

# Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

**Dr. Oscar Uhlworm** und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel.

in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 40.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M.  
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1894.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen.

Die Redaction.

## Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.\*)

Beitrag zur Frage nach den Orientirungsbewegungen  
zygomorpher Blüten.

Von

**Dr. Richard Meissner,**

Dessau.

Bei der Beantwortung der Frage: Auf welche Weise gelangen zygomorphe Blüten aus einer abnormen Lage in ihre Normalstellung, ist man zu derselben Ansicht gekommen, dass die erste Orientirungsbewegung bei allen gestielten Blüten eine geotropische Aufwärtskrümmung ist. Diese erste Bewegung findet statt sowohl bei Blüten mit actinomorphem als auch bei solchen mit „unwesent-

\*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

lich zygomorphem“ (manche *Cruciferen*, *Compositen*, *Umbelliferen*, *Caprifoliaceen*) oder „wesentlich zygomorphem“ Bau. Während aber die actinomorphen und unwesentlich zygomorphen Blüten mit dieser ersten Orientierungsbewegung schon die Normalstellung, eine bestimmte Richtung der Blütenaxe zum Horizont, erreichen, bedürfen die wesentlich zygomorphen Blüten meistens noch einer zweiten Bewegung, um mit der Apertur der Blüte nach aussen, von der Spindel weg zu gelangen, wie bereits Noll eingehend erörtert hat.<sup>1)</sup> Denn angenommen, wir hätten eine Spindel von *Aconitum Napellus* L. in inverser Lage festgehalten, so wird durch die vom Geotropismus bewirkte Aufwärts- oder Mediankrümmung der Blütenstiele die Blüte mit ihrer Apertur der Spindel zugewendet, dadurch aber der Insectenbesuch erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht. Die Blüte bleibt nun nicht in dieser Stellung stehen, sondern wird bei gestielten Blüten durch die Blütenstiele nach aussen bewegt, welche Bewegung Noll als durch „Aussenwendigkeit, Exotropie“ bewirkte „Lateralbewegung“, als „exotropische Lateralbewegung“<sup>2)</sup> bezeichnet.

Nach diesem Autor kommt die „Lateralbewegung“ folgendermaassen zu Stande: Nachdem die Aufwärtsbewegung der Blüten an inverser Spindel vollendet ist, beginnt in den meisten Fällen erst (*Aconitum*, *Delphinium*, *Cytisus* u. A.) die zweite Bewegung, indem die rechte oder linke Flanke des Blütenstieles eine Förderung erfährt.<sup>3)</sup> Dadurch kippt naturgemäss das Organ nach der entgegengesetzten Flanke über, und der Geotropismus wird nun diese, nach unten gerichtete Seite gegenüber der Axe zu fördern suchen, nicht genau die linke oder rechte, „sondern die durch fortschreitende Ueberkippung jedesmal unten liegende Kante der linken oder rechten Flanke. Gegen das Ende der Orientierungsbewegung ist dies aber die Ventralseite. . . . Die Folge der ungleich stärkeren Verlängerung der peripherischen Gewebe ist die, dass die torquirte Strecke des Organs nicht um dessen gerade Axe torquirt ist, sondern die Form einer Schraubelinie annimmt. . . . Es ist also nicht richtig, zu sagen, dass sich alle Kanten gleichmässig und gleichzeitig überverlängern“<sup>4)</sup>. An anderer Stelle<sup>5)</sup> kommt der Autor noch einmal darauf zurück, dass bei vielen *Labiaten* und *Papilionaceen* die Torsion des Blütenstieles nicht an Ort und Stelle um die Axe geschieht. „Bei einer Drillung könnte die Blüte an Ort und Stelle gedreht gedacht werden, in der That beschreibt dieselbe aber einen Bogen im Raum um ihre gedachte Axe, wie etwa eine Schlingpflanze um ihre Stütze.“

Noll lässt die „Lateralbewegung“ an keine bestimmte Organseite gebunden sein.<sup>6)</sup> Sie ist nach ihm eine von der Mutteraxe

<sup>1)</sup> Noll, Ueber die normale Stellung zygomorpher Blüten und die Orientierungsbewegungen zur Erreichung derselben. (Arbeiten des Botanischen Instituts zu Würzburg. Bd. III. p. 189 und 315.)

<sup>2)</sup> l. c. p. 217.

<sup>3)</sup> l. c. p. 367.

<sup>4)</sup> l. c. p. 367.

<sup>5)</sup> l. c. p. 228.

<sup>6)</sup> l. c. p. 251.

ausgehende, „rein active, ja sogar grosse Schwierigkeiten überwindende Bewegung<sup>1)</sup>“. Damit hängt nach ihm auch der Umstand zusammen, dass die Blüten auf kürzestem Wege in die Normalstellung und damit Ruhestellung gelangen. Ist die linke Seite der Mutteraxe zugekehrt, so wird diese im Wachsthum gefördert, sind die beiden Seitenkanten gleichwerthig, so wird scheinbar gleichgültig, falls eben das Organ nicht von seitlichen Lichteinflüssen alteriert wird, eine von beiden gewählt. Bei heliotropisch indifferenten Blüten verläuft ausserdem die „exotropische Lateralbewegung“ noch unabhängig vom Licht, wie Versuche mit *Aconitum* im Dunkelzimmer, andererseits Versuche mit *Aconitum Störkianum* Rehbeh. bei einseitiger Lichtwirkung zeigten, unabhängig ferner von einer Polarität der Zellmembranen, wie sie Frank<sup>2)</sup> annimmt, unabhängig vom einseitigen Uebergewicht der Gebilde, in Folge dessen nach de Vries<sup>3)</sup>, J. Wiesner<sup>4)</sup> und Osc. Schmidt<sup>5)</sup> die Orientirungstorsionen zu Stande kommen sollen, endlich auch unabhängig von der verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Collenchyms und Sclerenchyms, durch die nach H. Ambronn<sup>6)</sup> in den Organen bei einseitig wirkender Kraft verschiedene starke Spannungen im Organe eintreten und zur Torsion führen.

