# FLORA.

56. Jahrgang.

No. 20. Regensburg, 11. Juli 1873.

**Inhalt.** Hugo de Vries: Die vitalistische Theorie und der Transversal-Geotropismus. — Carl Kraus: Ueber die Ursache der Färbung der Epidermis vegetativer Organe der Pflanzen. — Literatur. — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

## Die vitalistische Theorie und der Transversal-Geotropismus.

Von

Dr. **Hugo de Vries.**

In der Botanischen Zeitung dieses Jahres S. 17 wird meine Abhandlung „Ueber einige Ursachen der Richtung bilateralsymmetrischer Pflanzentheile“[1]) einer Kritik unterworfen von einem Schriftsteller, der bei seinen Untersuchungen einen ganz anderen Standpunkt eingenommen hat, als die meisten übrigen Pflanzenphysiologen: Dr. A. B. Frank, einem Anhänger der „vitalistischen“ Schule. In dieser Kritik werden die hauptsächlichsten, von mir selbst aus meinen Versuchen gezogenen Schlüsse grossentheils zugegeben; die von mir experimentell bewiesenen Eigenschaften bilateraler Pflanzentheile aber als für eine Erklärung der Richtung der betreffenden Glieder unzureichend, in vielen Fällen sogar als unbrauchbar vorgestellt. Ich habe nun eine solche Erklärung keineswegs bezweckt, wie schon der Titel der Abhandlung zeigt. Am Schlusse[2]) habe ich sogar hervorgehoben, dass „von einer Theorie der Ursachen der Richtung nicht-vertikaler Pflanzentheile bis jetzt nur einige Grundzüge angegeben werden können.“ Ich hätte mich also gegen Frank's Polemik gar nicht zu vertheidigen, wenn in seinem

1) Arbeiten des Bot. Instituts in Würzburg, Heft II. 1872. S. 223—277.

2) l. c. S. 274.



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0307-9

Aufsatze nicht vielfach Behauptungen als die meinigen hingestellt und bestritten worden wären, welche ich gar nicht aufgestellt habe[1]), und wenn darin nicht die von mir widerlegte Hypothese des Transversal-Geotropismus und Heliotropismus wieder hervorgehoben worden wäre.

---

1) So habe ich, z. B. nicht behauptet, dass die horizontalen Zweige von Evonymus und Ulmus keinen negativen Geotropismus besitzen (Frank, l. c. p. 22; vergl. Arb. des Bot. Inst. in Würzb. l. c. p. 269); nicht aus „lediglich an *Fragaria* angestellten Versuchen" auf Eigenschaften von *Lysimachia*, *Polygonum* und anderen Arten geschlossen (Frank, l. c. p. 35; vergl. Arb. Würzb. p. 269—271); nicht die Krümmungen der Blattrippen nach dem Isoliren aus der Spreite als das einzige Erkennungsmittel der Epinastie hingestellt (Fr., l. c. p. 38, 39; vergl. meine Definition; A. W. p. 252); nicht behauptet, dass die Epinastie an und für sich von der Spannung der Spreite paralysirt wird (Fr., l. c. p. 49; vergl. u. A.: A. W. p. 262); nicht gesagt, dass normal horizontale Blätter sich im Dunklen vertikal stellen (Fr., l. c. p. 50; A. W. p. 262; die dort benützten Blattstiele wachsen ja bekanntlich im Freien nicht in horizontaler, sondern in schiefer Richtung). Ebensowenig habe ich behauptet, dass die von mir beobachteten Torsionen keine Wachsthumserscheinungen seien (Fr., c. l. p. 52; A. W. p. 276); nur ist bei ihnen die Veränderung des Wachsthums eine Folge der mechanischen Torsion; u. s. w. Am Allerwenigsten aber habe ich die Richtigkeit der Hypothese des Transversal-Geotropismus für einige Fälle zugegeben (Bot. Ztg. l. c. p. 19; vergl. A. W. p. 238, 240.), wie Frank so gerne aus einer ähnlich klingenden Stelle meiner Arbeit ableiten möchte.

In Frank's Aufsatze werden eine Anzahl Fragen über die Erklärung einzelner Fälle der Richtung bilateraler Pflanzentheile aufgestellt und constatirt, dass meine Abhandlung darauf keine Antwort giebt (siehe u. A.: Bot. Ztg. p. 51, 53 u. 56). Dazu kann ich nur wiederholen, dass eine solche Erklärung nicht mein Zweck war, dass es mir vorläufig sogar nicht möglich scheint, eine vollständige Erklärung zu geben (vergl. zumal den Schluss meiner Abhandlung p. 271 und 277).

