

der letzteren Art nahestehendes Stück hatte ich neben annähernder *G. odoratissima* var. *oxyglossa* Beck mit z. T. sehr verkürzten Spornen bereits in Vigolo-Vattaro gefunden) sowie zahlreich eine von Schulze mit Bestimmtheit zu *Orehis Traunsteineri* Saut. bezogene Form mit trübrosafarbenen Corollen, die von Exemplaren Traunsteiners aus Kitzbühel durch kürzere, stumpfere Blätter, die reichblütigere, verlängerte Traube u. s. w. beträchtlich abweicht, dagegen nach meiner Erinnerung recht gut zu Exemplaren stimmt, die schon vor etlichen Jahren von v. Benz im Bärenthal in Kärnten gesammelt und von Schulze kürzlich als *O. Traunsteineri* var. *Frisii* Klinge bestimmt wurden<sup>10)</sup>.

## Über die physiologische Bedeutung u. Thätigkeit der Wurzeln.

Von Z a w o d n y in Berlin.

### II.

(Forts. von S. 91 d. Jahrg.).

Eben so wenig wie von dyn mechanischen Widerständen des festen Bodens, wie des Hydrotropismus, sowie Rheotropismus lassen sich die Abweichungen der Wurzelverzweigung von der typischen Vorschrift von Licht- oder Wärmewirkungen gut ableiten, wie etwa die Adventivsprossen des Stammes von Pappeln, Kirschen, Linden und anderen Laubbäumen, welche man überwiegend an der Sonnenseite der Stämme hervorbrechen sieht, sofern nicht örtliche Verletzungen auf die Sprossbildung bestimmend eingewirkt haben. Die Wärme ist bekanntlich von sehr bedeutendem Einfluss auf die Entwicklung der Wurzelsprossen im Allgemeinen. Ein Versuch Bouchardat's<sup>1)</sup> hat dies nachgewiesen. Bei den vor kurzer Zeit ausgeführten Vegetationsversuchen habe ich in den Glascylindern, worin die Pflanzen vegetierten und welche dunkel gehalten wurden, eine Coincidenz der Nebenwurzeln nach einer einheitlichen Richtungsachse an den vorzugsweise verzweigten Orthostichen gefunden, aus welcher das Vorhandensein des Geotropismus und sehr feiner thermo-physiologischer Wirkungen, bedingt durch die Schwankungen der Temperatur innerhalb der Flüssigkeitssäule, wahrgenommen wurde. Der Geotropismus der Wurzel ermöglicht ihr Eindringen in den Boden um sich die ihr brauchbaren Stoffe nutzbar zu machen. Durch das früher erwähnte Vermögen, Seitenwurzeln zu bilden, wodurch das äusserst reiche und ausgedehnte Verzweigungssystem entsteht, kann die Pflanze ein ganz bedeutendes Bodenareal mit ausreichender Abgabefähigkeit bestreichen. Nach allen Seiten ist durch die Verzweigung der Wurzeln der Boden in Besitz genommen und es kann nicht so leicht diesem Wurzelsystem nutzbares Nährmaterial entgehen. Dies ganze System wäre aber gar nicht in der Gestalt möglich, wenn die Haupt- und Nebenwurzeln in derselben Weise dem Geotropismus und Thermotropismus aus-

<sup>10)</sup> *O. Traunsteineri* ist meines Wissens sowohl für Italienisch-Tirol wie für Kärnten neu.

<sup>1)</sup> J. Bouchardat, *Recherches sur la végétation appliquées à l'agriculture*, Paris 1846.

gesetzt wären. Die Schwerkraft zwingt die Hauptwurzel senkrecht abwärts zu wachsen. Wären die Nebenwurzeln in derselben Weise geotropisch, so würden sie gemeinschaftlich mit ihr denselben Weg verfolgen. Nun sind die Nebenwurzeln erster Ordnung sehr wenig, die zweiter Ordnung gar nicht empfindlich für die Wirkung der Schwere. Während die stark geotropische Hauptwurzel senkrecht abwärts wachsen muss, können die nicht geotropischen Nebenwurzeln in anderer zur Mutterwurzel geneigten oder senkrechten Richtung fortwachsen.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, dass in tropfbar flüssigen Medien die Dimensionen und die Verzweigung der Wurzeln in Abhängigkeit stehen von dem Konzentrationsgrade der Ernährungsflüssigkeit.<sup>2)</sup> Konzentrierte Lösungen erzeugen in der Regel ein kurzes, gedrungenes, mit zahlreichen Nebenwurzeln versehenes Wurzelsystem; in verdünnteren Lösungen oder gar in reinem Wasser strecken sich die dünnen und armverzweigten Wurzeln zu einer beträchtlichen Länge hinab. Übereinstimmend hiermit lehrt das Mikroskop, dass ein Gefässbündel, welches oftmals fast schon im Bereiche der Wurzelhaube sich differenzierte, erst einen Ausbildungsgrad erlangt haben muss, bevor dasselbe, fern von dem Vegetationskegel der Wurzelspitze, Nebenwurzeln zu erzeugen vermag.