„Bei heliotropischen Blüten aber erfolgt nach Noll die Orientirung nach der Lichtquelle hin durch die heliotropische Verlängerung der beschatteten Seitenkante (heliotropische Lateralbewegung, z. B. bei *Linaria cymbalaria*).<sup>4,7)</sup> Die Lateralbewegung kann nach Noll endlich auch inhibirt werden, z. B. dadurch, dass man junge Blütenstiele von *Orchis* oberhalb noch untorquirter Blüten des Gipfels beraubt.

Nach alledem ist also die von Noll auf Exotropie zurückgeführte Bewegung eine von der Mutteraxe ausgehende, durch Wachsthumförderung einer Kante des Blütenstieles entstandene, vom Licht bei heliotropisch-indifferenten Blüten unabhängige, eine in der Aussenstellung der Letzteren zu Ruhe kommende Bewegung, zuderen Zustandekommen der Geotropismus mitwirkt, eine Bewegung andererseits, die künstlich verhindert werden kann.

<sup>1)</sup> l. c. p. 228.

<sup>2)</sup> Frank, Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen und ihre Abhängigkeit vom Licht und von der Gravitation. p. 80. Leipzig 1870.

<sup>3)</sup> De Vries, Ueber einige Ursachen der Richtung bilateral-symmetrischer Pflanzentheile. (Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg. I. p. 223. Leipzig 1874.)

<sup>4)</sup> J. Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Theil II. (Denkschriften der Kais. Academie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. XXXXIII. Wien 1882.)

<sup>5)</sup> Osc. Schmidt, Das Zustandekommen der fixen Lichtlage blattartiger Organe durch Torsion. Dissertation. Berlin 1883.

<sup>6)</sup> H. Ambronn, Ueber heliotropische und geotropische Torsionen. (Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Band II. p. 183.)

<sup>7)</sup> l. c. p. 246.

Einen schroffen Gegensatz zu den Noll'schen Anschauungen bilden die von Schwendener-Krabbe<sup>1)</sup> neuerdings entwickelten. Da wir uns gerade wegen dieses Gegensatzes im Laufe dieser Arbeit eingehend mit denselben beschäftigen wollen, so folge der besseren Uebersicht halben auch hier zunächst eine kurze Darstellung der von diesen beiden Autoren vertretenen Ansicht. Nach Schwendener-Krabbe existirt die von Noll angenommene Lateralbewegung und Exotropie schlechtlin nicht.<sup>2)</sup> An Stelle der Combinationswirkung von Exotropie und Geotropismus setzen sie den „Geotortismus“ und verstehen darunter „die Eigenschaft der Organe, sich unter dem Einfluss der Schwerkraft zu tordiren.“<sup>3)</sup> Der „Geotortismus“ charakterisirt sich, zusammenfassend gesagt, nach Schwendener-Krabbe in Folgendem:

Bei allseitig gleichmässiger Beleuchtung oder im Dunkeln erfährt unter dem alleinigen<sup>4)</sup> Einfluss der Schwerkraft das Membranwachsthum der einzelnen Zellen in schiefer Richtung zu ihrer Längsaxe eine Zu- oder Abnahme. Damit ist ein Torsionsbestreben der einzelnen Zellen gegeben, welches auch die Torsion des ganzen Organs bedingt.<sup>5)</sup> Diese geotropischen Torsionen sind unabhängig von der Lage der Organe zum Horizont.<sup>6)</sup> Die Blüten selbst nehmen an der „Auswärtsbewegung“ keinen directen Antheil<sup>7)</sup>, sondern werden an geraden Stielen an Ort und Stelle durch Stieltorsionen mit der Vorderseite nach aussen gewandt<sup>8)</sup>, ohne etwaige Krümmungen äusserlich in die Erscheinungen treten zu lassen.<sup>9)</sup> Bei bogenförmigen Stielen dagegen werden die Blüten zunächst aus der geotropischen Krümmungsebene je nach der Richtung der Torsion nach rechts oder links herausgerückt und ändern im Laufe der Orientirungsbewegung ihre Lage im Raum stetig.<sup>10)</sup>

Noll verfasste bereits in demselben Jahre, da die Schwendener-Krabbe'sche Abhandlung erschien, eine Entgegnung<sup>11)</sup>, die mir Anregung gab, genaue kritische Versuche zur Entscheidung des „Geotortismus“ oder der „Lateralbewegung“ anzustellen. Als besonders geeignetes Material für diese Versuche wählte ich u. A. *Delphinium*- und *Aconitum*-Arten, weil an diesen Objecten die Dinge, um die es sich hierbei handelt, ganz klar zu Tage treten wegen des zeitlich verschiedenen Auftretens der geo-

<sup>1)</sup> Schwendener und Krabbe, Untersuchungen über die Orientirungstorsionen der Blätter und Blüten. (Abhandlungen der Kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1892. Berlin 1892.)

<sup>2)</sup> l. c. p. 13 u. andere Stellen.

<sup>3)</sup> l. c. p. 47.

<sup>4)</sup> l. c. p. 45.

<sup>5)</sup> l. c. p. 59.

<sup>6)</sup> l. c. p. 57.

<sup>7)</sup> l. c. p. 24.

<sup>8)</sup> l. c. p. 24.

<sup>9)</sup> l. c. p. 24.

<sup>10)</sup> l. c. p. 28.

<sup>11)</sup> Noll, Die Orientirungsbewegungen dorsiventraler Organe. München 1892.

tropischen Aufwärtskrümmung und der Auswärtsbewegung. Die Resultate, die ich gewonnen habe, werde ich gelegentlich an den betreffenden Stellen der Kritik anführen.