In den Tabellen p. 268, u. s. w. meiner Arbeit ist zwar von jeder Art nur ein Versuch verzeichnet, es wurden aber immer, wie ich p. 250 angegeben habe, mehrere mit jeder Art gemacht (siehe Frank, l. c. p. 20 u. 23).

Vergleicht man diese Angaben mit der Frank'schen Kritik, so wird man sehen, dass diese sich, mit einer im Texte zu erwähnenden Ausnahme, fast nicht gegen die von mir selbst gezogenen Schlüsse richtet, sondern nur gegen solche, welche Frank als die meinigen hinstellt. Eine Absicht möchte ich in diesen falschen Citaten nicht erblicken, sie lassen sich daraus erklären, dass Frank meine Folgerungen nicht verstanden hat; diese setzen ja auch die Kenntniss einfacher mechanischer Gesetze voraus, welche man, wie ich unten zeigen werde, nach Frank's Meinung nicht für die Erklärung physiologischer Erscheinungen benutzen darf. Ich kann aber nicht unterlassen, den Wunsch auszusprechen, dass Frank sich bei etwaigen späteren Publicationen von der Besprechung und Beurtheilung der Arbeiten Anderer enthalten, und sich auf wörtliche und vollständige Citate beschränken möge.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0308-5

Um diese Hypothese aufrecht erhalten zu können, wird von Frank ein Satz geleugnet, den ich als selbstverständlich, und durch eine Reihe von in anderer Absicht gemachten Versuchen bewiesen, angenommen hatte, ohne ihn ausführlich zu begründen. Ich meine die Behauptung, dass die von mir für isolirte Pflanzentheile bewiesenen Eigenschaften, diesen auch im unverletzten Zustande, vor ihrer Trennung von der Pflanze zukommen. Diese Annahme hält Frank für unrichtig; er giebt zwar zu, dass die betreffenden isolirten Blattrippen, Blattstiele und sonstigen bilateralen Glieder epinastisch oder hyponastisch, negativ geotropisch und positiv (resp. negativ) heliotropisch seien, meint aber, dass sie diese Eigenschaften erst im Augenblick der Isolirung bekämen und bis dahin transversalgeotropisch und heliotropisch seien (Bot. Ztg. 1873 p. 20—22). Obgleich nun diese Meinung als eine willkührliche, und mit der herrschenden Auffassung physiologischer Forschungen im Widerspruch stehende bezeichnet werden muss, so scheint sie doch mit den Theorien der von Frank vertretenen „vitalistischen" Schule in Uebereinstimmung zu sein.

Ich will daher versuchen zu zeigen, dass Frank's Ansicht über die Aufgabe wissenschaftlicher Untersuchungen mit den Errungenschaften der Naturwissenschaften überhaupt nicht im Einklang steht, dass er sogar die einfachsten mechanischen Gesetze nicht als allgemein gültig anerkennt, m. a. W., dass Frank's Erklärungsversuche nicht einmal den Namen wissenschaftlicher Hypothesen verdienen, wie ich schon früher für einen speciellen Fall dargethan habe.[1]) Zweitens aber, dass unabhängig von jeder theoretischen Auffassung, meine Annahme sich durch directe Versuche beweisen lässt. Und da Frank den Widerspruch der von mir gefundenen Eigenschaften (deren Richtigkeit für die isolirten Glieder er zugiebt) mit seiner Hypothese nur durch die Verwerfung dieser Annahme zu lösen vermag, und eben in dieser Annahme den Hauptdifferenzpunkt zwischen dem Transversal-Geotropismus und meiner Ansicht erblickt[2]), wird durch diese Versuche die Frank'sche Hypothese ihrer letzten Zuflucht beraubt werden. Mit dem Nachweise der

---

Ueber die Behauptung Frank's, er habe die geotropischen Bewegungen zuerst als Wachsthumserscheinungen aufgefasst, vergl. Sachs, Lehrbuch der Botanik, 3. Aufl. p. 755.

1) l. c. p. 238.

2) Frank, l. c. p. 56, 57.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0309-3

Richtigkeit der genannten Annahme wird also die Hypothese des Transversal-Geotropismus endgültig fallen.

