

- Van Ermengen**, Die Ferran'schen Impfungen. (Deutsche medicinische Wochenschrift. 1885. No. 29.)
- Virchow, Rudolf**, Der Kampf der Zellen und der Bacterien. (Archiv f. patholog. Anatomie u. Physiologie u. f. klinische Medicin. 10. Folge. Bd. I. 1885. Heft 1.)
- Vogel, August**, Chinin und Chinarinde. (Westermann's illustr. deutsche Monatshefte. XXIX. 1885. Juli.)

Technische und Handelsbotanik:

- Lach, B.**, Ueber die Verbreitung von vegetabilischem Talg. (Chemiker-Zeitung. IX. 1885. No. 52/53.)
- Renouard, Alfred**, Extraction des fibres de palmiers dans leurs pays de production. (Extr. du Bulletin de géographie. 1885. Janvier.) 8°. 23 pp. Lille 1885.

Forst-, ökonomische und gärtnerische Botanik:

- Cornberg, von**, Ueber Lichtungszuwachs an Kiefern. (Forstliche Blätter. 1885. Heft 7.)
- Culturpflanzen und Zuchtthiere in der neuen und der alten Welt. (Globus. 1885. II. No. 1.)
- Foëx, Gustave et Viala, Pierre**, Ampélographie américaine, description des variétés les plus intéressantes de vignes américaines, avec une introduction à l'étude de la vigne américaine. 2e édition. 8°. 252 pp. et planche. Tours et Montpellier (Coulet) 1885.
- Fournier, V.**, Le jardinier fleuriste, indiquant la manière d'établir et de distribuer un jardin d'agrément, la culture des fleurs, plantes et arbres d'ornement en serre et en plein air, les travaux de chaque mois et les moyens de préserver les plantes des maladies et des animaux qui les attaquent. 8°. 360 pp. avec fig. Paris (Lefèvre et Co.) 1885.
- Grebe**, Die Kiefer auf dem Höhengrabboden der Tuchler Haide, nach Standort, Bestand und Form. (Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen. 1885. Heft 7.)
- Gressent**, Classiques du jardin: l'arboriculture fruitière, traité complet de la culture des arbres, comprenant la culture intensive et extensive des fruits de table (jardins fruitiers et vergers), celle de la pépinière et du vignoble etc. 8e édition. 8°. 1049 pp. av. fig. Paris (Doin) 1885. 7 fr.
- Guttenberg, A. von**, Die Wachsthumsgesetze des Waldes. 8°. Wien (W. Frick) 1885. M. I.—
- M'Indoe, J.**, Ranunculus Lyalli. (The Gardeners' Chronicle. New Ser. Vol. XXIV. 1885. No. 605. p. 141.)
- Morris, D.**, Naturalisation of Orchids. (l. c. p. 140.)

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Zur Frage über den sogenannten Galvanotropismus.

Von

J. Brunchorst.

In einer vorläufigen Mittheilung unter dem obigen Titel berichtet Herr Rischawi in Bd. XXII. No. 4 des Botanischen Centralblattes über von ihm angestellte Versuche über die galvanotropische Krümmung an Wurzeln und über eine auf Grund dieser Versuche aufgestellte Theorie zur Erklärung der Krümmungen im Strome. Zugleich kündigt er eine bald zu erscheinende ausführlichere Arbeit an, worin besonders auch die Arbeiten seiner Vorgänger ausführlich besprochen werden sollen.

Wenn Herr Rischawi sich auf die Mittheilung seiner Versuche und seiner Theorie beschränkt hätte, dann würde ich mich nicht veranlasst gesehen haben, ihm gleich zu antworten. In einer späteren Arbeit werde ich wohl Gelegenheit haben, seine bald erscheinende ausführliche Abhandlung zu berücksichtigen, wenigstens wenn dieselbe nicht zu lange auf sich warten lässt.*) Rischawi benutzt aber seine vorläufige Mittheilung zu einer ziemlich herben Kritik meiner in den Berichten der Deutschen Botan. Gesellschaft 1884 erschienenen Arbeit über Function der Spitze bei dem Galvanotropismus der Wurzel, und dies veranlasst mich, seine vorläufige Mittheilung durch eine ebensolche zu erwidern, besonders auch weil er ein Paar Stellen meiner Arbeit incorrect citirt und sogar die Richtigkeit meiner Angaben in Zweifel zieht, nicht, weil er etwas Anderes gefunden habe, sondern weil er gewisse Krümmungen, die ich sehr schön und deutlich gehabt, nur sehr undeutlich gesehen hat.