Wie schon Noll in seiner Entgegnung anführt<sup>1)</sup>, erscheint der „Geotortismus“ dem Physiologen wegen der doppelten Wirkung der Schwerkraft, einmal ein Organ zu krümmen, das andere Mal dasselbe Organ zu torquieren, gerade nicht verlockend. Auch bei meiner Betrachtung des „Geotortismus“ wurde mir diese Ansicht eingeflösst, die übrigens im Jahre 1889 einer der beiden Autoren, Krabbe<sup>2)</sup>, hatte: „Nur möchte ich schon jetzt wenigstens auf den Umstand hinweisen, dass es einstweilen nicht recht vorstellbar ist, wie durch dieselbe Reizursache an ein und demselben Organ so verschiedenartige Bewegungen ausgeführt werden können, wie dies nach der Vorstellung Vöchting's der Fall sein müsste. Denn um die Lichtstellung der Spreite zu ermöglichen, muss derselbe Blattstiel, je nach der Stellung des Blattes zum Licht, bald nur Krümmungen, bald Drehungen ausführen.“

Doch nun in's Einzelne. Was zunächst einen Angriffspunkt Schwendener-Krabbe's auf die Lateralbewegung bildet, ist die von Noll „ursprünglich“ (p. 206) gegebene „Definition“ derselben. („Alle Bewegungen, welche von der Dorsal- oder Ventralseite veranlasst werden, welche also in der Mediane der Blütengebilde sich ereignen, werden wir in der Folge als Mediankrümmungen (Medianbewegungen) kurz bezeichnen und davon diejenigen Krümmungen als Lateralkrümmungen (Lateralbewegungen) unterscheiden, welche durch das Längenverhältniss der rechten und linken Seite verursacht werden.“) Die beiden Autoren schreiben<sup>3)</sup>: „Ueberdies wird es an verschiedenen Stellen der Arbeit mehr als fraglich, ob die ursprüngliche Definition der Median- und Lateralkrümmung überhaupt aufrecht erhalten ist, auch wenn man an der Vorstellung Noll's über das Zustandekommen der Torsionen festhält.“ Es wird speciell der Versuch einer Kritik unterzogen, bei dem Noll eine Spindel von *Aconitum* in horizontaler Lage festhielt. Es krümmten sich alsdann die Blütenstiele mit der rechten resp. linken Flanke aufwärts. Darauf trat eine Stieltorsion um 90° ein (Fig. 18 und 19 l. c.), wodurch die Blüten mit ihrer Apertur von der Spindel weggewendet wurden. Es heisst nunmehr weiter: „Führt man nun in diesem Falle die Lateralbewegung nach der ursprünglichen Definition derselben auf eine Verlängerung der rechten oder linken Seite zygomorpher Blüten zurück, dann muss natürlich die Ebene der Lateralkrümmung mit derjenigen der geotropischen Aufwärtskrümmung zusammenfallen; eine Torsion ist unter diesen Umständen auch nach der

<sup>1)</sup> l. c. p. 7.

<sup>2)</sup> Krabbe, Zur Kenntniss der fixen Lichtlage der Laubblätter. (Sep.-Abdr. aus Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. XX Heft 2. p. 259.) Berlin 1889.

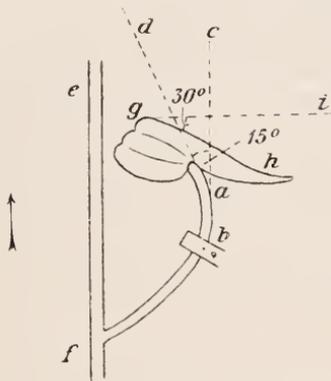
<sup>3)</sup> l. c. p. 11.

Anschauung Noll's ausgeschlossen.“ Ich finde auch, dass sich Noll bei der Begriffsbestimmung „Median- und Lateralbewegung“ einer Ungenauigkeit in der Darstellung schuldig macht, indem er auf das veränderte Auftreten der Lateralbewegung im zweiten Falle nicht ausdrücklich hinweist, sondern als selbstverständlich annimmt, dass hier die Lateralbewegung je nach der Stellung der Blüten in verschiedenen anderen Kanten eintreten muss. Allein dieses Versehen ist nicht von grundsätzlicher Bedeutung, da es an dem schliesslichen Charakter der Median- und Lateralbewegung nichts ändert. Eine Definition, wie es nach Schwendener-Krabbe sein soll, eine Definition der Lateralbewegung ist meiner Meinung nach bei dieser vorläufigen Begriffsbestimmung auf p. 206 gar nicht beabsichtigt gewesen. Eine Definition werden wir in diesem Falle erst am Schlusse, nicht am Anfang der Arbeit erwarten können. Und so finden wir auch in Noll's Abhandlung erst am Schlusse des zweiten Theiles (p. 368) eine Definition von der Lateralbewegung, welche dahin geht, dass ausser anderen, hier nicht noch einmal zu erwähnenden Dingen die Lateralbewegung wahrscheinlich „eine correlative Wachstumserscheinung ist, wodurch diejenige Seitenkante im Wachsthum gefördert wird, welche der Mutteraxe zugekehrt ist, eine Wachstumserscheinung, welche, falls die beiden Seitenkanten in dieser Beziehung gleich sind, scheinbar gleichgültig eine von beiden wählt oder beide verschmäht, weshalb dann die Auswärtsbewegung unterbleibt. Mit der Anschauung und Vorstellung Noll's steht aber jene Bewegung bei obigem Versuch (p. 212, Fig. 18 und 19 auf p. 213) vollkommen im Einklang. Hiernach wird eben die Dorsal- resp. Ventralseite zur exotropisch geförderten Seitenkante, was nach Noll möglich ist, da die „Lateralbewegung an keine bestimmte Organseite gebunden sein soll.“<sup>1)</sup>

Von dieser Betrachtung gehe ich nun zu den einzelnen Eigenthümlichkeiten des „Geotortismus“ an der Hand von Versuchen unparteiisch und kritisch über. Wenn der „Geotortismus“ eine Blüte in die Aussenstellung bringen soll, so würde das am besten geschehen können, wenn der Blütenstiel sich in senkrechter Lage befindet. Die Figuren, die in der oben angeführten Abhandlung Schwendener-Krabbe's auf Taf. II unter 9 und 10 Blüten von *Aconitum* darstellen, zeigen auch eine solche senkrechte Richtung des Stieles. Allein diese Stellung ist eine verhältnissmässig seltene. Bei *Aconitum*-Blüten, welche sich an inverser Spindel befinden und welche die Mediankrümmung vollführt haben, ist der Stiel fast ausnahmslos unter einem Winkel gegen die Spindel geneigt. Doch auch bis zu einem gewissen Grenzwinkel ist die Stellung der Stiele für den „Geotortismus“ immer noch günstig. Ich habe für *Delphinium* diesen Grenzwinkel berechnet.