Ueber seine Auffassung des Zweckes und der Methode der physiologischen Wissenschaft hat Frank sich in seiner Arbeit über „die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen" nur kurz ausgesprochen; ausführlicher hat er sie in einer späteren Abhandlung[1]) beschrieben. Der grösste Theil dieser Arbeit ist der Untersuchung der Ursachen gewidmet, denen die Blattstiele und Spreiten von *Hydrocharis Morsus Ranae* ihre unter verschiedenen Umständen verschiedene Grösse und Richtung verdanken. Ohne in eine Kritik der Versuche und der direkt aus ihnen gezogenen Schlüsse treten, oder auch eine Uebersicht der hauptsächlichsten Ergebnisse liefern zu wollen, werde ich hier der Deutlichkeit wegen einzelner Resultate erwähnen.

Ueber die Länge der Blattstiele jener Wasserpflanze ergaben die Versuche, dass sie in gewöhnlichen Fällen dem Abstande der sie treibenden untergetauchten Endknospe von dem Wasserspiegel angepasst ist, m. a. W., dass die Blattstiele jedesmal gerade so lang werden, wie sie es eben brauchen, um die Spreite auf der Oberfläche schwimmen zu lassen. Nachdem diese Thatsache sowohl an wild wachsenden, als an in Glasgefässen verschiedener Tiefe cultivirten Exemplaren festgestellt war, stellte Frank Versuche an, um ihre Ursache zu entdecken. Er befestigte zwei *Hydrocharis*-Pflanzen mit ihrem Stocke 118 resp. 104 mm. unterhalb des Wasserniveau, und liess der einen Zeit, in dieser Lage Schwimmblätter zu bilden, der andern aber nicht. Dann stellte er lufterfüllte Glasglocken umgekehrt unter dem Wasser über die jüngsten sich entwickelnden Blätter dieser beiden Pflanzen, und bot diesen dadurch ein künstliches Wasserniveau dar. Als das Wasserniveau der Gefässe wieder auf die frühere Höhe gebracht worden war, hatte das Niveau in den Glocken eine Entfernung von 69 resp. 45 mm. von den Endknospen der Pflanzen. Die jüngsten Blätter erreichten dieses Niveau bald und nahmen schwimmende Lage an. Ihre Blattstiele fuhren aber in beiden Versuchen fort sich zu verlängern, bis sie eine, dem normalen höheren Wasserniveau entsprechende Länge erreicht hatten. Winterknospen von Hydrocharis, zur Keimung in grosser

1) Frank, Ueber die Lage und Richtung schwimmender und submerser Pflanzentheile; in den Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, herausgegeben von Prof. Dr. F. Cohn. 2. Heft, 1872. S. 31—86.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0310-4

Tiefe unter dem Wasserspiegel befestigt, trieben zwar Blätter, bildeten aber nur kurze Blattstiele, wodurch die Blattspreiten keine schwimmende Lage annehmen konnten. In einer zweiten Versuchsreihe hat Frank die Oberseite schwimmender *Hydrocharis*-Blätter durch Auflegen von ganz dünnem Fliesspapier dauernd benetzt. Immer hatte diese Benetzung eine bedeutende Steigerung des Längenwachsthums der Stiele zur Folge.

Die Erklärungen, welche Frank von diesen Erscheinungen giebt, sind die folgenden: 1) „Es ist unzweifelhaft, dass bei *Hydrocharis* eine Schätzung der verschiedenen Wasserdruckkräfte, welche auf zwei, in verschiedenen Wasserhöhen stehende Blätter, oder auch auf ein und dasselbe Blatt hinter einander bei Versenkung nach schon erreichter Schwimmlage einwirken, stattfindet, und dass diese Beurtheilung vorzugsweise das Mass der Längsstreckung der Stiele regulirt" [1]); und 2): Im weiter vorgerückten Zustande, und wenn es schon an seiner Oberseite einmal mit Luft in Berührung gewesen ist, besitze das *Hydrocharis*-Blatt „die Fähigkeit, den Aggregatzustand des die Oberseite berührenden Mediums zu beurtheilen, und hiernach die Streckung seines Stieles zu reguliren [2])." Die Pflanze besitze also einen Instinct, der von dem der Thiere nicht wesentlich unterschieden ist [3]).