Somit steht die Entstehung von Nebenwurzeln mit der Ernährungsweise der Wurzel in kausalem Zusammenhange und es ist daher die Frage von Bedeutung, ob die Erscheinung einer reichen Nebenwurzelbildung allgemein die Wirkung der durch die Vegetation der oberirdischen Pflanzenorgane mitbedingten Wurzelernährung sei, oder ob sich dieselbe lokal spezifizieren und auf einzelne Reste des Wurzelsystems wo nicht beschränken doch an einzelnen Wurzelästen vorzugsweise begünstigen lasse.

Gewisse allbekannte Erscheinungen auf dem Felde, im Obstgarten und im Forste sprechen für das letztere.

Duhamel<sup>3)</sup> fand, dass die Seitenwurzeln der Bäume um so stärker und kräftiger sind, je näher der Oberfläche sie sich befinden, so dass, wenn man beim Verpflanzen eines Baumes mehrere Wurzeläste verschont, derjenige, welcher näher an der Oberfläche hinstreicht, fast immer kräftiger sein wird, als der, welcher tiefer eingepflanzt ist. Saussure,<sup>4)</sup> in einer Abhandlung über den Einfluss des Sauerstoffes auf die Vegetation, glaubte diese Erscheinung aus der näheren Berührung der oberflächlichen Wurzeln mit dem atmosphärischen Sauerstoff erklären zu müssen und weist als fernerer Beleg für diese Ansicht darauf hin, dass die Baumwurzeln, welche in Mist, in Schlammgrund oder in

<sup>2)</sup> Hellriegel, Jahresbericht der Agrikulturchemie, 1870—1872; J. Lindley Theorie der Gärtnerei. 1842; J. Sachs, Physiologische Notizen, Flora 1892; C. Kraus, Untersuchungen über die Bewurzelung der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung, I—III. Mitteilung 1894—95.

<sup>3)</sup> H. L. Duhamel du Monceau, *Traité des arbres et arbustes, qui se cultivent en France en pleine terre* 1755 und „*La physique des arbres*“ 1758.

<sup>4)</sup> Nicolas Théodore de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, Paris 1804.

Wasserröhren eindringen, sich darin unendlich teilen und Fuchschwänze bilden, weil sie nicht darin wachsen können, ohne ihre Berührungspunkte mit der sehr kleinen Menge Sauerstoffgases zu vermehren, welche sie in diesen Medien finden. Ohne hier auf die Rolle, welche Saussure dem Sauerstoff in diesen Erscheinungen anweist, näher eingehen zu wollen, da ich später hierauf zurückkommen werde, erwähne ich nur, dass die Wurzeln, welche ich aus verstopften Drainröhren gelöst und gereinigt hatte, entsprechend den Wurzeln, welche in sehr verdünnten Nährstofflösungen sich bilden, äusserst fein- und langfaserig ausgebildet waren. Sehr beachtenswert ist ferner eine hierher gehörige Beobachtung Nöggerrath's.<sup>5)</sup> Dieser fand auf einem alten Totenfelde am Bubenheimer Berge unter einer 2 m tiefen Schicht Bimstein, auf welchem Luzerne wuchs, Knochenstücke, deren Substanz vollständig durch Wurzelfilz ersetzt war. Ein exakter Vegetationsversuch in dieser Richtung würde, wie ich glaube, zu ermitteln haben, ob, unter übrigens gleichen Verhältnissen, durch Lokalisierung der Nährstoffe innerhalb der Bodenräume, welche die Wurzeln einer Pflanze vermöge ihrer spezifischen Durchschnittserstreckung zu durchsetzen vermögen, die überwiegende Ausbildung der entsprechenden Wurzelpartieen örtlich beeinflusst werden könne.

Ein Versuch dieser Art in abgeschlossenen Gefässen wurde mit gutem Vertrauen ausgeführt, durch das notwendige Begiessen mit Wasser wurden die lokalisierten Stoffe aufgelöst und in dem ganzen Bodenraum verbreitet. Dieser Versuch hat zugleich die hohe Bedeutung des Verhaltens der Vorräte an Pflanzennährstoffen im Boden (Absorption),<sup>6)</sup> der Kohärenz der wasserhaltenden Kraft,<sup>7)</sup> der Kapillarität<sup>8)</sup> und der wasseranhaltenden Kraft<sup>9)</sup> für das Pflanzenleben bewiesen und zugleich die Mengenverhältnisse der anzuwendenden Düngstoffe zu der rohen Gesamterde vorgeschrieben.