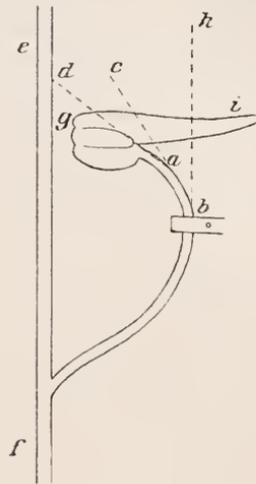
<sup>1)</sup> l. c. p. 251.

Bekanntlich befindet sich unter der *Delphinium*-Blüte ein kleines Stielstück, welches, wenn das Stück  $a b \neq e f$  ist (Fig. 1), mit



Figur 1.

Künstlich fixirte Knospe.  
 $a b \neq e f$ .  $\angle i g h = 30^\circ$ .  
 $\angle c a d = 15^\circ$ .



Figur 2.

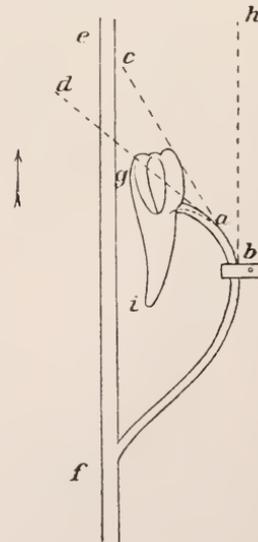
Künstlich fixirte Knospe.  
 $b h \neq e f$ .  $\angle a b h = 30^\circ$ .  
 $\angle c a d = 15^\circ$ .  $g i \perp e f$ .

den Vertikalen  $a e$  einen Winkel von  $15^\circ$  bildet. Die Dorsalseite der Knospe bildet in dieser künstlich fixirten Stellung mit der Horizontalen  $g i$  einen Winkel von  $30^\circ$ .

Würde man das Stück  $a b$  des Stieles (Fig. 2) um  $3^\circ$  der Hauptspindel  $e f$  zukehren, so würde  $g i$  horizontal,  $d a$  würde unter einem Winkel von  $45^\circ$  gegen  $e f$  geneigt sein.

Lässt man jetzt den Geotortismus einwirken, so blickt die Knospe nach der Torsion gerade nach oben (Fig. 3).

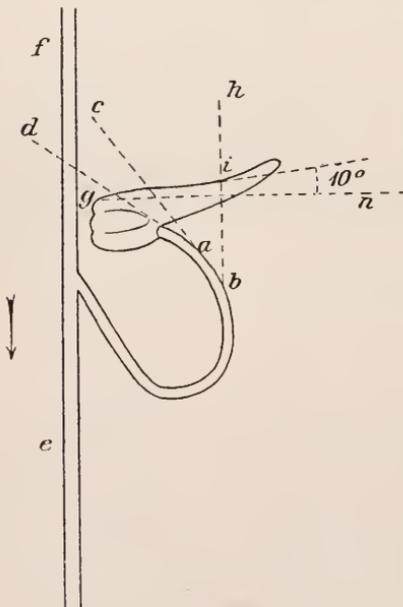
Würde also dieser Grenzwinkel von  $30^\circ$  (Winkel  $a b h$  in Fig. 2) bei *Delphinium* überschritten, so kann man sich leicht überzeugen, dass dann der „Geotortismus“ die Blüte, nicht nach aussen schwenken lässt, sondern der Spindel zukehrt. Die Blüte würde weiter nichts thun können, als sich umkehren, d. h. die Ventralseite, die bei der Versuchsanstellung nach unten blickt, würde oben hin kommen, und umgekehrt die Dorsalseite nach unten.



Figur 3.

Wie verhält es sich nun in der Natur? Was lehren hierüber die angestellten Versuche? Ich fixirte mehrere Knospen von Knospe aus Lage 2 nach Einwirkung des Geotortismus.  
 $g i \neq e f$ .

*Delphinium tricornes* Mchx. an aufrechter Spindel in der Weise, dass der kurze Theil a b des Blütenstieles in die senkrechte Richtung kam (Fig. 1). Dabei bildete, wie schon oben erwähnt, die Dorsalseite der Knospe mit der Horizontalen einen Winkel von  $30^\circ$  (1. Juni). Die Knospe selbst war der Spindel künstlich zugekehrt fixirt. Am 2. Juni hatten sich die Knospen in Folge geotropischer Krümmung dieses oberen Stieltheiles aufgerichtet und standen  $10^\circ$  über der Horizontalen (wie in Figur 4), genau in der Medianebene. Dabei hatte der Stieltheil seine senkrechte Stellung — und damit eine der günstigsten für den „Geotortismus“ — verlassen und bildete mit der Vertikalen einen Winkel von  $40^\circ$ , hatte also den oben angegebenen Grenzwinkel überschritten. Es hätte nach meinen Ueberlegungen eine Auswärtsbewegung nicht eintreten dürfen, falls „Geotortismus“ die Ursache der Auswärtsbewegung sein soll. Dem ungeachtet hatte eine Knospe am 3. Juni bereits einen seitlichen Weg von  $40^\circ$  nach rechts zurückgelegt. Dieser Versuch also lässt den „Geotortismus“ fragwürdig erscheinen.



Figur 4.

Knospe nach der geotropischen Aufwärtsbewegung.

$$\begin{aligned} \angle h b a &= 40^\circ. & \angle c a d &= 15^\circ. \\ \angle n g i &= 10^\circ. & n g &\perp e f. \end{aligned}$$

*Delphinium tricornes* Mchx. wurde invers fixirt. Nach einem Tage war die geotropische Aufwärtsbewegung der Knospenstiele beendet.