Statt einer Zergliederung der ziemlich complicirten beobachteten Erscheinungen, und einer eingehenden Untersuchung der einzelnen sie zusammensetzenden Factoren, findet man hier also die ganz willkührliche Annahme eines Instinctes, einer Fähigkeit einzelner Theile äussere Umstände zu schätzen und zu beurtheilen und darnach das Wachsthum anderer Theile zu reguliren. Ja sogar eine „Erinnerung an früher gehabte Eindrücke" [4]), wird zur Erklärung benutzt. Es wäre leicht, die Zahl der sich auf Sinn (S. 47) und Urtheil der *Hydrocharis* beziehenden Citate bedeutend zu vermehren.

Es scheint fast, als ob Frank jede Erklärung annehmen möchte, wenn dazu nur keine mechanischen oder physikalischen Gesetze benutzt werden. Wie weit seine Untersuchungsmethode von einer wirklichen experimentellen Forschung verschieden ist, zeigt u. a. sein Ausspruch: „Das Hauptgewicht der Erklärung lege ich darauf, dass dieses Verhalten der Pflanze als ein Resultat

1) Beiträge zur Biol. 2. Heft p. 43. 34.
2) l. c. p. 46; vgl. p. 66.
3) l. c. p. 84.
4) Vergl. l. c. p. 43, 44.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0311-0

der natürlichen Züchtung hingestellt wird"[1]). Es ist aber einleuchtend, dass die Frage nach der Entstehung bestimmter Eigenschaften der Pflanzen durch natürliche Züchtung, von ihrer rein physiologischen Erklärung vollkommen unabhängig ist. Jene ist eine historische, diese eine physiologische Aufgabe[2]).

Eine Bestätigung dieser Vermuthung scheint mir die von Frank gegebene Erklärung der folgenden Beobachtung zu liefern[3]). Sie bezieht sich auf den oben mitgetheilten Versuch, wo eine *Hydrocharis*-Pflanze, deren Stock in einem Glasgefässe unter Wasser befestigt war, zwei Schwimmblätter hatte, deren eines in 118 mm. Höhe oberhalb des Stockes auf dem Wasserniveau lag, deren anderes auf dem künstlichen, um 49 mm. tieferen Wasserniveau unter einer umgekehrten lufterfüllten Glasglocke schwamm. Unter diesen Umständen beobachtete nun Frank, dass die unter dem Drucke jener 49 mm. hohen Wassersäule stehende Luft in der Glasglocke allmählig verschwand. „Während des 14tägigen Versuches würde die über 100 ccm. fassende Glocke mehrmals entleert worden sein, wenn ich nicht in kurzen Zeiträumen durch Einblasen frischer Luft mittelst einer umgebogenen Glasröhre fortwährend dafür gesorgt hätte, dass die Glocke immer nahezu bis an den untern Rand mit Luft gefüllt blieb"[4]). Jetzt lese man die von dieser letzteren Thatsache gegebene Erklärung. Auf derselben Seite heisst es, „dass das *Hydrocharis*-Blatt, wenn es an seiner Oberfläche mit Luft in Berührung ist, solche vermöge seiner Vegetation sehr reichlich verzehrt". Da nun bei der Assimilation die Kohlensäure durch ein gleiches Volum Sauerstoff ersetzt wird, müssen es der Stickstoff und der Sauerstoff sein, welche das Blatt „verzehrt". Was aus diesen Körpern nach der Verzehrung wird, wird nicht angegeben.

Die auf der Hand liegende physikalische Erklärung des Verschwindens der Luft aus der Glocke hält Frank sogar nicht der Erwähnung werth. Die unter dem Drucke von 49 mm. (Wasser) stehende Luft in der Glocke befindet sich durch die zahlreichen Spaltöffnungen auf der Oberseite des unter der Glocke schwimmenden Blattes in unmittelbarer Verbindung mit der Luft in den Intercellularräumen der ganzen Pflanze. Diese communiciren aber durch die Spaltöffnungen, des auf dem Wasserniveau

1) l. c. p. 84.
2) Vergl. Sachs Lehrb. d. Bot. 3. Aufl. p. 681.
3) Beiträge zur Biol. p. 40.
4) l. c. p. 41.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0312-6

an der freien Luft schwimmenden Blattes mit der Atmosphäre. Wenn nun *Hydrocharis* in dieser Beziehung keine Ausnahme von der allgemeinen Regel [1]) bildet, so muss, bekannten physikalischen Gesetzen zufolge, die Luft aus der Glocke durch die Intercellularräume, in die äusssere Atmosphäre gepresst werden, und so aus der Glocke verschwinden. Ein der „vitalistischen Schule" [2]) nicht folgender Forscher würde wenigstens dieser Möglichkeit erwähnt, oder die Richtigkeit der Vermuthung geprüft haben. Jedenfalls aber ist es nicht erlaubt, aus der mitgetheilten Beobachtung auf eine Aufnahme von Luft durch die *Hydrocharis*-Blätter auch für den Fall zu schliessen, dass sie unter normalem Luftdruck stehen.

