### IV. Zusammenfassung der Versuchsresultate.

Die Wirkung des Äthers auf die Zuwachsbewegung ist eine Funktion von Konzentration und Einwirkungsdauer[1]). Und zwar äußert sich der Eingriff zunächst in einer Beschleunigung der Zuwachsbewegung, der späterhin eine Verlangsamung bis unter den normalen Betrag folgt. Diese Hemmung ist um so beträchtlicher und tritt um so eher ein, je größer die gebotene Ätherdosis war. Bei extrem starken Dosen erfolgt augenblicklich Wachstumsstillstand bzw. der Tod. Ganz schwache Dosen äußern keinerlei meßbare Wirkung.

Durch 5 % Ätherwasser konnte für Avenakeimlinge ein vorübergehender Wachstumsstillstand — wie ihn Elfving für Phycomyces fand — beobachtet werden.

Es ist darum die Angabe von Wachstumerregenden und -hemmenden Ätherdosen — und das dürfte auch für andere Narkotika gelten — ohne gleichzeitige Mitteilung der Einwirkungsdauer ungenügend.

Bonn, 21. April 1908.

---

## Über den Geotropismus der Aroideenluftwurzeln.

(Eine Entgegnung auf die gleichnamige Arbeit von K. Gaulhofer.)

Von **K. Linsbauer.**

K. Gaulhofer hat kürzlich unter dem obigen Titel eine Abhandlung in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie[2]) veröffentlicht, welche der Hauptsache nach gegen den II. Teil meiner in der Flora (1907, Bd. 97) erschienenen Untersuchung „Wachstum und Geotropismus der Aroideenluftwurzeln“ gerichtet ist. Da die Arbeit nach ihrem Wortlaute den Anschein erwecken muß, als wären die von mir angeführten Beobachtungsresultate mehr oder minder unrichtig, bin ich zu einer ausführlicheren Erwiderung gezwungen.

Ehe ich auf die Differenzen in unseren Befunden eingehe, möchte ich aber auf einige Mißverständnisse hinweisen, die sich in Gaulhofers Arbeit finden. Er erhebt zunächst den Vorwurf, daß ich, obwohl es

---

1) Es soll hiermit nicht gesagt sein, daß andere Faktoren nicht eingreifen. Aber diese beiden waren es, die in vorliegender Studie allein geprüft wurden. Über den Einfluß erhöhter Temperatur vergl. z. B.: B. Zehl, Die Beeinflussung der Giftwirkung durch Temperatur usw. Zeitschr. f. allgem. Physiologie (Verworn), Bd. VIII (1908), pag. 140.

2) Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXVI, Abt. I, pag. 1669 ff. Ein Separatum dieser Arbeit kam mir durch die Güte des Verfassers anfangs Mai l. J. zu.

sich mir darum in erster Linie handelte, „einen Beweis gegen die Statolithentheorie zu erbringen“ mich auf die anatomische Untersuchung „weniger Wurzeln jeder Art“ beschränkte. Ich muß konstatieren, daß ich weder darauf ausging, die genannte Theorie zu widerlegen — ich glaube vielmehr diesem Gegenstande mit vollkommen objektivem Interesse gegenüber zu stehen — noch haben sich meine anatomischen und experimentellen Untersuchungen auf wenige Wurzeln jeder Art erstreckt. Wie Verfasser zu dieser Behauptung kommt, ist mir ganz unerfindlich, da ich keinerlei Angaben über die Anzahl der untersuchten Wurzeln machte, vielmehr nur summarisch über meine Beobachtungen berichtete, zumal meine Befunde sehr gut miteinander übereinstimmten. Vielleicht glaubt sich Verfasser zu seiner Meinung auf Grund der von mir gegebenen Zusammenstellung der anatomisch untersuchten Wurzeln zu seiner Kritik berechtigt, da ich dort neben den Pflanzennamen in der Regel zur Bezeichnung des Wurzelcharakters nur bemerkte „Haftwurzel“ oder „Nährwurzel“, womit aber natürlich nicht gesagt sein sollte, daß ich nur je ein Exemplar untersucht hätte. Ich kann vielmehr den Herrn Verfasser versichern, daß ich während ca. 6 Monaten die überwiegende Mehrzahl des in den Schönbrunner Gewächshäusern zugänglichen Wurzelmaterials — und dieses ist nicht gering — prüfte und daß ich überdies — wie ein Vergleich unserer Arbeiten ergibt, meine Versuche auf eine größere Artenzahl ausdehnte als mein Kritiker.