Die Stellung der Knospe giebt Fig. 4 an.

Ein gleiches Verhalten aber fand ich bei einer grossen Anzahl von Pflanzen, so z. B. auch bei *Asphodelus luteus* L.

Schwendener - Krabbe schreiben aber auf p. 31 der erwähnten Abhandlung: „Wo die geotropische Krümmung ungehindert zur Ausführung gelangen kann, erfolgt die Torsion fast ausnahmslos an senkrecht stehenden Organen.“ Meine Versuche haben mich eines anderen belehrt. Selbst wenn ich Knospen von *Aconitum* in die senkrechte Richtung brachte, verliessen die graden senkrechten Stiele diese Stellung und krümmten sich so, dass die Knospen die Normallage zum Horizont einnahmen. Vollends bei denen, die durch geotropische Krümmung der Stiele an inverser Spindel aufgerichtet wurden, legte sich die Ventralseite der Knospe gewöhnlich fast an die Spindel. Dass dann der Stiel nicht mehr senkrecht ist, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Ein gleiches Verhalten fand ich bei *Delphinium*. Eine Spindel mit Knospen von

Was nun den folgenden Satz betrifft\*): „Die Drehung tritt indessen auch ein, und zwar ebenso vollständig und schnell, wenn man die Blütenstiele in horizontaler oder abwärts gerichteter Lage festhält“, so stimmen damit meine Versuche auch nicht überein. Es geht allerdings aus den Worten der beiden Autoren nicht deutlich hervor, ob sie den Versuch mit den Federspulen meinen (p. 29), auf den ich gleich zu sprechen komme, oder ob sie Blütenstiele ohne Spulen in horizontaler oder abwärts gerichteter Lage fixirten. Wenn das letztere der Fall sein sollte, was ich jedoch nicht glaube, so kann ich hier auf die eben angeführten Versuche hinweisen.

Jedenfalls meinen aber die Autoren, wenn sie sagen und wiederholt sagen, dass das Auftreten der Torsion von der Richtung der Blütenstiele zum Erdradius unabhängig ist — wenngleich dieser Satz nach dem eben vorangegangenen: „Wo aber die geotropische Krümmung ungehindert zur Ausführung gelangen kann etc.“ zu obiger Auffassung leicht Anlass giebt — jenen Federspulversuch. Wenn man nämlich die an inverser Spindel befindlichen Knospenstiele mit Federspulen umgiebt, dann soll nach Schwendener-Krabbe erstens jede geotropische, sowie jede andere Krümmung durch die starren Federhülsen verhindert werden, andererseits sollen aber die Torsionen auftreten können. Auf p. 30 heisst es wörtlich: „Diese (Torsionen) gelangten denn auch in fast allen Versuchen ebenso vollständig und schnell zur Ausführung wie an Blüten, deren Stiele sich gleichzeitig auch geotropisch aufwärts krümmen konnten.“

Ich wiederholte denselben Versuch, gelangte aber zu einem dreifach entgegengesetzten Resultat.

1. Was das Nicht-Auftreten der geotropischen Krümmung anbelangt, so muss ich das Gegentheil behaupten. Die zum Versuch herangezogenen *Aconitum*-Knospen wurden mit aller Sorgfalt nach dem manuellen Recept Schwendener-Krabbe's mit den Federspulen versehen (8. Juni). Die Stiele waren beim Anstellen des Versuchs vollständig gerade, standen genau in der Medianebene und waren auf der Dorsalseite mit Tuschmarken versehen. Die Spulen reichten bis zur Spindel und zur Ansatzstelle der Knospen an den Stielen. Bereits am 9. Juni Vormittags machte sich in den Stielen eine geotropische Aufwärtskrümmung der Stiele innerhalb der Spule bemerkbar, derartig, dass die Dorsalseite, die jetzt nach unten lag, bei inverser Stellung, die Wand der Spule etwa in der Mitte berührte; die Ventralseite dagegen hatte sich am Ende der Spule nach oben begeben. In Folge dieser Krümmung hatten sich die Knospen etwas aufgerichtet und nahmen demgemäss einen anderen Winkel gegen den Horizont ein als ursprünglich bei der Anstellung des Versuches. Am 10. Juni trat die Erscheinung noch deutlicher auf, obwohl im Laufe des 9. Juni sehr oft Sorge dafür getragen war, dass die Spulen bis zur Knospe reichten. Die Krümmung der Stiele von

\*) l. c. p. 31.

der unteren Mitte der Spule bis zum oberen Ende derselben liess sich natürlich nicht vermeiden, selbst wenn die Spule so schräg geschnitten wurde, dass sie die Dorsalseite unmittelbar unter der Knospe noch deckte. Da nun im basalen Theil des Stieles kein Wachsthum mehr stattfand, so begnügte ich mich in einem Falle damit, die Spule nach der Knospe hin zu schieben, im anderen aber setzte ich nach den Angaben Schwendener-Krabbe's neue Spulen ein. Am 12. Juni brachen die Knospen auf.

2. Zu gleicher Zeit aber hatten sich die Knospen mit ihren Stielen auch an die Seitenwand der Spule, zum Theil wenigstens, gelegt, und wenn auch die Krümmung, die dadurch entstand und absolut nicht verhindert werden konnte, nur eine minimale war, soweit es eben die Spule zuließ, so war sie doch immerhin eine Krümmung.

3. Von einer Torsion aber konnte ich gar nichts bemerken. Die übrigen Blüten hatten bis zum 11. Juni fast ihre Normalstellung erreicht, die „bespulten“ aber vollführten keine Torsion.

