

31. G. Krabbe: Nochmals zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze.

(Erwiderung.)

Eingegangen am 20. Mai 1884.

Heft 2 des II. Bandes dieser Berichte enthält eine Mittheilung Wiesner's „Ueber die angebliche Funktion der Wurzelspitze beim Zustandekommen der geotropischen Krümmung“, welche mich veranlasst, in dieser Frage nochmals das Wort zu ergreifen; einige Bemerkungen Wiesner's bezüglich meiner früheren Abhandlung (diese Berichte Bd. I, Heft 5) über denselben Gegenstand zwingen mich hierzu. Sonst sind, wie ich nachher zeigen werde, in der Mittheilung Wiesner's keine neuen Gesichtspunkte enthalten, die etwa zu einer Diskussion Veranlassung geben und zur Klärung der Frage nach der Funktion der Wurzelspitze beitragen könnten.

Wiesner beginnt die Besprechung meiner Arbeit mit der Bemerkung: „Die in diesem Berichte erschienene Abhandlung Krabbe's könnte ich wohl mit Stillschweigen übergehen, da dieselbe gar keine irgendwie durch thatsächliche Beobachtungen belegte Ergebnisse, sondern bloß unerwiesene Behauptungen enthält.“ Da ich seiner Zeit, wie es auch ausdrücklich in meiner Arbeit (l. c. p. 233) hervorgehoben wurde, in eine Erörterung des Geotropismus decapitirter Wurzeln erst auf Grund umfangreicher Versuche eingetreten bin, so ist es mir ein vollständiges Räthsel, was sich denn Wiesner bei der vorstehenden Bemerkung eigentlich gedacht haben mag. Doch wird die mitgetheilte Behauptung wenigstens etwas verständlich, wenn man Wiesner's frühere Arbeit (Bewegungsvermögen) und besonders die letzte Mittheilung durchliest. Wo sich nur immer Gelegenheit findet, hebt Wiesner mit grossem Nachdruck hervor, dass er eine sehr grosse Anzahl von Wurzeln untersucht habe, und dass die „spärlichen“ Versuche Anderer seinen und Molisch Untersuchungen gegenüber gar nicht in Betracht kämen. So heisst es z. B. in der Mittheilung p. 75: „Was ich im „Bewegungsvermögen“ über u. s. w. aussagte, ist durch die früher genannten umfassenden Untersuchungen von Molisch bestätigt worden, denen gegenüber die spärlichen Beobachtungen anderer Forscher gar nicht ins Gewicht fallen,“ und unmittelbar darauf heisst es abermals: „Ausser den ca. 400 Keimlingen, mit denen Molisch operirte, weisen unsere Aufzeichnungen u. s. w. noch Daten

über mehrere Hunderte von Keimlingen auf, welche meine früheren Angaben bestätigen.“ Aus derartigen Bemerkungen geht ohne Zweifel hervor, dass Wiesner die Lösung der Frage nach der Funktion der Wurzelspitze hauptsächlich von dem Köpfen einer möglichst grossen Anzahl von Wurzeln abhängig macht; und da er jedenfalls auch von mir ohne Weiteres annimmt, meine Versuche seien „spärliche,“ so gehöre ich eben in die Reihe der „anderen Forscher,“ deren Resultate ihm gegenüber gar nicht in Betracht kommen. Hier aber befindet sich Wiesner in einem grossen Irrthum. Ich habe mich fast den ganzen Winter 1882/83, ohne durch Nebenbeschäftigungen abgehalten zu sein, mit dem Geotropismus decapitirter Wurzeln beschäftigt und beinahe täglich eine grössere Anzahl von Wurzeln untersucht; ich hielt es aber damals und halte es auch jetzt noch für überflüssig, in kaufmännischer Weise die Zahl der untersuchten Wurzeln genau anzugeben. Nur zur Beruhigung meines Opponenten bemerke ich, dass die Zahl der untersuchten Wurzeln jedenfalls über Tausend liegt. Wenn also, wie es Wiesner's Ansicht ist, in der Frage nach dem Geotropismus decapitirter Wurzeln die Wahrheit durch Amputation möglichst vieler Wurzeln erbracht werden kann, so liegt dieselbe auf meiner und nicht auf Wiesner's Seite, und dieser muss jetzt, wenn er consequent sein will, zugestehen, dass seine Ansicht bezüglich des Geotropismus decapitirter Wurzeln nicht die richtige ist.