Zuerst einige Bemerkungen zur Abwehr. In meiner Arbeit in den Berichten war es mir, wie schon der Titel aussagt, um die Function der Spitze bei dem Galvanotropismus zu thun, und nur soweit es diese Frage nothwendig machte, ging ich auf die Behandlung der galvanotropischen Erscheinungen an und für sich ein. Dies ist u. a. auch daraus deutlich zu sehen, dass ich ausdrücklich bezüglich einiger Fragen auf die spätere Arbeit hinweise, die auch erscheinen wird, und wahrscheinlich längst erschienen wäre, wenn die Sache so einfach gelegen hätte, wie es Rischawi annimmt. Rischawi kann mir deshalb gar nicht mit Recht daraus einen Vorwurf machen (Centralbl. p. 123), dass ich „keine thatsächlichen Anhaltspunkte gebe, um das Wesen dieser Erscheinung klarzustellen“, dies lag eben gar nicht in dem Plan meiner damaligen Arbeit, und nur ganz nebenbei erwähnte ich an einer Stelle eine Thatsache, welche auf eine Bethheiligung der im Strome ausgeschiedenen Stoffe bei der positiven Krümmung hindeutet (Berichte. 1884. p. 213); wie ich nachher zeigen werde, ist übrigens diese parenthetisch eingeschobene Andeutung ein besserer „Anhaltspunkt zur Erklärung des Wesens“ der positiven Krümmung wie die ganze Theorie Rischawi's.

Dann meint Rischawi weiter: „Er (d. h. Brunchorst) machte sogar keinen Versuch, die theoretisch merkwürdige Thatsache zu erklären, dass der schwache Strom einen Reiz auf die Wurzelspitze ausübt und eine negative Krümmung in der oberen wachsenden Region hervorruft, während der Strom von mittlerer Stärke keine bestimmte Krümmung zu Stande bringt, und der starke Strom die entgegengesetzte positive Krümmung bedingt.“

Rischawi scheint mich nach dieser Aeusserung leider nicht verstanden zu haben, was wohl daher kommt, dass ich eine selbstverständliche Sache nicht weitläufig erklären wollte.

*) Während der drei Monate, die verflossen sind nach der Einschickung dieses Aufsatzes an die Red., ist die Rischawi'sche Arbeit erschienen, leider nur in russischer Sprache, so dass sie mir, ebenso wie wohl der grossen Mehrzahl der Botaniker, ganz unzugänglich bleibt.

Ich habe gezeigt (und Rischawi bestreitet dies nicht), dass man nur durch schwache Ströme eine negative Krümmung hervorbringen kann, dass dagegen starke Ströme die Wurzeln zur positiven Krümmung veranlassen. Von der Function der Spitze ganz abgesehen ist es doch dann selbstverständlich, dass die „theoretisch merkwürdige“ Thatsache eintreffen muss, dass eine gewisse mittlere Stromstärke sowohl negative wie positive Krümmung hervorbringen muss, und dass also die Wurzel bei einer mittleren Stromstärke in Folge der entgegengesetzten Einwirkungen grade bleibt, sofern die Zonen beider Krümmungen in genau derselben Region liegen, sich dagegen S-förmig krümmt, wenn verschiedene Regionen von den beiden Einwirkungen betroffen werden.

Dies scheint mir das zu sein, was Rischawi nach seiner oben citirten Aeusserung besonders unverständlich geblieben ist. Wenn das Citirte zugleich die Vermuthung enthalten sollte, ich schriebe blos schwachen Strömen eine Reizwirkung auf die Spitze zu, während starke Ströme keine derartige ausüben sollten, so muss ich dagegen auf p. 216 verweisen, wo ich ausgesprochen habe, dass starke Ströme nur deshalb keine negative Krümmung hervorbringen, weil sie ausser der Reizwirkung auf die Spitze eine kräftigere, die vorige überwindende, directe Wirkung auf die wachsende Region ausüben. Diese letztere Wirkung dachte ich mir, wie auf p. 213 angedeutet, durch chemische Wirkung der an der positiven Platte ausgeschiedenen Stoffe veranlasst, was es dann sehr leicht verständlich erscheinen lässt, dass blos starke Ströme, die auch stark zersetzend wirken, diesen directen Einfluss üben. Auch zeigt ja mein Versuch mit Wurzeln, deren Spitze allein in das durchströmte Wasser eintaucht, dass Ströme, welche, auf die ganze wachsende Region einwirkend, positive Krümmungen hervorbringen, in derselben wachsenden Zone negative Krümmungen zu Stande bringen, wenn sie auf die Spitze allein wirken. Dies beweist ja, dass die Reizwirkung, wie ich einstweilen die Wirkung auf die Spitze nennen werde, auch bei starken Strömen noch stattfindet; nur wird sie durch eine kräftigere directe Wirkung des Stromes oder der Stromproducte auf die nach der positiven Platte hinsehenden Zellen der Wurzel überwunden.