Durch diese Versuche scheint der Beweis erbracht zu sein, dass das Auftreten der Torsion hier wohl abhängig ist von der Krümmung der Stiele. Ueber Weiteres brauche ich mich hier nicht zu verbreiten, da auch Noll von einem anderen Gesichtspunkte aus dieses punctum saliens in Erwägung gezogen hat.\*)

Nach Schwendener-Krabbe soll ferner die Blüte an graden Stielen in Folge des „Geotortismus“ durch Stieltorsion an Ort und Stelle nach aussen bewegt werden, da schon eine oberflächliche Verfolgung der Auswärtsbewegung hinreichend ist, „um sich zu überzeugen, dass an ihrem Zustandekommen Krümmungen irgend welcher Art nicht betheiligte sind; denn während die Blüte allmählich ihre Vorderseite nach aussen bewegt, behält der obere Theil des Stieles seine gerade Form.“ Ich habe zu einer eingehenden, genauen Beobachtung der Auswärtsbewegung dasselbe Versuchsobject gewählt wie Schwendener-Krabbe, nämlich *Aconitum*; ich habe auch, um „die Richtigkeit dieser Thatsache“ kritisch beurtheilen zu können, die Blütenstiele vor dem Eintritt der Auswärtsbewegung wie Schwendener-Krabbe mit einer möglichst genau longitudinal verlaufenden Tuschlinie versehen. Auf den anfänglichen Verlauf der Bewegung kam es mir hierbei an, und da zeigte sich denn, dass auch bei Blüten mit geraden Stielen zunächst eine seitliche Umkipfung der Blüte eintrat, wodurch natürlich auch deutlich sichtbar der gerade Stiel nicht mehr gerade blieb, sondern nach rechts oder links seitlich umbog, dass also die Verlängerung einer Seitenkante eingetreten war.

Ob „Geotortismus“ oder „exotropische Seitenbewegung“ stattfindet, kann man aber noch aus Folgendem entscheiden. Die

\*) Orientierungsbewegungen dorsiventraler Organe. p. 8.

nebenstehende Figur 5 zeigt die Verhältnisse, wie sie in Wirklichkeit beobachtet werden. a stelle eine Medianebene dar, die durch den Blütenstiel und den Scheitel der Blüte vor der Auswärtsbewegung, b eine solche, die durch den Scheitel der Blüte und die Dorsalseite des Stieles nach der ersten seitlichen Bewegung geht. Nach dieser ersten Seitenbewegung hat die Dorsal- wie Ventralseite der Knospe einen gleichen Abstand von a. Falls „Geotortismus“ stattfände, müsste die Dorsalseite der Knospe der Ebene a näher sein, als die Ventralseite, beziehungsweise müssten beide gleich weit, aber in entgegengesetzter Richtung aus der letzteren herausgerückt sein.

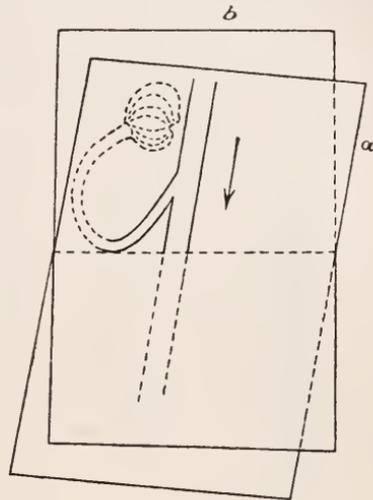


Fig. 5.

*Aconitum*-Knospe, sich nach auswärts bewegend.

Wie verhält sich die Sache nun an bogenförmig gekrümmten Organen? Nach Schwendener-Krabbe, wie nach Noll soll die Blüte aus der Medianebene herausrücken. Aber wie denn? Soll denn nicht nach dem „Geotortismus“ die Torsion unmittelbar unter der Blüte beginnen? <sup>1)</sup> An jungen geotropisch gekrümmten Organen ist aber der der Blüte nächste Theil gerade, es dürfte folglich nach Schwendener-Krabbe anfänglich durch die Torsion gar keine Lageveränderung der Blüten nach rechts oder links im Raume stattfinden <sup>2)</sup>. Das geschieht aber, wie es jeder Versuch zeigt, und wie es Schwendener-Krabbe auch selbst beobachtet haben. Ja, wenn die Torsion von unten begönne und basifugal fortschritte, wenn die Torsion in der geotropischen Krümmungszone ihren Anfang nähme, dann wollte ich das zugeben, was die beiden Autoren berichten. Machen wir es uns doch klar an einem Kautschukschlauch, wie Schwendener-Krabbe vorschlagen. Lässt man an einem in senkrechter Ebene gekrümmten Kautschukschlauch an dem oberen Ende, während man das untere mit der Hand festhält, die Torsion eintreten — natürlich so, wie es in natura ist, nur um ein geringes, vielleicht 10 bis 20°; im anderen Falle läuft die Torsion bis zum Krümmungspunkt hinunter — dann merkt man absolut nichts von einer Herausbewegung des Schlauches aus der Ebene. Der „Geotortismus“ müsste sich ja im Widerspruch mit sich selbst befinden, wollte er diese Leistung eingehen.

Aber noch ein anderes, viel klareres Verständniss für die Beurtheilung, ob „Geotortismus“ oder „Exotropie“ die Lateral-

<sup>1)</sup> l. c. p. 32.

<sup>2)</sup> l. c. p. 28.

bewegung verursachen, bekommt man, wenn man sich die ange-  
stellten Versuche über bogenförmig gekrümmte Blütenstiele etwas  
genauer ansieht. Dann bemerkt man, dass nicht nur der oberste  
Theil des Stieles aus der Ebene tritt, sondern dass der ganze  
Stiel bis zur geotropischen Krümmungszone bewegt  
ist, bemerkt auch, dass die aufgetragenen Tuschmarken anfänglich  
bis zur Blüte in gerader Richtung verlaufen. Nach dem „Geo-  
tortismus“ müsste der über der geotropischen Krümmungszone  
gelegene Theil des Stieles ruhig in der Medianebene verharren,  
bis die Torsion zu ihm gelangt ist. Dann erst hätte Geltung,  
was Schwendener-Krabbe auf p. 29 schreiben: „Denn wenn  
diese (gekrümmten Organe) sich zu tordiren beginnen, muss gleich-  
zeitig aus rein mechanischen Gründen die ebene Curve zu einer  
Curve im Raum werden.“ Daher aber scheint mir auch der Satz  
unrichtig zu sein, der auf derselben Seite angeführt ist: „Das  
Herausrücken der Blüte aus der geotropischen Krümmungsebene  
ist demnach nicht, wie Noll meint, die Ursache, sondern gerade  
umgekehrt, die nothwendige Folge der Torsion.“ Im Gegentheil,  
mir scheint nach Obigem die Ansicht Noll's vollkommen zuzu-  
treffen.