Nun aber wird mir mein Gegner von seinem Standpunkte aus die Frage entgegen halten, warum denn bei einer so grossen Anzahl von Versuchen keine tabellarische Uebersicht derselben gegeben worden sei. Aus dem einfachen Grunde, weil ich nicht schon oft Dagewesenes wiederholen wollte und weil, wie jeder beim aufmerksamen Durchlesen meiner Abhandlung einsehen muss, nach der Art und Weise meiner Fragestellung, sowie nach der Formulirung der Ergebnisse eine specielle Mittheilung der einzelnen Versuche vollständig zwecklos gewesen wäre. Denn es ist zu bedenken, dass ja betreffs des Thatsächlichen Alle, die über den Geotropismus decapitirter Wurzeln geschrieben haben, in sofern übereinstimmen, als in den Versuchen mit decapitirten Wurzeln gerade gebliebene und geotropisch gekrümmte zu notiren waren. Man hat sich aber vor mir, ohne der Sache auf den Grund zu gehen, in seinem Urtheil einfach durch Majoritäten bestimmen lassen. Je nachdem in den Versuchen mit decapitirten Wurzeln die gerade gebliebenen oder die geotropisch gekrümmten in der Mehrzahl waren, hat man sich für oder gegen eine Empfindlichkeit der Wurzelspitze ausgesprochen; und so gab es gleichsam geköpfte Wurzeln erster und zweiter Classe. Die einen Forscher rangirten von den decapitirten Wurzeln die gerade gebliebenen in die erste Classe, während die geotropisch gekrümmten einfach ignorirt und als nicht vorhanden betrachtet wurden; andere machten es gerade umgekehrt. Mein Bestreben war

es dagegen, allen decapitirten Wurzeln gerecht zu werden, sowohl denjenigen, die nach einer Amputation ihrer Spitze gerade blieben, als auch denjenigen, die sich geotropisch krümmten. Ohne mich hier nochmals in eine Besprechung des Gegenstandes einzulassen, will ich nur bemerken, dass ich seiner Zeit unter Anderem den Nachweis geliefert habe, dass der empfindliche Theil der Wurzeln nicht überall dieselbe Grösse besitzt; man muss eben, um den Geotropismus zu eliminiren, zuweilen von der einen Wurzel etwas mehr abscheiden als von einer anderen. Eine Wurzel, die sich nach Amputation ihrer Spitze von bestimmter Länge nach geotropisch krümmt, würde dies nicht gethan haben, wenn man den Schnitt etwas weiter rückwärts gemacht hätte, oder, was dasselbe ist, eine solche Wurzel wird sich nicht mehr geotropisch krümmen, wenn man etwas mehr abschneidet und sie dann wiederum in horizontale Lage bringt. Die Grösse des empfindlichen Theils der Wurzel ist also variabel, überschreitet aber, wie ich nachgewiesen habe, niemals die Länge von 2 mm. Wird die Spitze in einer solchen Länge weggeschnitten, so tritt niemals, obgleich die einzelnen Wurzeln noch ein hinreichendes Längenwachsthum zeigen, eine geotropische Krümmung ein.

Eine derartige Formulirung meiner Ergebnisse macht doch, wie ich glaube, eine tabellarische Uebersicht der einzelnen Versuchsreihen vollständig überflüssig. Man könnte eine solche nur mit dem Gedanken verlangen, es seien in meinen Versuchen möglicher Weise doch noch Fälle gewesen, in denen sich Wurzeln trotz Entfernung der 2 mm langen Spitze noch geotropisch gekrümmt hätten.