Dass auch sonst nach Frank's Ansicht, einfache mechanische Gesetze nicht auf die Pflanze angewandt werden dürfen, habe ich schon früher dargethan [3]). Frank nimmt nämlich an, dass wenn zwei oder mehrere Kräfte auf das Wachsthum eines Pflanzentheils einwirken, jedesmal auch bei geringem Unterschiede in ihrer Intensität, die grösste Kraft ausschliesslich die Richtung des betreffenden Gliedes bestimmt, die übrigen aber ihren Einfluss gänzlich verlieren. In der Kritik meiner Untersuchungen über die Wirkung einseitiger Belastung bei geotropischen Torsionen zeigt Frank sehr deutlich, dass sogar der Gedanke an die Möglichkeit eines Zusammenwirkens verschiedener Ursachen bei den Richtungsänderungen bilateraler Pflanzentheile ihm fern liegt [4]).

Ein weiterer Grundsatz, den Frank bei seinen Erklärungen benützt, ist die Annahme, dass geringfügige Aenderungen der äusseren Verhältnisse die Eigenschaften von Pflanzentheilen gänzlich abändern können. So heisst es [5]): „Die Stiele der *Hydrocharis* sind ihrer ganzen Länge nach negativ geotropisch, so lange ihre Lamina nicht an der Luft sich befindet. Geschieht letzteres, so tritt an Stelle des negativen Geotropismus, Transversal-Geotropismus ein." Taucht die Spreite wieder unter, so muss der negative Geotropismus wieder in Kraft treten. [6]) Die

1) Vergl. Sachs Handb. p. 243 und folg.; und Prantl, die Ergebnisse d. neueren Untersuchungen über die Spaltöffnungen, Flora 1872 p. 305.

2) Beiträge zur Biol. p. 83, 85.

3) Arb. d. Bot. Inst. in Würzb. Heft II. p. 237.

4) Bot. Zeitg. 1873 p. 52—55.

5) Beiträge zur Biol. p. 66.

6) Ibidem. p. 66.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0313-2

Blattstiele von *Hydrocharis* können also „jederzeit beliebig zu negativem oder zu transversalem Geotropismus veranlasst werden". [1])

Im Einklang hiermit ist der anfangs erwähnte Haupteinwand Frank's gegen meine oben citirte Abhandlung: Die von mir an isolirten Pflanzentheilen beobachteten Eigenschaften sollen in diesen erst durch die Isolirung entstanden sein; für die Erklärung der Richtungen unverletzter bilateraler Glieder sollen sie also werthlos sein. Im natürlichen Verband mit der Pflanze sollen diese Glieder Transversal-Geotropismus resp. Heliotropismus besitzen. So sagt Frank, nachdem er mir zugegeben hat, dass in den isolirt wachsenden Internodien von Baumzweigen negativer Geotropismus und Epinastie resp. Hyponastie bestehen [2]): „Hierauf wird nun aber ohne weitere Beweisführung die Annahme gegründet, dass die genannten Sprosse jederzeit und unter allen Umständen, auch im natürlichen Verbande mit der Pflanze und im Besitze aller ihrer wesentlichen seitlichen und terminalen Organe negativen Geotropismus, sowie jene Hyponastie, ev. Epinastie besitzen". „Und diese Annahme ist die Prämisse, auf welche nun alle weitere Argumentation gebaut wird" [3]). Weiter unten [4]) wird gesagt, „dass wenn an abgeschnittenen und der Blätter und Endknospen beraubten Stengelstücken die eben angedeuteten Abwärtskrümmungen erfolgen, dies seinen Grund habe muss in veränderten inneren Zuständen des so behandelten Sprosses."