An einer anderen Stelle (pag. 16 d. Sep.-A., Anm. I) äußert sich Gaulhofer: „Ob es auch dauernd ageotropische Nährwurzeln gibt, muß stark bezweifelt werden. Linsbauer stützt seine diesbezügliche Behauptung nur auf die Beobachtung einer Nährwurzel von Ph. Houlettianum und zweier Nährwurzeln von Ph. elegans (l. c. pag. 288), welche nach 2—3 Tagen keine geotropische Krümmung zeigten.“ Ich habe diese Behauptung nie ausgesprochen, sage vielmehr: „Ob die Wurzeln dieser Arten tatsächlich unter allen Umständen oder nur im Dunkeln ageotropisch sind oder ob ihr Geotropismus periodisch sistiert wird, läßt sich auf Grund der wenigen Versuche nicht entscheiden. Ich halte jedoch diese letzte Deutung aus Analogie mit anderen Fällen für wahrscheinlich.“ Wenn Verfasser es für nicht ausgeschlossen hält, daß diese Wurzeln nach längerer Zeit vielleicht doch geotropisch reagiert hätten, so gibt er nur die von mir vertretene Ansicht wieder.

Auch die Äußerung auf pag. 17 des Sep.-Abdr., derzufolge sich die Rückbildung des Statolithenapparates u. a. äußert „in der relativ geringen Zahl der Statozysten, obwohl Linsbauer keine Verringerung

den Nährwurzeln gegenüber gefunden haben will“ vermag ich mir nicht zu erklären, da ich auf pag. 291 ausdrücklich bemerke „die Kolumella ist allerdings in diesem Falle auf eine kleinere Zahl von Zellen beschränkt als in den Nährwurzeln; bisweilen findet man an medianen Längsschnitten nur eine Gruppe von 5—6 Zellen[1]) mit deutlicher Statolithenstärke vor“.

Es erübrigt mir nun, mich mit den Differenzen in den Resultaten auseinander zu setzen, zumal Verfasser erklärt, daß nach seinen Beobachtungen die bisherigen Ansichten über den Geotropismus der Aroideenluftwurzeln „in mancher Hinsicht“ geändert werden müssen. Ich gebe in Kürze Gaulhofers Resultate wieder, wobei ich die anatomischen Befunde einstweilen außer acht lasse.

I. Nährwurzeln: Stets pos. geotrop. Junge Wurzeln ageotropisch.

II. Wurzeln, welche eine intermediäre Stellung einnehmen: Immer pos. geotrop. Häufig grundloses Ausbleiben der geotrop. Reaktion.

III. Wurzeln, bei denen noch keine Differenzierung in Nähr- und Haftwurzeln eingetreten ist: Verfasser findet sie faktisch stets ageotropisch, setzt aber hinzu: „Ich meine aber, daß auch unter ihnen noch geotropisch reagierende zn finden sein werden.“

IV. Haftwurzeln: Meist ageotropisch; unter entsprechend großer Zahl „immer eine oder die andere positiv geotropisch“; doch zeigt sich ihr Geotropismus nur unter bestimmten Umständen.

Jeder der sich die Mühe nimmt meine experimentellen Ergebnisse mit diesen zu vergleichen, muß zugeben, daß ich bereits zu genau denselben Resultaten gekommen bin mit Ausnahme der Beobachtung, daß mitunter Haftwurzeln positiv geotropisch reagieren können. Hierzu aber muß ich bemerken, daß Verfasser bei seinen sämtlichen Versuchen nur bei je einer Wurzel von Monstera deliciosa und Philodendron pinnatifidum eine Abwärtskrümmung unter Wasser antraf und daß ihm dieser Versuch nie mehr glückte. Daraus ist als feststehend abzuleiten, „daß sie zwar meistens ageotrop sind, unter gewissen Umständen aber doch geotropisch reagieren“, schien offenbar auch dem Verfasser zu gewagt, da er später einschränkend bemerkt, daß das Auftreten konstant ageotropischer Haftwurzeln immerhin nicht ausgeschlossen und — ich möchte hinzufügen — zweifellos die Regel ist. Ein vereinzelter Befund, der ja möglich ist, da (wie ich auf Grund

1) Eine so geringe Zahl von Statozysten hat G. übrigens nie gefunden.

meiner Wachstumsversuche erfuhr) gelegentliche Übergänge zwischen Nähr- und Haftwurzeln auftreten, entscheidet um so weniger, da auch spontane Nutationen, wie sie gelegentlich an Aroideenwurzeln auftreten, eine tropistische Krümmung vortäuschen können.