Ferner ist Wiesner sehr ungehalten darüber, dass ich bezüglich der Retardation des Längenwachsthums, die zuweilen nach einer Amputation der Wurzelspitze eintritt, keine genauen Zahlen mitgetheilt habe. Ich glaube aber in meiner Abhandlung mich über diesen Punkt mit hinreichender Deutlichkeit (l. c. p. 229) ausgesprochen zu haben. Betreffs der Frage nach der Funktion der Wurzelspitze ist es meiner Meinung nach absolut gleichgültig, ob das Längenwachsthum einer Wurzel durch das Abtragen der Spitze etwas gefördert oder herabgesetzt wird, und p. 229 bemerke ich noch ausdrücklich: „Für die Untersuchung des Geotropismus decapitirter Wurzeln genügt es zu wissen, dass diese, so lange die Amputation 2 mm nicht überschreitet, noch wachsen und zwar so viel, dass sie sich recht gut geotropisch krümmen können, wenn überhaupt Neigung dazu vorhanden ist.“ Und dass decapitirte Wurzeln noch wachsen und zwar hinreichend wachsen, um sich geotropisch krümmen zu können, das ist von Wiesner selber, obgleich er ganz falsche Schlüsse aus seinen Versuchen zieht, nachgewiesen worden (Bewgv. p. 100 ff.).

Weiterhin bemerkt Wiesner über die Ausführung meiner Versuche: „Selbst eine Angabe über das Medium, in welchem die Wurzeln

cultivirt wurden, fehlt.“ Am Schlusse der Einleitung zu meiner Abhandlung (l. c. p. 227) steht aber deutlich: „Bemerken will ich noch, dass meine Culturen entweder im feuchten Raum oder in Sägemehl ausgeführt wurden. Weiteres über diesen Punkt zu sagen, wäre mehr als überflüssig, da die betreffenden Culturmethode fast in jeder Abhandlung beschrieben sind.“¹⁾

Wiesner schliesst sodann die Besprechung meiner Arbeit mit der Bemerkung: „Was die von Krabbe gegen mich gerichteten kritischen Bemerkungen anlangt, so gebe ich dieselben dem objectiven Urtheil der Leser anheim und bemerke nur noch, dass die von ihm vorgenommene Umrechnung meiner Beobachtungen auf einer unrichtigen Voraussetzung beruht, indem er mir eine Form der procentischen Berechnung zumuthet, welche in meinem Buche gar nicht enthalten ist.“ Um zunächst bei der in der letzten Hälfte dieses Satzes aufgestellten Behauptung zu bleiben, so habe ich dem im „Bewegungsvermögen“ p. 101 enthaltenen Wortlaute entsprechend angenommen, Wiesner habe der procentischen Berechnung der Zuwachsgrössen der einzelnen Wurzeln die ganze Wurzellänge zu Grunde gelegt. Gegen eine derartige Berechnungsweise ist an und für sich gar nichts einzuwenden; sie giebt nur dann ein ganz falsches Bild von dem Längenwachsthum der einzelnen Wurzeln, wenn man die Zuwachsgrössen verschieden langer Wurzeln in Vergleich zieht und dies hat, wie ich auch jetzt noch behaupte, Wiesner gethan. Ob ich in diesem Punkte meinem Gegner Unrecht thue, darüber möge dieser selber entscheiden. Bevor Wiesner zur Mittheilung seiner Versuchsreihen übergeht, bemerkt er (Bewegv. p. 101): „In den nachfolgenden kleinen Tabellen bedeutet A anfängliche Länge der Wurzeln, $Z_{2,4}$ Zuwachs nach 24, $Z_{4,8}$ nach 48 Stunden.“ Und ganz diesen Angaben entsprechend wird in den nachfolgenden Tabellen (l. c. p. 102 ff.) unter A jedesmal die anfängliche Länge einer Wurzel und unter $Z_{2,4}$ der Zuwachs einer Wurzel nach 24 Stunden, in Procenten ausgedrückt, angegeben. Wenn nun das, was hier in ganz klaren und gar nicht misszuverstehenden Worten aus-