Was eigentlich Schwendener-Krabbe veranlasst hat, eine  
der Noll'sehen Ansicht entgegengesetzte aufzustellen, liegt offen-  
bar in dem entgegengesetzten Beurtheilen ihrer angestellten Klino-  
statenversuche. Schwendener-Krabbe fanden, wie früher  
Noll, dass auf dem Klinostaten keine Torsionen stattfinden. Die  
ersteren schliessen daraus: Folglich vermag die Schwerkraft allein  
die Torsion auszuführen. Wie irrig diese Meinung aber ist, hat  
Noll zur Genüge bereits in seiner Entgegnung erörtert<sup>1)</sup>, ich  
habe ihm nichts hinzuzufügen. Nur dass die Noll'sche Ansicht,  
dass die Auswärtsbewegung von der Mutteraxe inducirt wird, die  
grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat, das möchte ich zum  
Schluss noch eingehend behandeln.

Ich bin durch meine Versuche in der Anschauung Noll's  
bestärkt worden: Die Lateralbewegung wird unter Mitwirkung  
der Schwerkraft von der Pflanze veranlasst, sie ist eine active,  
von der Pflanze verursachte Bewegung. Es handelt sich hierbei  
um die Thatsache, dass, wenn man eine *Orchideen*-Spindel am  
oberen Ende mit noch untorquirten Knospen wegnimmt, dass dann  
die nächstfolgende Schwesterblüte sich einfach über den Spindel-  
stumpf bewegt durch Einwirkung des Geotropismus und die Lateral-  
bewegung nicht ausführt. Ich stellte die Versuche mit verschiedenen  
*Aconitum*- und *Delphinium*-Arten an und zwar in folgender Weise:

Am 6. Juni schnitt ich z. B. von der Blütentraube eines  
*Aconitum Störkianum* Rehb. den oberen, mit Knospen besetzten  
Theil von der Mutterpflanze ab, so zwar, dass unmittelbar über  
der Schnittfläche streng in der Medianebene eine Knospe mit  
wachsthumsfähigem Stiele sass. Diesen Spindeltheil brachte ich

<sup>1)</sup> Orientierungsbew. dorsiventr. Organe. p. 10 u. ff.

nun invers in ein mit Wasser gefülltes, cylindrisches Glasgefäß, um ihn vor dem Vertrocknen zu schützen (Fig. 6), befestigte ihn oben an einem Glasstabe mit einem Faden (x) und, damit er unter Wasser getaucht blieb, beschwerte ich ihn mit einem Glasstäbchen an dem nach unten gekehrten Ende. Weil der Faden x die oberste Knospe in ihrer Bewegung hindern konnte, schob ich mit Leichtigkeit noch ein Hölzchen zwischen Faden und Spindel. Man sieht, dass durch diese Versuchsanstellung das Entgegengesetzte von dem erreicht wurde, was wir oben bei der decapitierten *Orchis*-Spindel gesehen haben. Dort war es die oberste Knospe, bei der die Lateralbewegung verhindert werden sollte, hier dagegen die unterste, die erst durch Inversion der Spindel nach oben gebracht wurde.

Bei der Versuchsanstellung zeigte der Stiel der obersten Knospe a mit der Spindel einen Winkel von  $20^{\circ}$ , die tieferstehende Schwesterknospe b einen Winkel von  $15^{\circ}$ .

7. Juni: a und b hatten die Mediankrümmung vollführt.

8. Juni: a stand über dem Spindelstumpf und es bildete die Ventralseite der Knospe mit der Verticalen einen Winkel von  $45^{\circ}$ . b war durch die Lateralbewegung um  $80^{\circ}$  nach rechts aus der Medianebeane gerückt.

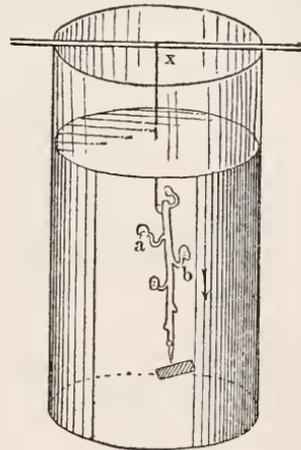
9. Juni Vorm.: a die Ventralseite der Blüte bildete mit der Verticalen einen Winkel von  $30^{\circ}$ . b zeigte eine Lateralbewegung von  $90^{\circ}$ .

11. Juni: a nahm dieselbe Stellung ein, wie am 9. Juni (Fig. 7), die Knospe brach auf. b zeigte eine Lateralbewegung  $120^{\circ}$  nach rechts.

Wie dieser Versuch mit *Aconitum* verliefen auch die zahlreich angestellten Versuche mit den verschiedenen *Delphinium*-Arten.

Schwendener-Krabbe weisen in Bezug auf die Noll'schen Verwundungsversuche auf das zweckmässige Verhalten der Pflanzen. Falls die Blüten alle der Spindel zugekehrt blieben, so würde bei dichtem Stande der Blüten eine Fremd-

Knospe a von *Aco*-bestäubung erschwert oder unmöglich gemacht. *nitum* am 9. Juni. In dem Dienste der Zweckmässigkeit soll es nach Schwendener-Krabbe auch liegen, wenn die Blüten nach Wegnahme der Spindel „in viel einfacher Weise“ durch Ueberkrümmen über den Spindelstumpf ihre zweckmässige Lage erreichen als die anderen Blüten der intakten Pflanze. „Ent-



Figur 6.

