an-

1) Betreffs der von anderen Forschern beobachteten Besucher vergl. KNUTH, Handb. der Blütenbiologie 2. Bd. 1. T. (1898), S. 42.

2) Das Perianth vergrössert sich während des Blühens bedeutend; zuletzt besitzt es meist einen Durchmesser von 25–32 mm.

3) Die Oberseite der Spreite der Perianthblätter ist anfänglich gelblich weiss, später blassblau gefärbt. Sie besitzt, vorzüglich im oberen Teile, grüne oder gelblichgrüne Adern, die aber später nur noch wenig hervortreten.

4) Napf und Rinne — bis zu den Höckern — sind zusammen meist 2½ mm lang.

5) An jede Seitenwand der Rinne eine.

6) Der äussere Rand ist meist — oft viel — stärker gebogen als der innere Rand.

7) Da die äusseren Ränder der Platten meist stärker gekrümmt sind als die inneren, so sind die Fortsätze einander — oft bedeutend — genähert.

8) Die Platten sind mit vereinzelten, meist schräg nach aussen gerichteten Haaren unregelmässig besetzt.

9) Platten und Fortsätze zusammen sind meist 3½ mm lang.

grenzenden Platte befindlichen, nach oben gerichteten, flachen, glänzend graugrünen Höcker¹⁾. Die — nach dem Blütenzentrum hin gerichtete — offene Seite der Rinne ist mit einem dem oberen Rande des Napfes inserierten, ungefähr dreieckigen, an der Basis ein wenig verschmälerten, oben in einen sehr schmalen, entweder an der Oberseite — d. h. der nach dem Blütenzentrum hin gerichteten Seite — flachrinnigen, an der Unterseite gewölbten, oder ungefähr stielrunden, meist geraden, seltener ein wenig gebogenen, ein wenig schräg nach aussen gerichteten, sich etwas über das Niveau der Platten erhebenden, meist 2 mm langen Fortsatz auslaufenden Deckel bedeckt. Dieser Deckel besitzt aufgebogene Seitenränder; die aufgebogene Partie verbreitert sich nach oben hin, wo sie in den Fortsatz übergeht, etwas. Am Seitenrande der Unterseite der nicht aufgebogenen Partie des Deckels verläuft eine niedrige, sich nach dem Fortsatze hin meist etwas verbreiternde, mit kurzen Haaren besetzte Leiste. Diese liegt — wenn die Rinne geschlossen ist — auf einer ähnlichen Haarleiste, welche sich an der Insertionsstelle der Rinne an den Honignapf am Seitenrande der Innenfläche der inneren Wand der Rinne befindet und sich nach oben hin bis auf den Grund der Rinne senkt²⁾, wo die beiderseitigen Leisten zusammenstossen. Eine grössere Imme kann den Deckel der Rinne ohne Schwierigkeit hochheben und mit dem Rüssel zu dem im Napfe und häufig auch im unteren Teile der Rinne befindlichen Honig gelangen³⁾. Sobald als das Insekt seinen Rüssel zurückzieht, federt der Deckel zurück, und seine Randleisten legen sich wieder auf die Randleisten der Rinne. Nach rechts und links kann der Deckel nicht verschoben werden, da die Basis seines stielartigen Fortsatzes zwischen den beiden graugrünen Höckern am Grunde der Platten liegt. Die von mir beobachteten Besucher der Blüten von *Nigella arvensis* verhalten sich beim Besuche dieser Blüten nicht alle gleich. Die grossen Bienen⁴⁾ lassen sich meist auf der Spreite eines Perianthblattes nieder, nähern von hier aus ihren Vorderkörper der Rinne des nächsten⁵⁾ Nektariums⁶⁾,

1) Nicht selten verbreitert sich diese Wand nach oben hin und springt an ihrem oberen Ende bedeutend nach hinten — d. h. nach dem Blütenzentrum hin — über den graugrünen Höcker vor.

2) Die Leiste verbreitert sich nach dem oberen Ende der Rinne hin.

3) Schwache und kleine, für die Bestäubung der Narben von *Nigella arvensis* nutzlose Insekten vermögen den Deckel nicht emporzuheben; der Honig ist also gegen die Ausbeutung durch diese Insekten gesichert; vergl. hierzu aber S. 305. Ebenso ist er vor Verdünnung und Verschwemmung durch Regen und Tau geschützt.