1) In einer späteren Anmerkung p. 75 betont Wiesner noch besonders, dass man, um brauchbare Resultate zu bekommen, bei den Wurzelversuchen mit grosser Sorgfalt verfahren müsse; man müsse für einen konstant und absolut feuchten Raum sorgen und es dürften ferner die im feuchten Raum wachsenden Wurzel nicht zeitweilig mit Wasser besprengt werden u. s. w. Ich bin hier mit Wiesner vollständig einverstanden. Was aber folgt daraus? Doch nicht etwa, wie Wiesner meint, dass die betreffenden Wurzelversuche „gar nicht so einfach und so leicht durchführbar seien,“ wie ich behauptet hätte. Derartige Fehler, wie die von Wiesner betonten, lassen sich doch höchstens einige Male machen, dann aber nicht mehr; denn soviel Selbstkritik besitzt doch wohl jeder, um solche Fehler schliesslich zu vermeiden. Darum bin ich ganz im Gegensatz zu Wiesner der Ansicht, dass man den Leser mit einer langen und breiten Erörterung derartiger Nebendinge verschonen solle.

gesprochen und dementsprechend auch (auf dem Papiere wenigstens) ausgeführt ist, nicht richtig sein soll, dann weiss ich nicht, was die Wiesner'schen Versuche überhaupt bedeuten sollen. Doch beruht vielleicht der ganze Irrthum Wiesner's nur darauf, dass er sich zu sehr auf sein Gedächtniss verlassend das „Bewegungsvermögen“ vor dem Niederschreiben seiner letzten Mittheilung nicht genau durchgelesen hat. Es wird darum zur Klärung des Sachverhaltes beitragen, wenn wir einen klassischen Zeugen, nämlich den Assistenten Molisch vernehmen, der seiner Zeit für resp. mit Wiesner die betreffenden Wurzelversuche ausgeführt hat.

Im 8. Hefte des ersten Bandes dieser Berichte findet sich eine Mittheilung von Molisch „über das Längenwachstum geköpfter und unverletzter Wurzeln,“ in der meine frühere an den Versuchen Wiesner's vorgenommene Korrektur völlig acceptirt wird; p. 364 heisst es nämlich: „Ich halte es für das Beste als Ausgangspunkt der procentischen Berechnung die am Wurzelende liegende Strecke in einer Ausdehnung von 1 cm zu nehmen. Die wachsende Region befindet sich, wie ich mich bei dieser und allen folgenden Versuchsreihen überzeugte, stets innerhalb dieser Strecke.“ Was sollte diese Bemerkung für einen Sinn haben, wenn die Berechnung der Zuwachsgrössen der einzelnen Wurzeln bei den früheren Versuchen in derselben Weise ausgeführt worden wäre?

Was dann schliesslich die Hauptsache, nämlich meine Kritik der von Wiesner im „Bewegungsvermögen“ vorgebrachten Ansichten über den Geotropismus decapitirter Wurzeln betrifft, so freue ich mich, dass mein Gegner diese unangetastet lässt und sie einfach dem „objectivem Urtheil der Leser“ anheim stellt. Wie dieses Urtheil zum Theil wenigstens lautet, das ist aus einer mit Wiesner's Mittheilung in demselben Hefte erschienenen Abhandlung Brunchorst's¹⁾ zu sehen, in der meine Ergebnisse vollständig bestätigt werden.

Nach dieser Korrektur der Wiesner'schen Bemerkungen bezüglich meiner früheren Arbeit will ich noch die Hauptpunkte seiner Mittheilung kurz besprechen. — Im „Bewegungsvermögen“ p. 101 ff. wird der Nachweis zu liefern versucht, dass die Wurzeln durch die Entfernung der Spitze in ihrem Längenwachstum herabgesetzt werden. Nachdem in der Mittheilung p. 73 auf diese Thatsache hingewiesen ist, wird bemerkt: „Die von mehreren Seiten mir zugemuthete Behauptung, es bestehe eine strenge Proportionalität zwischen Geotropismus und dem Grade des Wachstums habe ich niemals ausgesprochen, vielmehr durch zahlreiche Versuche bewiesen, dass eine gekappte Wurzel noch beträchtlich wachsen könne, ohne dabei selbst in günstigster Lage geotropisch

1) J. Brunchorst, Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. I. Geotropismus. — Diese Berichte, Bd. II, p. 78 ff.