Zwar habe ich in meiner Arbeit Versuche mit unverletzten Pflanzentheilen mitgetheilt, woraus sich die Richtigkeit meiner „Annahme" ergiebt [5]). Die Beschreibung war aber nur sehr kurz und scheint Frank entgangen zu sein. Ich will deshalb einige im Sommer 1871 von mir gemachte Versuche mit unverletzten Pflanzen ausführlicher beschreiben und zeigen, wie durch sie die Richtigkeit meiner Behauptung bewiesen und die Hypothese des Transversal-Geotropismus widerlegt wird.

Um zu entscheiden, ob die Frank'sche Hypothese richtig ist, oder ob die an isolirten Pflanzentheilen gefundenen Eigen-

1) Ibidem p. 84.

2) Bot. Ztg. 1873 p. 20.

3) Dass diese weitere Argumentation sich in meiner Abhandlung nicht findet, dass ich die Benützung der von mir gefundenen Thatsachen für eine spätere Theorie der Richtungen bilateraler Pflanzentheile nur kurz angedeutet habe, und dass also die ganze Kritik Frank's auf nichts ausläuft, habe ich oben schon erwähnt.

4) Bot. Ztg. 1873 p. 21.

5) Arb. d. Bot. Inst. in Würzb. p. 239; vergl. auch p. 273, 274.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0314-8

schaften auch den unverletzten Gliedern zukommen, muss man bilateralen Gliedern, während des kräftigen Wachsthums, ohne sie von der Pflanze zu trennen, oder irgendwie zu verletzen, künstlich bestimmte Richtungen geben. Und zwar wählt man am Besten solche Stellungen, aus denen die untersuchten Glieder sich nach Frank's Hypothese in einer Richtung krümmen müssen, welche der sich aus meiner Ansicht ergebenden Krümmung genau entgegengesetzt ist.

Es ist nun leicht, solche Versuche anzustellen, zumal da Frank selbst für die hauptsächlichsten Richtungen, welche ein Glied künstlich erhalten kann, die von seiner Hypothese geforderten Bewegungen angegeben hat [1]).

Stellt man ein bilaterales, im isolirten Zustande epinastisches Glied, im Freien, ohne es von der Pflanze zu trennen, oder sonst zu verletzen, mit seiner Achse vertical, so dass die Basis dem Zenith zugekehrt ist und die Spitze nach unten schaut, so beschreibt es nach Frank's Hypothese eine Krümmung von 90° bei welcher die Vorderseite concav wird. Meiner Ansicht nach wirken in dieser Lage der Geotropismus und der Heliotropismus nicht, sondern das Glied kann sich, der Epinastie zufolge mit der Vorderseite convex krümmen. Kaum aus der verticalen Lage herausgetreten, wird diese Krümmung vom negativen Geotropismus und vom positiven Heliotropismus unterstützt werden können.

Ich bog ein junges kräftig wachsendes Blatt von *Sium sisaroideum* vorsichtig vertical abwärts, wobei die künstliche Krümmung sich nur über den untern Theil des allgemeinen Blattstiels erstreckte. Unterhalb dieser gekrümmten Stelle befestigte ich es an den verticalen, das Blatt tragenden Spross so, dass der allgemeine Blattstiel in einiger Entfernung des Sprosses mit diesem parallel lief. Keine Verletzung oder Entfernung irgend welchen Theiles fand statt. Der Blattstiel krümmte sich mit der Vorderseite convex und zwar zumal in seinem der Basis am nächsten liegenden freien Theil, bog sich dadurch am Stengel vorbei und krümmte sich weiter, bis der obere Theil nicht nur vertical, sondern sogar schief stand, mit der Oberseite nach oben gerichtet. Am dritten Tage des Versuches machte der mittlere Theil des Blattstiels in dieser Stellung einen Winkel von etwa 35° mit der Verticalen. Eine merkliche Torsion fand nicht statt.

1) Frank, Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen, p. 78; vergl. Arb. d. Bot. Inst. in Würzb. l. c. p. 238.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0315-3

Blätter anderer Arten wurden entweder in derselben Weise künstlich vertical abwärts gerichtet, oder auch dadurch, dass dem sie tragenden Stengeltheile künstlich die für die genannte Stellung des nicht gebundenen Blattes erforderliche Richtung gegeben wurde. Auch sie krümmten sich mit der Vorderseite convex. So der allgemeine Blattstiel von *Spiraea sorbifolia*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Galega orientalis*, *Rubus Idaeus*, *Staphylea pinnata*, die Blattspreite von *Nepeta Cataria*, *Rubus odoratus*, *Sido Napaea* (in den beiden letzten Versuchen wurde der Blattstiel künstlich befestigt) u. A. Selbstverständlich muss man bei diesen Versuchen die zuerst auftretenden Krümmungen in Betracht ziehen, da später oft durch Torsionen die gemachten Krümmungen undeutlich werden. Auch muss das Glied genau vertical abwärts gerichtet sein; eine schiefe Richtung mit der Oberseite nach oben könnte die umgekehrte Krümmung hervorrufen, falls nämlich der Geotropismus stark genug wäre, um die Epinastie zu überwinden.