4) *Bombus terrestris* ♀, *Bombus lapidarius* ♀ ♀ und *Apis mellifica* ♀.

5) Oder sie beuten von hier aus die beiden angrenzenden Nektarien aus, erst das eine und dann das andere.

6) Die vorhin erwähnten grünen Höcker an der Basis der Nektarienplatten dienen wahrscheinlich als „Saftmale“, welche den Besuchern die Lage des Honigs

saugen, ziehen darauf den Vorderkörper wieder zurück und kriechen dann nach der Spreite des nächsten Perianthblattes, wo sie sich ebenso verhalten¹⁾. Sie drängen in diesem Falle also beim Besuche jedes Nektariums den Vorderkörper zwischen die Nektarienplatten und — in den jüngeren Blüten mit ausstäubenden Antheren — die Unter-(Aussen-)Seite der in der ersten Ruhelage befindlichen, gerade über dem aus den acht meist wenig voneinander entfernten oder sogar aneinanderstossenden Plattenpaaren gebildeten Kreisringe²⁾ stehenden³⁾ und von diesem je nach der Grösse der Blüten meist 4—5 mm entfernten Antheren, oder — in den älteren Blüten mit herabgekrümmten Griffeln und konzeptionsfähigen Narben — die Unterseite der ebenfalls gerade über dem Plattenringe stehenden, von diesem aber meist nur 3—4 mm entfernten oberen Teile der Griffel. Seltener kriechen diese Insekten, am häufigsten *Apis*, so von einem zum anderen Perianthblatte, dass sie mit einer Seitenpartie ihres Körpers zwischen den Nektarienplatten und der Unterseite der Antheren bzw. Griffel hindurchstreifen. Die — zahlreichen — kleineren Bienen und die beobachteten Wespen begeben sich auf die Platten eines Nektariums, führen ihren Rüssel in dessen Rinne, saugen, kriechen hierauf nach den Platten des nächsten Nektariums und gehen dann meist auf dem von den Platten gebildeten Kreisringe weiter, bis sie alle oder fast alle Nektarien der Blüte besucht haben⁴⁾. Die grösseren von ihnen streifen bei diesem

anzeigen. Die Höcker sondern selbst wohl keinen Honig ab; ich habe sie wenigstens stets trocken gefunden.

1) Sehr häufig beuten sie sämtliche Nektarien der Blüte nacheinander aus.

2) Der von den Spitzen der Plattenfortsätze gebildete Kreis hat einen Durchmesser von 12—15 mm.

3) Die Spitzen der Antheren pflegen gerade über dem Ringe der Plattenfortsätze zu stehen; Spitzen wie Fortsätze sind schräg aufwärts gerichtet.

4) Nach SPRENGEL's Ansicht werden die Bienen durch die in ihrer Färbung mehr oder weniger voneinander abweichenden konzentrischen Streifen auf der Oberseite des von den acht Nektarienplattenpaaren gebildeten Kreisringes von einem Nektarium zum andern „geführt“. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass SPRENGEL Recht hat. Es gibt jedoch nicht wenige ähnlich wie die von *Nigella arvensis* gebaute Blüten, die ein solches „Saftmal“ nicht besitzen und die dennoch von Bienen in derselben Weise besucht werden wie die Blüten dieser Art. Übrigens waren bei allen von mir gesehenen Blüten aus der Umgebung von Halle a. S. die konzentrischen Streifen anders als sie von SPRENGEL beschrieben und — vorzüglich Taf. VI, Fig. 4 — abgebildet werden. Die Nektarienplatten der meisten Blüten der hallischen Gegend tragen ungefähr am Anfange ihres unteren Drittels eine sehr schmale, meist braune oder braunblaue und am Beginne ihres oberen Drittels eine etwas breitere, meist blaugraue oder blaubraune — oft aus Punkten bestehende —, schwach nach aussen konvexe oder gerade Linie; ihre Fortsätze tragen meist zwei Querstreifen von derselben Farbe. Zwischen diesen vier Streifen sind die Platten und ihre Fortsätze gewöhnlich grün, graugrün oder gelblichgrau gefärbt. Die basale Partie der Platte mit Ausnahme der grünen Höcker ist dagegen