Als Versuchspflanze diente *Sorghum saccharatum* Pers., als Versuchsboden eine nahrungsarme thonige Erde. Diese wurde in cylindrische Glasgefässe eingetüllt, deren jedes eine Pflanze zu tragen bestimmt war und bei 27 cm Höhe und 13 cm Weite einen Inhalt von drei Litern Wasser besass.

Zwei Salzgemische, das eine stickstoffhaltig, das andere stickstofffrei, nach chemischen Äquivalenten bereitet, wurden in zwei parallelen Reihen (zu je 6 Glaszylindern) in der rohen Erde, welche zuvor in einem Ziegelofen geglüht und gröblich gesiebt war, in verschiedener Weise lokalisiert.

<sup>5)</sup> Joh. Jak. Nöggerath, Westermann's Monatshefte, 1859.

<sup>6)</sup> Dr. E. Heiden, Lehrbuch der Düngerlehre, Stuttgart 1866; Dr. W. Knop, Der Kreislauf des Stoffes, Leipzig 1868.

<sup>7)</sup> Landw. Jahrbücher, Berlin 1874, III.

<sup>8)</sup> Dr. v. Kleuze, Untersuchung über die kapillare Wasserleitung im Boden. Landw. Jahrb., Berlin 1877, VI.

<sup>9)</sup> Schübler, Grundsätze der Agrikulturchemie, Leipzig 1838.

Die Zusammensetzung der beiden Salzgemische war folgende:

Reihe A (Cylinder I—VI)	Reihe B (Cylinder VII—XII)
stickstofffrei	stickstoffhaltig
3 Äqu. phosphors. Kalk,	1 Äqu. phosphorsaures Kali,
1 „ Bittersalz,	1 „ Kalksalpeter,
1 „ Pottasche,	1 „ schwefels. Ammoniak.
1 „ kieselsaures Natron.	

Von dem stickstofffreien Salzgemisch wurden je 2,5 gr., von dem stickstoffhaltigen je 3 gr. mit ihrer 20—30 fachen Menge roher Erde innig verrieben und, wie sogleich anzugeben, in den Cylindern verteilt.

Die Cylinder der Reihe A erhielten somit in den 2,5 gr. stickstofffreier Salze, auf eine Masse von mehr als 3 kg gegläuteter roher Erde, 0,266 gr. Kali und 0,627 gr. Phosphorsäure. Die Cylinder der Reihe B. erhielten in den 3 gr. stickstoffhaltiger Salze 0,502 gr. Kali, 0,755 gr. Phosphorsäure, 0,574 gr. Salpetersäure und 0,189 gr. Ammoniak.

Wiewohl das Absorptionsvermögen der rohen Erde durch das Glühen einige Einbusse erleiden musste, so lässt sich doch aus den bis jetzt bekannten Ziffern für die durchschnittlichen Attraktionsquanta der Ackererde berechnen, dass die zugeführten Nahrungsstoffe einige Procente der angewandten Erdmasse absorptiv zu sättigen vermochten. Wenn demnach auch durch wiederholtes Begießen der Töpfe kleine Quantitäten der einmal absorbierten Düng alze wieder in Lösung gelangten, mussten dieselben von den angrenzenden Erdzonen sofort attrahiert werden, und somit die Bodenregion rings um den Ort der Lokalisierung, welche als mit Nährstoffen gesättigt zu betrachten war, eine relativ beschränkte sein.

Nun ist aber schon durch Saussure bekannt geworden, dass Dammerde, welche durch wiederholtes Anskochen mit Wasser eines Teils ihrer Nahrungsbestandteile beraubt worden war, einen um ein Viertel geringeren Ernteertrag hervorgebracht hatte, als eine übrigen gleiche Menge derselben nicht beraubten Dammerde. Bestimmter noch haben Naegeli's<sup>11)</sup> und Zöllers<sup>12)</sup> Untersuchungen ergeben, dass die vegetative Massenproduktion eines absorptiv ganz gesättigten Torfpulvers in höherem Verhältnis von der Produktion des rohen Torfpulvers differierte, als diejenige eines halb oder viertel gesättigten Torfpulvers. Bestand demnach eine Abhängigkeit der Wurzelverzweigung von der örtlich reicheren Gegenwart von Nährstoffen, so musste dieselbe in dem bezeichnetermassen zubereiteten Boden zur Evidenz gelangen.