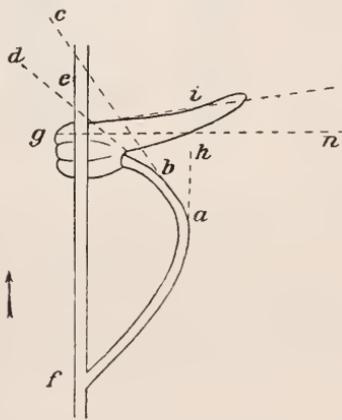
Spindel mit *Aconitum*-Knospen invers fixirt. Nach Beendigung des Versuchs.



Figur 7.

fernt man von einer *Orchideen*-Spindel den oberen Theil, so ist es für die in unmittelbarer Nähe der Schnittfläche stehenden Blüten zwecklos geworden. eine Torsion auszuführen, denn es ist für sie eigentlich keine Spindel mehr vorhanden, von der sie sich hinwegzuwenden hätten. Wenn nur die Blüten mit ihrer Vorderseite über die Schnittfläche hinwegsehen, so sind sie ebenso zweckmässig orientirt, wie die tieferstehenden Blüten, die auch nach der fraglichen Operation durch Torsion von  $180^\circ$  ihre Vorderseite nach aussen richten.<sup>1)</sup>

Was Noll hierzu in seiner Entgegnung, nach meiner Meinung in richtiger Weise, bemerkt, kann ich übergehen. Ich will aber noch einen Versuch anführen, der die Frage in ihrer Beantwortung erkennen lässt. Da Schwendener-Krabbe meinen, das Fehlen der Spindel an sich sei die Veranlassung, dass die obersten Blüten an verwundeten Spindeln die Lateralbewegung in ihren Stielen



Figur 8.

*Aconitum*-Knospe künstlich fixirt,  
rechts von der Spindel.

$$\begin{aligned} &gn \perp ef. < ign = 10^\circ. \\ < hab = 40^\circ. < cbd = 15^\circ. \end{aligned}$$

unterdrücken, so kam ich auf den Gedanken, an den aufrechten Spindeln eine Knospe künstlich der Mutterachse zuzukehren:

Am 30. Mai, Abends 6 Uhr, fixirte ich an aufrechter Spindel eine Knospe von *Delphinium tricornis* Mehx., nachdem ich sie mit ihrer Apertur gegen die Spindel gekehrt hatte, nicht genau gegen die Spindel, sondern  $10^\circ$  rechts von ihr (Fig. 8). Dabei war sie vollkommen zweckmässig orientirt: sie hatte die rechte Richtung zum Erdradius, der Insectenbesuch war ermöglicht. Denn ältere Blüten an Nachbarpflanzen, die ich der Controle wegen ebenso

fixirt hatte, wurden in dieser Stellung stets von den Hummeln besucht. Nach meiner Ansicht war also bei dieser künstlichen Stellung der Knospe für den „Geotortismus“ gar keine Veranlassung vorhanden, die Knospe nach aussen zu bewegen. Falls „Exotropie“ die Lateralbewegung verursacht, musste, obwohl die Knospe nach aussen blickte, wegen des Einflusses der Mutteraxe die Bewegung eintreten. Und sie trat ein. Am 31. Mai brach die Knospe auf, am Abend war sie bereits

am 1. Juni:  $45^\circ$ , Nachmittags 5 Uhr, wurde die junge Blüte von einer Hummel besucht;

am 2. Juni:  $50^\circ$ ,

<sup>1)</sup> l. c. p. 54.

am 3. Juni: 70°,

am 4. Juni: 90°.

Dieser letzte Versuch zeigt uns also ganz deutlich, dass ein Einfluss auf die Lateralbewegung von der Mutteraxe ausgeht. Bei belassener Spindel tritt, selbst wenn die Blüte künstlich so fixirt wird, dass sie nach aussen blickt und den Insecten Zutritt gestattet, die Lateralbewegung ein, die nach dem „Geotortismus“ nicht eintreten dürfte.

Auf weitere Punkte hier einzugehen, halte ich für zwecklos, da die Entgegnung Nolls das Nöthige enthält.

Dessau (Anhalt), im Juli 1894.

---

## Instrumente, Präparations- und Conservations- Methoden etc.

---

### Eine einfache Conservierungsmethode für Florideenzellen.

Von

Dr. J. P. Lotsy,

Johns Hopkins University, Baltimore, U. S.

---

Das Conserviren der Florideenzelle für histologische Zwecke ist wegen der grossen Empfindlichkeit dieser Pflanzen keine ganz leichte Sache.

Da es mir nach vielen vergeblichen Versuchen gelungen ist, eine einfache Methode ausfindig zu machen, welche allen Anforderungen genügen dürfte, glaube ich vielleicht manchem Forscher durch die Veröffentlichung derselben Zeit ersparen zu können.

Das Resultat genügt den zwei Bedingungen, die man an eine jede Conservierungsmethode stellen muss, nämlich naturgetreue Conservierung und leichte Färbungsfähigkeit.

Die Methode ist folgende:

Die Florideenpflänzchen oder Stückchen derselben, falls die Pflanze zu gross ist, werden möglichst bald nach dem Fange in einer grossen Menge einer 1% Chromalaunlösung in Meerwasser conservirt (10 gr chrom alaun gross. cryst. von E. Merck in Darmstadt zu 1 l Meerwasser). Sie bleiben hierin, je nach ihrer grösseren oder geringeren Durchdringlichkeit, 1 bis 24 Stunden.

So z. B. *Spermothamnion roseolum* ca 1 Stunde, *Antithamnion Plumaria* desgleichen. Ebenso *Porphyra laciniata*, *Nemalion multifidum* ihrer schleimigen Beschaffenheit wegen 3 Stunden, die consistente *Polyides rotundus* 24 Stunden u. s. w.

Ich verwende die Chromalaunlösung gewöhnlich in der Weise, dass ich mit ihr verschiedene Wassergläser fülle (jedes Glas enthält ungefähr 500 cc Inhalt) und während des Sortirens in jedem derselben eine Species conservire. Nachdem sie hierin genügende

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Meissner Richard

Artikel/Article: [Beitrag zur Frage nach den Orientirungsbewegungen zygomorpher Blüten. 1-15](#)