Rundgange auf den Nektarienplatten mit der Oberseite des Kopfes und des Thorax in den jüngeren Blüten die Unterseite der Antheren der in der ersten Ruhelage befindlichen Staubgefässe¹⁾, und in den älteren Blüten mit reifen Narben die Unterseite der oberen Partie der Griffel. Die kleinen Bienen jedoch berühren wohl häufig weder Antheren noch Narben oder wenigstens nicht die ersteren; ihre Besuche sind für die Bestäubung der Narben ohne Wert und für die Blüte sogar schädlich, da sie den Honig rauben und hierdurch wertvolle Besucher von den betreffenden Blüten fernhalten.

Aus dem Verhalten der Insekten bei ihrem Besuche der Blüten von *Nigella arvensis* erkennt man, dass es für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben derselben durchaus notwendig ist, dass die Antheren während der ersten Ruhelage der Staubgefässe, die verhältnismässig lange Dauer besitzt, während welcher sich ihre Theken öffnen, sich gerade über dem Nektarienplattenringe befinden, mit diesem ungefähr parallel stehen und von ihm 4–5 mm entfernt sind.²⁾ Und weiter erkennt man, dass es für das Zustandekommen der Bestäubung von höchstem Wert ist, dass der gesamte Pollen der Anthere nach der Öffnung ihrer Theken an die Unter-(Aussen-)Seite der Anthere gelangt.³⁾ Wenn der Pollen die Seitenflanken der Anthere oder letztere ringsherum bedeckte, so würde ein grosser Teil von ihm nicht an den Körper der die Blüten besuchenden Insekten gelangen, also für die Bestäubung der Narben verloren sein. Da nur eine verhältnismässig geringe Pollenmenge von der Blüte produziert wird, so würden in diesem Falle sicher zahlreiche Narben ohne Bestäubung bleiben. Ebenso erkennt man aus dem Verhalten der Besucher, dass es für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben notwendig ist, dass sich der Griffel in der vorhin beschriebenen

graublau oder grünlichgraublau gefärbt. Das ganze obere Drittel der Platten bis zum unteren Streifen der Fortsätze ist manchmal graublau gefärbt. Die Basen der im übrigen grauweissen Nektarienstiele sind oft, vorzüglich oder ausschliesslich an der Oberseite, kräftig rötlichblau gefärbt. Die — von obenher sichtbare — Deckeloberseite ist meist bläulich; die Fortsetzung des Deckels ist weissgrau und besitzt zwei bläuliche oder rötlichblaue Querbinden. Die Staubgefässbasen sind meist nicht gefleckt.

1) Die Oberseite des Kopfes und des Thorax derjenigen Insekten, welche die Blüten dauernd besuchen, ist dicht mit deren — gelbem — Pollen bedeckt.

2) Auch das ist von Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung, dass sich die Staubgefässe nach dem Verstäuben ihrer Antheren so tief senken, dass auch die obersten unterhalb des Niveaus der Nektarienplattenrücken liegen und dass sie diese Abwärtsbewegung recht schnell und meist am späteren Nachmittage ausführen. Wenn sich die Staubgefässe nicht so tief senkten oder wenn sie ihre Abwärtsbewegung in den Vormittagsstunden und frühen Nachmittagsstunden ausführten, so würden sie vielfach verhindern, dass die Insekten die Blüten in der vorhin geschilderten Weise besuchten und deren Narben bestäubten.

3) Vergl. hierzu S. 306.

Weise krümmt. Denn hierdurch gelangt, wie dargelegt wurde, sein oberer Teil, welcher streckenweise die Narbe an der Unterseite trägt¹⁾, genau über den Nektarienplattenring und nähert sich diesem so bedeutend²⁾, dass seine Unterseite von denjenigen Insekten, welche die Unterseite der Antheren der in der ersten Ruhelage befindlichen Staubgefäße jüngerer Blüten mit der Oberseite ihres Vorderkörpers berühren, mit denselben Körperteilen berührt werden und hierbei, falls diese mit Pollen behaftet sind, bestäubt werden muss.