zu werden.“ Zur Illustration der ersten Hälfte dieses Satzes könnte ich aus dem „Bewegungsvermögen“ mehrere Stellen anführen, ich beschränke mich indess auf eine Mittheilung der p. 99 (Bewegv.) stehenden Bemerkung, in der es heisst: „Ich werde nachweisen, dass geköpftete Wurzeln, gleich geköpften Stengeln weniger wachsthumfähig sind als intact gebliebene, und dass sie nach Massgabe ihrer Wachsthumfähigkeit noch geotropisch sind.“ Die zweite Hälfte des aus der Mittheilung citirten Satzes zeigt, wie Wiesner einfach Untersuchungen auf sein Conto schreibt, die zum Theil gerade zu seiner Widerlegung durchgeführt wurden (nämlich von Kirchner¹). In derartige unlösbare Widersprüche verwickelt sich Wiesner noch öfter, z. B. p. 75, wo behauptet wird: „Was ich im „Bewegungsvermögen“ über die in Folge der Decapitation eintretende Retardation des Längenwachsthum *vet.* in feuchter Luft und feuchten Substraten wachsenden Wurzeln aussagte, ist durch die früher genannten umfassenden Untersuchungen von Molisch bestätigt worden.“ Nein, Molisch liefert in seiner Mittheilung über das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln²) keine Bestätigung, sondern eine Widerlegung der Wiesnerschen Versuche, die an Vollständigkeit kaum etwas zu wünschen übrig lässt. Ich verweise hier auf die Abhandlung Brunchorst's, in welcher dieser Punkt ausführlich erörtert wird (l. c. p. 83 ff.).

Um nun von diesen mehr nebensächlichen Dingen auf die Hauptsache, nämlich auf das geotropische Verhalten decapitirter Wurzeln zu kommen, so äussert sich hier Wiesner (l. c. p. 74) zuerst dahin, die Ansicht von der Empfindlichkeit der Wurzelspitze beruhe „auf einem logischen Fehler,“ denn wenn sich eine Wurzel nach Entfernung der Spitze noch geotropisch krümme, so stehe fest, dass die Anwesenheit der Wurzelspitze zur geotropischen Krümmung nicht erforderlich sei. Leider unterlässt Wiesner es, diese Behauptung zu substantiiren, da er sich gar nicht darüber ausspricht, was man nach ihm unter „Wurzelspitze“ zu verstehen hat. Da die Wurzelspitze kein morphologisch scharf umgrenztes Gewebe repräsentirt, so lässt sich die Grösse resp. Länge derselben mehr oder weniger willkürlich bestimmen. Wiesner aber scheint von der Vorstellung beherrscht zu sein, die Wurzelspitze d. h. der im Darwin'schen Sinne empfindliche Theil der Wurzel müsse überall von gleicher Grösse sein, eine Annahme, deren Willkürlichkeit zu sehr auf der Hand liegt, um an eine ernste Widerlegung derselben zu denken. Man könnte z. B. mit demselben Rechte die Forderung stellen, die reizbaren Köpfchen der Drüsenhaare von *Drosera* müssten

1) O. Kirchner, Ueber die Empfindlichkeit der Wurzelspitze etc. Stuttgart. 1882.

2) Hans Molisch, Ueber das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln. — Diese Berichte. Bd. I. p. 362 ff.

stets die gleiche Grösse haben. — Ich behaupte nun, dass in all' den Fällen, in denen Wiesner nach Amputation der Wurzelspitze noch geotropische Krümmungen beobachten konnte, die Wurzelspitze d. h. der empfindliche Theil der Wurzel nicht vollständig entfernt worden war. Bis zu diesem Punkte also fällt der „logische Fehler“ auf Wiesner zurück.