Was nun das Auftreten der Statolithenstärke betrifft, so stimmen wir darin überein, daß die geotropisch reagierenden Luftwurzeln in ihren Hauben einen typisch entwickelten Statolithenapparat besitzen. Ich habe aber auch für die wenig oder nicht geotropisch reagierenden Wurzeln eine wohlausgebildete, d. h. von der Umgebung deutlich differenzierte Kolumella mit Statolithenstärke angegeben. Ich kann zu meiner Befriedigung konstatieren, daß auch Gaulhofer stets eine stärkeführende Kolumella in den Luftwurzeln der Aroideen ohne Rücksicht auf ihr geotropisches Verhalten beobachtete. Verfasser nimmt aber eine Rückbildung des Statolithenapparates an, da die betreffenden Wurzeln 1. weniger Statozysten besitzen (was ich ebenfalls bereits angegeben, aber anders gedeutet habe), 2. bisweilen feinkörnigere Stärke oder eine geringere Anzahl von Stärkekörnchen führen, und 3. sich langsamer umlagern. Gegenüber meinen Befunden neu sind also nur die sub 2 und 3 angeführten Beobachtungen. Ich muß gestehen, daß ich feinkörnige Stärke stets nur in kaum mehr wachsenden Wurzeln antraf, sonst aber stets in der Kolumella orientierte Stärkekörnchen vorfand, die sich von denen aus dem umgebenden Gewebe durch ihre Größe auszeichneten. Wenn Gaulhofer eine relativ kleinere Zahl von Statozysten (bezogen auf den Wurzelquerschnitt) sowie in ganz vereinzelten Fällen feinkörnige oder selbst nicht umlagerungsfähige Stärke findet, so lassen sich nach meinem Dafürhalten daraus keine weiteren Schlüsse ziehen, da vergleichbare Angaben über die relativen Wachstumsintensitäten der untersuchten Wurzeln fehlen.

Ich gebe zu, die Stärkekörner weder gemessen noch ihre Umlagerungszeit bestimmt zu haben, ich habe diese Verhältnisse jedoch keineswegs „völlig übersehen“; die Tatsache der Umlagerung der Stärke, die sich in einer bestimmt orientierten Anhäufung zu erkennen gibt, nicht aber ihre Größe und Umlagerungszeit schien und scheint mir auch heute von wesentlichem Belang zu sein. Eine verzögerte Umlagerung würde vom Standpunkte der Statolithentheorie eine Verzögerung der Reaktion, nicht aber deren Unterbleiben verständlich machen.

Der Hauptunterschied zwischen meinen Angaben und denen Gaulhofers beruht also — wie mir scheint — darauf, daß dieser

die letzterwähnten Beobachtungen im Sinne einer Reduktion des Statolithenapparates auslegt. Damit wurde nur des näheren ausgeführt, was ich bereits in meiner Arbeit andeutete, indem ich es als unschwer bezeichnete, meine Beobachtungen mit der Statolithentheorie in Einklang zu bringen, was ich aber, wie ich besonders betonte, unterließ, da mir bei Problemen von der Bedeutung der Haberlandt-Nemečschen Theorie die strengste Kritik im Interesse der Sache gelegen zu sein scheint. Eine weitere Diskussion über die Differenzen in unseren Anschauungen in dieser speziellen Frage scheint mir daher auch wenigstens derzeit aussichtslos. „Es ist nun Glaubenssache", bemerkt Jost[1]) in bezug auf ähnliche Fälle, „wenn man solche Apparate als reduziert oder rudimentär betrachtet . . . Stellt man sich mehr auf den physiologischen Boden, so wird man die Hypothese skeptischer betrachten."

Was die von mir am Schlusse meiner Arbeit gemachte Bemerkung betrifft, daß man sich zur Erklärung des Geotropismus z. B. auch die Vorstellung bilden könne, daß das Plasma den Schwerereiz durch eine Strukturänderung infolge einer orientierten Deformation perzipiert, so will ich nur bemerken, daß mich Verfasser völlig mißverstanden hat, wenn er meine Vorstellung dahin interpretiert, daß ich ein plasmatisches Netzwerk annehme, das sich „nur in der äußeren Plasmahaut befinden könnte" und das „in einer Eiweißlösung aufgehängt sei". Ich habe weder jemals eine derartige Vorstellung entwickelt, noch kam es mir auf eine Differenz im spezifischen Gewicht von Netzwerk und Eiweißlösung an. Daß einer solchen derzeit nicht experimentell zugänglichen Vorstellung — wenngleich sie mir berechtigt erscheint — kein wesentlicher heuristischer Wert zukommt, war mir und wohl jedem Leser, schon ehe Gaulhofer dies besonders betonen zu müssen glaubte, klar, weshalb ich es auch unterließ, sie zu einer Hypothese auszubauen.

Wien, im Mai 1908.

---

1) Vorlesungen über Pflanzenphysiol., II. Aufl. (1908), pag. 529.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: 99

Autor(en)/Author(s): Linsbauer Karl

Artikel/Article: Über den Geotropismus der Aroideenluftwurzeln 173-177