SPRENGEL hat zwar richtig beobachtet³⁾, dass der Pollen der geöffneten Anthere — bevor er durch die Blüte besuchende Insekten abgestreift oder abgefallen ist — an deren Aussen-(Unter-)Seite haftet, er hat sich aber — offenbar, weil er diesen Gegenstand nicht näher untersucht hat — eine ganz unrichtige Ansicht gebildet über die Art und Weise, wie der Pollen an diese Seite gelangt, an der man ihn nach dem Bau der Anthere nicht erwartet. Nach diesem erwartet man, dass er an den Seitenflanken der Anthere haften oder die Anthere ringsherum bedecken. Denn die im Umriss abgerundet-rechteckige Anthere besitzt einen abgerundet-rechteckigen Querschnitt; ihre — hellgelben — Theken befinden sich genau rechts und links des — graugrünen — schmalen Connectives⁴⁾, über welches⁵⁾ sie an der Aussen- und vorzüglich an der Innenseite ein wenig vorspringen.⁶⁾ Dass dennoch der — gesamte — Pollen der Anthere an deren Aussen-(Unter-)Seite gelangt, ist eine Folge davon: Dass der Öffnungsspalt der Theka nicht in der Mitte der freien — d. h. nicht mit dem Connective verschmolzenen — Seitenflanke derselben verläuft, sondern dass er sich unten ungefähr an der inneren Kante der freien Seitenflanke der Theka befindet und sich dann nach oben hin

1) Dies würde nicht der Fall sein, wenn der Griffel nicht in der angegebenen Weise gewunden wäre.

2) Es ist meines Erachtens wichtig, dass sich der obere Teil des Griffels diesem Ringe etwas mehr nähert als die sich in der ersten Ruhelage befindliche Anthere, und dass der Griffel schwerer beweglich ist als das Staubgefäß. Denn es lässt sich der Pollen leichter durch die Insekten von der Anthere als durch den Griffel von den Insekten abstreifen. Es muss deshalb der Griffel kräftiger an den Insektenkörper angedrückt werden als dieser an die Anthere. Selbstverständlich darf die Anthere nicht so beweglich sein, dass sie durch das besuchende Insekt aus ihrer Lage gebracht wird, da ja nur ihre Aussen-(Unter-)Seite mit Pollen bedeckt ist.

3) Vergl. auch seine Abbildung Taf. VI, Fig. 22.

4) Häufig reichen die beiden Theken nicht gleich weit am Connective hinab. Meist sind sie $2\frac{1}{4}$ — $2\frac{1}{2}$ mm lang.

5) Zwischen den Theken ist das Connectiv auf der Aussenseite etwas breiter als auf der Innenseite.

6) Die Anthere besitzt also sowohl an der Aussen- als auch an der Innenseite eine flache Medianfurche.

noch etwas mehr der Innenseite des Connectives nähert¹⁾; dass sich, sobald als bei der Reife der Anthere dieser Spalt aufspringt, die äussere — d. h. die nach der Aussen-(Unter-)Seite des Connectives hin gerichtete grössere — Partie der freien — d. h. nicht mit dem Connective verschmolzenen — Wandung der Theka sowohl an ihrem oberen als auch an ihrem unteren Rande von dem nach oben und unten hin sich über die Theka hinaus fortsetzenden²⁾ und am unteren Ende der Theka seitlich über diese etwas vorspringenden Connective ablöst³⁾; dass darauf diese bis dahin nach aussen — d. h. vom Anthereninnern weg — konvexe Partie nach innen konvex wird, sich um ihre Anheftungsstelle an das Connectiv, die sich scharf winklig biegt, herumdreht, sich nach dem Connective hin bewegt und sich, jetzt nur noch schwach konvex, mit ihrer bisherigen Aussenfläche auf die Aussenseite des Connectives auflegt⁴⁾, so dass also ihre bisherige Innenfläche — d. h. ihre bisher dem Anthereninnern zugewandte Fläche — nunmehr direkt nach aussen gerichtet ist⁵⁾; dass die gesamten Pollenkörner der Theka durch ein Klebemittel so fest miteinander verbunden sind, dass sie eine einzige Masse bilden, die — mittels dieses Klebstoffes — an der Innenfläche der äusseren Partie der freien Thekenwandung — aber nicht an der übrigen Innenfläche der Theka⁶⁾⁷⁾ — haftet⁸⁾, und durch diese Partie aus

1) Er trifft unter einem spitzen Winkel auf das Connectiv auf.