Dann fährt Wiesner (l. c. p. 74) also fort: „Wenn ich aber finden sollte, dass nach Entfernung der Spitze die geotropische Krümmung sich nicht einstellt, so folgt daraus noch nicht, dass der Geotropismus von der Spitze ausgehe, und noch weniger, dass die Spitze durch die Schwerkraft gereizt werde und den Reiz auf die wachsende Region übertrage.“ Mit dem Beweise dieser Behauptung würde allerdings die Darwin'sche Ansicht von der Empfindlichkeit der Wurzelspitze vollständig widerlegt sein. Allein es wird, abgesehen von den nachher zu besprechenden Experimenten mit dem Centrifugalapparat, eigentlich nicht einmal der Versuch einer Beweisführung gemacht. Wiesner springt vielmehr plötzlich auf ein ganz anderes Gebiet über und sucht plausibel zu machen, dass in Folge der Decapitation die geotropische Reaktionsfähigkeit einer Wurzel herabgesetzt werden müsse. Das sind aber, wie doch am Tage liegt, ganz nebensächliche Momente, durch welche der Kern der Sache gar nicht berührt wird. Ausserdem braucht Wiesner ja von seinem Standpunkte aus die Herabsetzung der geotropischen Reaktionsfähigkeit gar nicht plausibel zu machen (dies sind ja seine Prämissen), er muss vielmehr zu beweisen versuchen, wie eine Amputation der Wurzelspitze die völlige Aufhebung des Geotropismus zu verursachen im Stande ist. Ich möchte eben wissen, wie die zahlreichen Versuche zu erklären sind, in denen, wie ja Wiesner selber nachgewiesen zu haben behauptet, gekappte Wurzeln noch beträchtlich wachsen, ohne dabei in günstigster Lage geotropisch zu werden. Hier giebt es doch nicht mehr ein Mehr oder minder, sondern nur ein Entweder oder. Wenn nun auch, wie Wiesner annimmt, das Wegschneiden der Spitze eine Verminderung des Turgors zur Folge hat, so bleibt es doch absolut unbegreiflich — und Wiesner versucht dies auch gar nicht begreiflich zu machen — wie in den soeben hervorgehobenen zahlreichen, jedenfalls die Regel bildenden Fällen, in denen gekappte Wurzeln eben „beträchtlich“, fast genau so viel wie intakte, wachsen, wie in all' diesen Fällen die herangezogene Turgorverminderung die totale Aufhebung des Geotropismus nach sich ziehen kann, davon gar nicht zu reden, dass es schon mit dem Nachweis dieser Turgorverminderung seinen Haken hat.

Sodann sollen, wie Wiesner ferner für seine Ansicht anführt, nach Amputationen häufig unregelmässige Krümmungen der Wurzeln eintreten, durch welche der Geotropismus verdeckt werde. Das mag sein. Mir selbst sind in meinen zahlreichen Versuchen, abgesehen von

Eichenwurzeln, derartige unregelmässige Nutationen fast gänzlich unbekannt geblieben, und wo sie constatirt werden konnten, da vermochte ich auch beinahe stets die Ursache derselben anzugeben (plötzliche Temperaturveränderung, Aenderung im Feuchtigkeitsgehalt des Mediums z. B. durch Lüften der Glaslocken, schräger Schnitt u. s. w.). Dann aber meine ich, lässt sich aus derartigen Experimenten, in denen die Wurzeln unregelmässig gewachsen sind und Krümmungen nach allen möglichen Richtungen zeigen, bezüglich des geotropischen Verhaltens der Wurzeln gar nichts schliessen. Dies sieht Wiesner schliesslich auch selber ein, denn p. 77 heisst es: „Immerhin lässt diese Beweisführung vieles zu wünschen übrig, da sie nur bei einer grossen Zahl von Beobachtungen und grosser Sorgfalt zum Ziele führt und auch nicht zu einem zwingenden Schluss leitet: weil immer der Einwand, die Abwärtskrümmung sei noch kein absoluter Beweis für den Geotropismus, erhoben werden darf.“