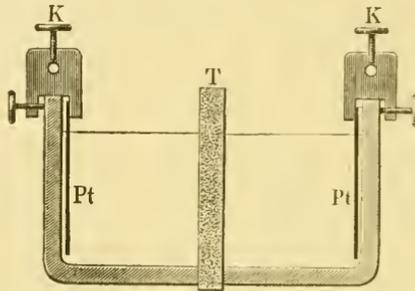
Nur noch eine Bemerkung zur Kritik Rischawi's. Während er das, was die Hauptsache bei meiner Klarlegung des Verhaltens der Wurzeln im Strome, die Abhängigkeit von der Stromstärke nämlich, nicht direct in Abrede stellt, sondern blos abzuschwächen sucht, bestreitet er direct Elfving's und meine Angabe, dass positiv gekrümmte Wurzeln immer absterben. Ich gebe ihm hierin bereitwilligst Recht, nur braucht er das nicht erst neu zu finden, auf p. 217 gebe ich nämlich ausdrücklich an, dass einzelne Wurzeln trotz positiver Krümmung nicht abgestorben, sondern schon in den nächsten 24 Stunden weitergewachsen sind. Dies scheint mir übrigens ein Punkt von ziemlich untergeordneter Wichtigkeit. Wenn endlich Rischawi (p. 125 des Centralblattes) von den von mir „behaupteten“ negativen Krümmungen spricht, als ob die-

selben nicht auch von mir beobachtet wären, dann kann ich doch nicht dafür verantwortlich gemacht werden, dass Rischawi dieselben nicht so schön gehabt hat wie ich. Ausser mir haben schon verschiedene Herren (u. A. Prof. Frank) Gelegenheit gehabt, sehr deutliche negative Krümmungen bei mir zu sehen. —

Was nun die Theorie Rischawi's betrifft, so beruht dieselbe auf Versuchen mit Cylindern aus hartgesottenem Eiweiss und aus lebendigem Marke. Die Erscheinungen, die er daran findet, überträgt er ohne weiteres auf die Wurzeln, was schon etwas bedenklich erscheint. Dafür ist aber seine Theorie um so einfacher und bestechender. Er fasst die lebendige Wurzel als einen porösen Körper auf; wenn der Strom durch einen solchen hindurchgeht, dann wird sich nach bekannten physikalischen Gesetzen das Wasser in dem Körper in der Richtung des Stromes bewegen. Von der der positiven Elektrode zugekehrten Seite der Wurzel bewegt sich also das Wasser in der Wurzel nach der der negativen Elektrode zugekehrten Seite hin. Dadurch wird eine Aufschwellung der Zellen der negativen Seite verursacht, und deren Ausdehnung hat nothwendiger Weise eine Krümmung zur Folge, deren Convexität auf der negativen Seite liegt. Hierdurch wird ungezwungen die positive Krümmung der Wurzel erklärt. Was nun die negative Krümmung betrifft, so wird dieselbe ebenso einfach auf ähnliche kataphorische Stromwirkung zurückgeführt. Während man, um die positive Krümmung in dieser rein physikalischen Weise zu verstehen, die Wurzel blos als einen mit Wasser gesättigten porösen Körper aufzufassen braucht, hat man, um die entgegengesetzte Krümmung zu deuten, sich blos zu denken, dass die Wurzel einem relativ trockenen porösen Körper gleichkommt (in Rischawi's Versuchen z. B. einem in Alkohol gehärteten, also wasserleeren Eiweisscylinder). In einem solchen wird durch den Strom das äussere Wasser in die Zellen, die nach der positiven Platte hinsehen, hineingetrieben, und man bekommt ebenso ungezwungen wie vorhin eine Erklärung der negativen Krümmungen; nur muss man allerdings annehmen, dass nicht, wie ich glaubte, verschiedene Stromstärken die verschiedenen Krümmungen der Wurzel bewirken, sondern dass verschiedener Wassergehalt der Wurzel die dabei allein wirkende Ursache sei. Wie man sich nun das zu denken hat, darüber wird wohl die ausführlichere Arbeit Rischawi's Aufschluss geben; ehe dieselbe erschienen ist, kann man ja die Details der Theorie nicht berücksichtigen. Es dürfte mir aber erlaubt sein, einen Versuch zu beschreiben, welcher blos das Princip der Theorie betrifft, und welchen ich, um die Erklärung des Phänomens des Galvanotropismus zu finden, vor dem Erscheinen der Rischawi'schen Mittheilung ausgeführt habe.