2) Oberhalb der Theken läuft das Connectiv in einen sich nach oben hin schnell verjüngenden Fortsatz aus.

3) Sowohl der obere als auch der untere Rand dieser Partie der Thekenwand ist nach deren Ablösung abgerundet; die Partie ist an beiden Enden von dem Connective durch einen winkligen Einschnitt getrennt.

4) Die Bewegung der Thekenwandungen geht meist recht schnell vor sich. Sie erfolgt auch noch an Antheren, welche schon jahrelang in Alkohol gelegen haben; namentlich an dünnen Querschnitten solcher Antheren lässt sie sich gut beobachten.

5) Die innere, bedeutend schmalere Partie der freien Wandung der Theka löst sich an ihrem unteren Rande ebenfalls vom Connective ab — oben setzt sie sich unter einem spitzen Winkel an dieses an — rollt sich dann nach aussen ein und legt sich auf die Innenseite des Connectives als dünne Rolle auf. Die beiden Rollen der beiden Theken der Anthere berühren sich gewöhnlich im unteren Teile und divergieren etwas nach der Spitze der Anthere hin; seltener divergieren sie auch nach der Antherenbasis hin.

6) Diese weicht auch durch ihre Färbung ab.

7) An dieser bleibt gewöhnlich kein Pollenkorn haften.

8) Die Pollenkörner haften aber doch so wenig fest aneinander und an der äusseren Partie der Thekenwand, dass der Pollen durch die die Blüte besuchenden Immen sehr leicht von den Antheren abgestreift werden kann. Die Abstreifung wird dadurch, dass die pollenbedeckte Partie der Wandung der Theka glatt ist, noch erleichtert.

der Theka hinaus¹⁾ und an die Aussenseite der Anthere befördert wird.^{2) 3)}

Nigella arvensis ist nicht die einzige einheimische Art der Familie der Ranunculaceen, bei welcher der gesamte Pollen der Anthere nach der Öffnung der Theken an die — morphologische — Aussenseite der Anthere gelangt. Die gleiche Einrichtung besitzen vielmehr auch andere einheimische Helleboreen, z. B. *Delphinium Consolida* L.^{4) 5)}

Die ältesten Ranunculaceen besaßen wahrscheinlich Antheren mit ungefähr abgerundet-rechteckigem Querschnitte, bei denen sich die Theken in der Mitte ihrer freien Seitenflanken öffneten und die freien Partien der Thekenwandungen darauf etwas nach aussen bogen oder zu mehr oder weniger engen Rollen zusammenrollten, so dass sich die Seitenflanken der Antheren mit Pollen bedeckten. Solche Antheren besitzen noch gegenwärtig zahlreiche Anemoneen. Aus diesen Antheren sind dann wohl allmählich solche Antheren hervor-

1) Die mit dem Connective verschmolzene Partie der Wandung der Theka bildet nun eine leere Mulde.

2) Die äusseren Partien der freien Wandungen der beiden Theken der Anthere legen sich meist mit ihren Randpartien aufeinander. Infolge davon wird ein kleiner Teil des Pollens verdeckt; der übrige Pollen fliesst zu einer — hellgelben, goldig glänzenden — im Umrisse ungefähr schmalelliptischen, polsterartigen Masse zusammen.

3) Die — schematische — Abbildung SPRENGEL's Fig. 5 auf Taf. VI stellt die Anthere mit entleerten Theken und pollenbedeckter Aussenseite im allgemeinen richtig — unrichtig ist die Richtung der Spitze — dar; auch SPRENGEL's — schematische — Fig. 7 (Taf. VI), die die Anthere nach Beendigung der Bewegung der freien Partien der Thekenwandungen von oben (innen) her gesehen darstellt, und Fig. 8 (Taf. VI), welche die Aussenseite der Anthere, nachdem der Pollen von ihr entfernt ist, darstellt, sind im allgemeinen richtig. Dagegen ist SPRENGEL's — schematische — Fig. 6 auf Taf. VI nur teilweise richtig. Richtig ist die linke — pollenbedeckte — Hälfte der Antherenaussenseite, unrichtig ist dagegen die rechte Hälfte der Antherenaussenseite abgebildet. Denn auf dieser ist — ungefähr in der Mitte — der eben — von unten her — aufspringende Öffnungsspalt dargestellt; dieser verläuft aber, wie oben gesagt wurde, nicht an der Aussenseite der Anthere und kann von dieser Seite aus überhaupt nicht wahrgenommen werden. Diese Figur hat SPRENGEL offenbar aus dem Gedächtnisse gezeichnet. Sie entspricht seinen Worten auf S. 283: „Seine (d. h. des Staubgefässes) Anthere bekommt auf der unteren Seite der Länge nach zwey Ritzen, aus welchen der Staub hervorquillt, und die untere Seite ganz bedeckt.“