Die Verteilung der Düngstoffe in der rohen Erde war folgende:

Cylinder I und VII: die Salzgemische sind homogen mit der rohen Erdmasse gemengt.

Cylinder II und VIII: sie bilden eine sehr dünne Horizontalschicht am Boden des Cylinders.

Cylinder III und IX: sie bilden eine solche in mittlerer Höhe des Cylinders.

Cylinder IV und X: sie bilden eine solche 3—4 cm tief unter der Oberfläche.

<sup>11)</sup> Karl W. v. Naegeli, Pflanzenphysiologische Untersuchungen, 1855.

<sup>12)</sup> H. Zöller, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. CXXI.

Cylinder V und XI: sie bilden einen vertikalen peripherischen Cylindermantel.

Cylinder VI und XII: sie bilden einen Vertikalcyylinder in der Achse des Glasgefässes.

Behufs der letztgenannten Verteilungsweise der Düngstoffe in der Form eines centralen Vertikalcyinders wurde eine weite beiderseits offene Glasröhre in der Achse des Glasgefässes festgehalten, während man ausserhalb derselben die rohe Erde einfüllte; sodann wurde die Röhre selbst mit dem Salzgemisch angefüllt und vorsichtig herausgezogen. Die übrigen Verteilungsweisen boten keine Schwierigkeiten dar.

Um die höchste Genauigkeit zu erreichen, wurde bei der Vorbereitung jede Stoffzufuhr vermieden, die Samen habe ich deshalb in destilliertem Wasser quellen lassen und bis zur Entwicklung der Keimpflänzchen ebenfalls nur in destilliertem Wasser erzogen.

Im Juni wurden die Keimpflänzchen aus dem destillierten Wasser, ihrem bisherigen Medium, in die von Papphülsen umschlossenen Cylinder gesteckt. Anfangs mit Glasglocken bedeckt und jeden zweiten oder nach Befinden dritten Tag mit destilliertem Wasser, welches nur sehr langsam in die dichte Erdmasse eindrang, mässig begossen.

An den Ostfenstern des Arbeitszimmers, welches von Osten nach Süden sehr stark durchleuchtet und erwärmt war, ging die Entwicklung sämtlicher Pflanzen gesund und rasch von Statten, wiewohl die Zimmerluft und die wenig fruchtbare, dabei sehr dichte Erde sich in der zarten Gestalt der Versuchspflanzen geltend machten. Die Inflorescenz trat übereinstimmend in den letzten Tagen des August und den ersten Tagen des Septembers ein. Den 28. Oktober wurden die oberirdischen Stöcke abgeschnitten.<sup>13)</sup> Die lufttrockenen Erntegewichte schwankten zwischen 15,6 gr. und 21,4 gr. bei den unter Zufuhr von stickstofffreien Salzen gewachsenen Pflanzen, und zwischen 16,2 gr und 22,8 gr bei den Pflanzen, welchen stickstoffhaltige Salze dargeboten waren. Dieses Uebergewicht der unter Stickstoffzufuhr erzeugten Pflanzen ist darin begründet, dass dieselben durchschnittlich grössere und reifere Früchte ausgebildet hatten. Ich muss gleich erwähnen, dass den stickstoffhaltigen Nährstoffen ein direkter Einfluss auf diese Beschleunigung der samenbildenden Prozesse zuzuschreiben ist. (Schluss folgt).

## Ein Ausflug nach dem Donnersberge.

Von L. Geisenheyner u. P. Baesecke.

In den siebenziger Jahren habe ich auf dem Hirtenfels am Donnersberg eine sehr schöne und höchst auffallende Rose aufgefunden, die ich nach eingehender Betrachtung für einen Bastard aus *Rosa pimpinellifolia* und *canina* halten zu müssen glaubte. Dr. H. Christ in Basel, dem ich sie zugesandt hatte, bestätigte meine Meinung und erklärte sie für durchaus übereinstimmend mit einer von Dr. Fries bei Grünstadt gesammelten Pflanze: *Rosa pimpinellifolia* × *canina* = *R. hibernica* Sm., unter welchem Namen ich sie auch im Jahre 1879 im Baenitz'schen Herbarium europaeum angab. Fr. Crépin, der bekannte belgische Rosen-

<sup>13)</sup> Da ich am 23. September abreiste, liess ich mir die abgeschnittenen Stöcke nachsenden.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Deutsche botanische Monatsschrift](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [19](#)

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

Artikel/Article: [Über die physiologische Bedeutung u. Thätigkeit der Wurzeln. 118-122](#)