Rischawi's Erklärung (wir wollen vor der Hand blos die positive Krümmung berücksichtigen) beruht, wie wir eben gesehen haben, auf einer directen Wirkung des die Wurzeln selbst durchfliessenden Stromzweiges; nach seiner Erklärung muss die Krümmung von den an den Elektroden ausgeschiedenen Stoffen unabhängig sein, das ist das erste Erforderniss seiner Theorie.

Findet diese Unabhängigkeit der positiven Krümmung von den Ionen nicht statt, dann ist die Theorie selbst unrichtig, insofern wenigstens; dass sein, wie es scheint alleiniges, Erklärungsprincip unzureichend ist. Ich glaube nun Herrn Rischawi nachweisen zu können, dass die Sache nicht halb so einfach ist, wie er sie sich denkt. Ich habe den folgenden Versuch gemacht. Eine



viereckige Glaswanne wurde mitten durchgeschnitten; zwischen den beiden aufeinander passenden abgeschliffenen Theilen wurde eine poröse Thonplatte (T) von ca. 4 mm Dicke eingekittet. Auf den beiden mit der Thonwand parallelen Wänden der Wanne wurden zwei Platinbleche (Pt) mittels Klemmschrauben (K) festgehalten. Der ganze Apparat (siehe die Figur) stellte also mit Wasser gefüllt einen durch eine Thonwand getheilten Voltameter dar, wie solche in etwas anderer Form von den Physikern benutzt werden, um die Ionen gesondert auffangen zu können. Mit diesem Apparate habe ich mit Phaseoluswurzeln eine Versuchsreihe durchgeführt mit vielen verschiedenen Stromstärken. Wenn die Rischawi'sche Erklärung der Krümmung richtig wäre, dann müsste man verlangen, dass die in den beiden Hälften des Apparates befindlichen Wurzeln sich gleich verhielten. Die Stromstärke und -Dichte ist die gleiche in beiden Hälften und die Wirkung des Stromes auf die Wasservertheilung in zwei in den beiden Hälften befindlichen porösen Körpern, als welche ja Rischawi die Wurzeln auffasst, muss die gleiche sein. Dies ist nun bei den Wurzeln nicht der Fall. Ich werde aus meinen ziemlich zahlreichen Versuchen bloß fünf anführen, die mit verschiedenen Stromstärken ausgeführt sind, und die ausreichen, um zu zeigen, dass die Rischawi'sche Erklärung ganz unzureichend ist.

Die Versuche sind nach der Stromstärke geordnet, so dass der Versuch mit dem stärksten Strome voransteht.

Die Temperatur war gewöhnlich 16—17 °.

Versuch I.

Im Kupfervoltameter 54,3 mgr Cu ausgeschieden pr. Stunde.
Dauer 3 $\frac{1}{2}$ St.

- A. Die an der positiven Platte befindlichen Wurzeln alle etwas schlaff, die Spitzen horizontal gegen die positive Platte gerichtet.
- B. Die an der negativen Platte gewesenen alle ebenfalls positiv gekrümmt, aber viel schwächer, so dass die Spitzen einen Winkel von etwa 45° mit dem Horizonte bilden.

Versuch II.

Ca. 50 mgr Cu pr. St. Dauer 2 St. Die negative Hälfte durch einen Wasserstrom ausgewaschen. Temp. 14° . Unterschied zwischen beiden Hälften sehr auffallend.

A. (positive Hälfte):

Alle positiv: 3 rechtwinklig,
1 ca. 60° ,
1 ca. 45° gekrümmt.

B. (negative Hälfte):

Alle positiv, aber bloß ca. 45° oder darunter, bis ganz gerade.

Versuch III.

9,2 mgr Cu pr. St. Dauer 7 St.

A. (positive Hälfte) 5 Wurzeln.

Wurzeln alle positiv gekrümmt, rechtwinklig oder hakenförmig etwas nach oben.