Die Blätter der genannten Arten sind also nicht transversal-geotropisch oder heliotropisch, sondern ihre Blattstiele resp. Mittelrippen sind auch im unverletzten Zustande epinastisch.

Es ist leicht auch für andere Richtungen und mit anderen bilateralen Pflanzentheilen die nämlichen Versuche anzustellen. Eine Anzahl auf die hauptsächlichsten Fälle bezüglicher Versuche habe ich gemacht, und in meiner erwähnten Abhandlung, p. 239 kurz mitgetheilt. Immer fand sich die Frank'sche Hypothese widerlegt. Diese Versuche beweisen für die betreffenden Fälle zugleich experimentell den Satz von der Uebertragung meiner an isolirten Gliedern erhaltenen Resultate auf die unverletzten Glieder.

Da also die Unhaltbarkeit auch der letzten, von Frank zur Rettung seiner Hypothese gemachten Annahme experimentell erwiesen ist, so darf, meiner Meinung nach, die Hypothese des Transversal-Geotropismus als endgültig widerlegt betrachtet werden.

Ich weiss nun zwar, dass Frank behauptet, solche Versuche gemacht und ein entgegengesetztes Resultat erhalten zu haben [1]). Da dieses aber keineswegs immer der Fall war, sondern Frank in einigen Fällen auch die seiner eigenen Hypothese widerspre-

1) Bot. Zeitg. 1873. p. 33, 34.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0316-9

chenden Krümmungen beobachtete [1]), so erkläre ich mir dieses daraus, dass Frank eben nicht die Entscheidung der mir vorliegenden Frage bezweckte, und deshalb die Vertikalstellung seiner Zweige nicht immer hinreichend genau war. Auch scheint er oft mit ausgewachsenen Zweiginternodien experimentirt zu haben, da er oft weder Krümmungen noch Torsionen beobachtete, wo solche sowohl nach seiner Hypothese als nach meiner Ansicht auftreten müssten [2]); er fügt sogar hinzu, dass erst die neu sich entwickelnden Theile der den Sprossen künstlich gegebenen Richtung zufolge, Bewegungen machten.

Uebrigens sind die entscheidenden Versuche so einfach und bequem anzustellen, dass sie von Jedem, der sich über diese Frage ein Urtheil zu bilden wünscht, leicht wiederholt werden können.

Am Schlusse seiner Kritik theilt Frank einen neuen Versuch mit, aus dem er folgert, dass die Blätter von *Chenopodium album* und *Plantago major* auch unter Wasser heliotropische Torsionen machen können, obgleich sie specifisch leichter sind als dieses. Da mir jetzt die Gelegenheit fehlt, diesen Versuch zu wiederholen, kann ich über ihn kein Urtheil aussprechen. Eine Widerlegung meiner Ansichten enthält er offenbar nicht, da ich über heliotropische Torsionen in meiner Abhandlung nur gesagt habe „Ueber die Frage, ob die bei einseitiger Beleuchtung entstehenden Torsionen durch die nämliche Ursache (i. e. die einseitig stärkere Belastung) hervorgebracht werden, habe ich keine direkten Versuche gemacht; doch spricht der Umstand, dass ich bei meinen früher mitgetheilten Untersuchungen (mit entlasteten Gliedern) über Heliotropismus niemals Torsionen beobachtete, sehr für die Wahrscheinlichkeit dieser Vermuthung“ [3]).

März 1873.

---

1) Worauf ich schon in meiner citirten Abhandlung p. 233 aufmerksam gemacht habe. Man vergleiche übrigens über den Werth von Frank's Versuchen, l. c. p. 230—240.

2) Bot. Zeitg. p. 21, 33, 34.

3) l. c. p. 267; ebenso p. 273.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0317-5

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: 56

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: Die vitalistische Theorie und der Transversal-Geotropismus 304-315