4) Hinsichtlich ihres Baues und der Vorgänge nach der Öffnung ihrer Thekenpalte weichen die Antheren von *Delphinium Consolida* nur unbedeutend von denen von *Nigella arvensis* ab. Die pollenbedeckten Partien ihrer Thekenwandungen legen sich am Rande nicht aufeinander. Da sich die Anthere nach der Öffnung der Thekenpalte stark kontrahiert, so erhält das Pollenpolster eine bedeutende Dicke.

5) Antheren mit ähnlicher Einrichtung kommen auch bei einheimischen Arten anderer Familien, z. B. bei *Berberis vulgaris* L., vor; vergl. hierzu MÜLLER, Befruchtung der Blumen (1873) S. 124—126.

gegangen, wie sie *Nigella arvensis* besitzt. Die Blüten der ersten Arten, bei denen solche Antheren auftraten, hatten wohl einen ähnlichen Bau wie die von *Nigella arvensis*, und ihre Staubgefäße und Griffel führten ähnliche Bewegungen aus wie die dieser Art. Erst aus diesen aktinomorphen Arten haben sich diejenigen Gattungen mit zygomorphen Blüten entwickelt, welche solche Antheren besitzen. Bei manchen der Arten dieser Gattungen, so bei *Delphinium Consolida*, hat es keine Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben, dass sie solche Antheren besitzen.¹⁾ Ohne Zweifel stammen letztere Arten jedoch von Arten ab, für welche der Besitz solcher Antheren von grosser Bedeutung war. Die Antheren der Ranunculaceen haben sich aber auch noch in verschiedenen anderen Richtungen weiter entwickelt. In einem Falle verblieb der Spalt in der Mitte der Seitenflanken der Anthere; die freien Partien der Thekenwandungen bewegen sich bei diesen Arten aber so weit gegeneinander, bis sie sich mit ihren — freien — Rändern, die sich vielfach etwas einkrümmen, berühren. Es bedeckt sich infolge davon die — sich nach dem Aufspringen der Spalte mehr oder weniger kontrahierende — Anthere ringsherum mit Pollen. Solche Antheren besitzt unter den einheimischen Ranunculaceen z. B. *Aquilegia vulgaris* L.²⁾ In einem anderen Falle änderte sich der Bau der Anthere derart, dass der gesamte Pollen der Anthere nach der Öffnung ihrer Theken wie bei *Nigella arvensis*, aber auf andere Weise als hier, an ihre Aussenseite gelangt. Bei diesem Zweige der Ranunculaceen verbreiterte sich im Laufe seiner Entwicklung das Connectiv bedeutend. Hierdurch wurden die Pollensäcke nach dessen Aussenseite, also nach der Aussenseite der Anthere, hin verschoben; die Theken ragen seitlich etwas über die Seitenränder des Connectives hinaus. Nach dem Aufspringen der Theken rollen sich die freien Partien der Wandungen derselben zu dünnen Rollen zusammen, die sich auf die Aussenseite des Connectives legen, welche sich mit Pollen bedeckt. Solche Antheren besitzen die Blüten von *Ranunculus*, die in vieler Hinsicht denen von *Nigella arvensis* ähnlich sind.³⁾

1) Ich werde auf diese Art an anderer Stelle näher eingehen.

2) Vergl. vorige Anm.

3) Näher werde ich die Antheren der einheimischen *Ranunculus*-Arten an anderer Stelle behandeln.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Schulz August [Albert Heinrich]

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen. 297-309](#)