B. (negative Hälfte) 5 Wurzeln.

Alle positiv; sie weichen aber bloß sehr wenig von der Verticalen ab ($30-40^{\circ}$).

Versuch IV.

3,1 mgr Cu pr. St. Dauer 7 St.

A. 5 Wurzeln, davon 4 rechtwinklig nach der positiven Platte gerichtet, eine nur schwach positiv gekrümmt.

B. 5 Wurzeln, davon 4 sehr deutlich negativ gekrümmt ($30-45^{\circ}$ Abweichung von dem Verticalen). Eine gerade.

Versuch V.

0,5 mgr Cu pr. St. Dauer 24 St.

A. 3 positiv gekrümmt (Krümmung greift sehr hoch hinauf und zeigt eine ganz eigenthümliche Form), 1 gerade.

B. 3 stark negativ, ca. 45° . 1 gerade.

Aus diesen Versuchen, mit welchen meine sämtlichen anderen in Uebereinstimmung stehen, geht zur Genüge hervor, dass die Krümmung nicht, wie es Rischawi will, auf einer directen kataphorischen Stromwirkung allein beruht, sondern dass wenigstens die positive Krümmung in hohem Maasse von dem an der positiven Elektrode ausgeschiedenen Stoffe abhängt, so zwar, dass die positive Krümmung bei schwächeren Strömen bloß da zu Stande kommt, wo eine unmittelbare Wirkung des Kations*)

*) Oder der an dem positiven Pole ausgeschiedenen Stoffe.

auf die Wurzeln stattfinden kann, während in demselben Stromkreise negative Krümmungen erscheinen, da, wo die Wirkung des Kations wenigstens theilweise eliminirt ist. Es zeigt sich hierdurch in der deutlichsten Weise, dass die von mir angedeutete Abhängigkeit der positiven Krümmung von den an der positiven Platte ausgeschiedenen Stoffen wirklich stattfindet, und dass die Rischawi'sche Theorie unrichtig, oder wenigstens ganz unzureichend ist. Eine Mitwirkung der kataphorischen Stromwirkung scheint mir zwar aus anderen Gründen sehr wenig wahrscheinlich, kann aber vor der Hand nicht absolut gelehnet werden. Genug ist, dass durch diese Versuche die Theorie, welche Rischawi in der vorläufigen Mittheilung deutlich ausspricht, unmöglich wird, und dass meine Meinung: die positive Krümmung werde, ausschliesslich oder zum Theil, von den ausgeschiedenen Stoffen bewirkt, sich als richtig erweist. Allerdings kann ich nicht, wie es Rischawi thut, nachdem er seine Erklärung referirt hat, sagen „in solcher Weise ist die Ursache der positiven Krümmungen vollständig aufgeklärt“, dazu gehört meiner Meinung nach doch etwas mehr, aber ich hoffe, durch meinen Versuch der Sache näher gekommen zu sein, als Rischawi durch seine „vollständige Aufklärung“.

Was endlich die Natur der negativen Krümmung betrifft, so habe ich dieselbe nicht, wie Rischawi citirt (p. 123 des Central-Bl.), als echt galvanotropisch und den bekannten Richtungsbewegungen analog hingestellt. Auf p. 219 erwähne ich zwei mögliche Ansichten, die von Rischawi citirte und die entgegengesetzte, und sage ausdrücklich, dass die letztere „mit ebenso viel Recht geltend gemacht werden kann“ wie die erstere. Auch jetzt werde ich mich nicht näher darüber aussprechen; ich behalte mir das für meine ausführlichere Arbeit vor, wo ich auch hoffe, die Rischawi'sche kataphorische Theorie nochmals besprechen zu können, wenn es ihm in der ausführlichen Mittheilung gelingen sollte, den meiner Ansicht nach unlöslichen Widerspruch seines Erklärungsprincips mit meinem Versuche zu heben.

Berlin, den 1. Mai 1885.

Einladung

zu der

58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.

Die 57. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, welche 1884 in Magdeburg tagte, hat Strassburg zum Orte der nächstjährigen Versammlung und die Unterzeichneten zu Geschäftsführern derselben gewählt.

Die Wahl des Ortes hat bei der hohen Regierung des Landes, bei der Verwaltung und der Einwohnerschaft hiesiger Stadt freundliche Aufnahme gefunden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Brunchorst J.

Artikel/Article: [Wissenschaftliche Original-Mittheilungen. Zur Frage über den sogenannten Galvanotropismus 192-198](#)