Um nun alle diese Bedenken und Einwände mit einem Male zu zerstreuen, nimmt Wiesner zum „experimentum crucis“ seine Zuflucht, indem er geköpfte Wurzeln der Einwirkung einer bedeutenden Centrifugalkraft aussetzt. Wurzelkrümmungen sind nun zwar eingetreten, allein trotzdem spricht das Experiment in der Weise, wie es von Wiesner ausgeführt ist, durchaus nicht gegen eine Empfindlichkeit der Wurzelspitze. Denn es ist ganz ausser Acht gelassen worden, dass eine Verstärkung der Centrifugalkraft bis auf 41 g nicht nur eine Steigerung des Geotropismus, sondern auch eine ganz bedeutende Erhöhung des Eigengewichtes der Wurzeln im Gefolge hat, und dass wegen dieser Vermehrung des Eigengewichtes Wurzeln, die doch — besonders in der Zone maximalen Wachstums — plastisch sind, sich nothwendig krümmen müssen, ohne deshalb im geringsten geotropisch zu sein. Ich bin der Mühe überhoben, mich bei diesem Punkte länger aufzuhalten, denn die Versuche, die in jüngster Zeit von Brunchorst (l. c. p. 90) unter Berücksichtigung und mit Vermeidung der eben erwähnten Fehlerquelle mit dem Centrifugalapparat ausgeführt sind, haben das entgegengesetzte Resultat geliefert. Auch der Centrifugalapparat ist ausser Stande, gekappte Wurzeln zur geotropischen Reaktion zu bringen.

Das sind die Gründe und Versuche, auf die Wiesner seine Ansicht stützt. Ich glaube, so lange keine besseren Erklärungsversuche für das Verhalten decapitirter Wurzeln der Schwerkraft gegenüber vorgebracht werden, wird man gut thun, an der Darwin'schen Ansicht festzuhalten.

Ich benutze schliesslich noch die Gelegenheit, um einen Einwand kurz zu berühren, der von verschiedenen Seiten gegen die Vorstellung Darwin's geltend gemacht ist. Man hat mit besonderer Betonung hervorgehoben, es dürfe eigentlich von vornherein nicht angenommen werden, dass ein embryonales Gewebe, wie das Wurzelmeristem, reizbar

sei, denn das stehe im Pflanzenreiche ohne Beispiel da. Es ist dies meiner Meinung nach ein Einwand, wie er bedenklicher wohl kaum vorgebracht werden kann. Wollte man jede neue Ansicht mit der Behauptung zurückweisen, sie sei neu und habe ihres Gleichen nicht, so würde damit ja jeder Fortschritt in einer Wissenschaft unmöglich gemacht sein. Hätte man den positiven Nachweis geliefert, dass nur das Wurzelmeristem der Schwerkraft gegenüber empfindlich ist, dann würde eben ein embryonales Gewebe reizbar sein und ich weiss nicht, was man daran ändern könnte. Nun aber ist es allerdings sehr fraglich, ob gerade das punctum vegetationis die empfindliche Partie der Wurzel repräsentirt. Ich habe bereits in meiner früheren Abhandlung p. 232 hervorgehoben, dass zur Elimination des Geotropismus die Entfernung des ganzen Wurzelmeristems nicht immer nothwendig ist. Doch habe ich diese Frage seiner Zeit nicht eingehender geprüft, weil sie von ganz nebensächlicher Bedeutung ist. Die Hauptsache bleibt vielmehr, dass die Anwesenheit der Wurzelspitze in einer je nach den Einzelfällen etwas variirenden Länge zum Zustandekommen der geotropischen Krümmung erforderlich ist, und dass deshalb die Wurzelspitze die von Darwin behauptete Funktion besitzen muss. Genau wissen wollen, ob nun die ganze weggeschnittene Spitze oder nur ein bestimmter Zellenkomplex derselben den empfindlichen Theil darstellt, ist eine Frage, auf die man nach Lage der Dinge schwerlich eine präzise Antwort wird finden können.

Botan. Institut der Universität Berlin.

32. J. Brunchorst: Ueber die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln.

II. Galvanotropismus.

(Mit Tafel IV.)

Eingegangen am 20. Mai 1884.

Ehe ich zu meinem eigentlichen Thema, die mögliche „Gehirnfunktion“ bei den durch galvanischen Strom hervorgerufenen Krümmungen übergehe, ist es nothwendig die Erscheinung des Galvano- oder Elektrotropismus ganz im Allgemeinen kurz zu betrachten. Das, was bis jetzt darüber bekannt wurde, ist nämlich sehr mangelhaft.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Krabbe Gustav

Artikel/Article: [Nochmals zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze. 196-204](#)