

Physiologische Notizen

von

Julius Sachs.

III.

Wurzelstudien.¹⁾

Die Untersuchungen, von denen ich hier eine vorläufige Mittheilung gebe, sind noch lange nicht abgeschlossen. Wenn ich es trotzdem wage, schon jetzt einen Theil derselben zu veröffentlichen, so geschieht es, weil ich bereits seit Jahren daran gearbeitet habe und weil noch Jahre erforderlich sind, bis ein befriedigendes Ergebniss erlangt werden kann; jede der zu beschreibenden Versuchsreihen erfordert eben mindestens eine Vegetationsperiode, für die interessanteren Fälle: die Holzpflanzen aber einige Jahre. Auch möchte ich hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die wissenschaftlich botanische Litteratur auffallend arm ist an sorgfältigen biologischen Untersuchungen der Wurzeln von normalen Landpflanzen, um die es sich hier allein handelt.

Wer mit dem Betrieb von Gewächshäusern, besonders in einem botanischen Garten zu thun hat, dem ist bekannt, was man unter dem „Wurzelfilz“ in den Pflanzentöpfen versteht, der besonders dann in seiner vollen, oft überraschenden Ausbildung hervortritt, wenn die Pflanzen einige Jahre lang in demselben Topf gewachsen sind, ohne versetzt zu werden, aber auch schon nach 2—4 monatlichem Wachsthum bei rasch wachsenden Arten oft zu sehen ist.

1) Unter demselben Titel veröffentlichte ich 1859 im 1. Bd. der Zeitschrift: „Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen“ S. 1—31 eine Reihe von Beobachtungen über die biologischen Erscheinungen an Wurzeln. Ausserdem ibidem „Ueber den Einfluss der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens“ (S. 203—240). — An diese Aufsätze schliessen sich an: „Erziehung von Landpfl. in Wasser bot. Zeitg. 1860 Nr. 13 und: „Auflösung des Marmors durch Maiswurzeln“, ebenda, so wie auch das in meinem Handbuch der Experimentalphysiologie 1865 S. 188 bis 192 Gesagte.

Wird der Topf in umgekehrter Stellung mit einem kräftigen Stoss an seinen Rand seines Inhaltes entleert, so erblickt man einen dichten Filz von lebenden, meist weissen oder doch hell gefärbten Wurzelfäden, aber so zusammengedrängt, dass der Filz etwa einem sehr dicht geflochtenen Korbe gleicht; fasst man den Stamm der Pflanze, so kann man den gesammten „Wurzelballen“, ohne dass er zerreisst und ohne dass ein Erdkörnchen herausfällt, emporheben; diese Erscheinung ist so auffallend und lehrreich, dass ich sie oft in meinem Colleg über Experimentalphysiologie demonstriert habe. — Es ist vielleicht einem oder dem anderen Leser erwünscht, eine Reihe besonders ausgezeichnete Beispiele kennen zu lernen; natürlich ist aber bei den hier angeführten Species zu beachten, dass die fragliche Erscheinung um so kräftiger hervortritt, je älter die Exemplare sind und je längere Zeit seit dem letzten „Umsetzen“ verstrichen ist.

Ich nenne zunächst: von Farnen die *Pteris serrulata*, verschiedene grosse Polypodien und Aspidien; von Monocotylen: verschiedene Palmen, besonders Phoenixarten, ferner *Dracaena Draco* und andere Dracaenen, auch *Yucca*; von holzigen Dicotylen: Azaleen, *Albizia lophantha*, *Callistemon*-Arten, *Coprosma lucida*, *Eryobotrya japonica*, *Eucalyptus globulus*, *Evonymus* sp., *Gnidia carinata*, *Ferdinandea eminens*, *Hebeclinium megalophyllum*, *Montanoa grandiflora*, *Nicotiana wigandioides*, *Sempervivum* verschiedene grosse Arten, *Urera caracasana* u. s. w.

Von krautigen Pflanzen, die ich seit langen Jahren zu physiologischen und biologischen Beobachtungen cultivire, seien genannt: *Phaseolus multiflorus*, *Dioscorea Batatas*, *Nicotiana Tabacum* und *rustica*, *Cucurbita maxima*, *Helianthus annuus*, *Zea Mais*. Ich zweifle übrigens nicht, dass der „Wurzelfilz“ in allen Fällen zum Vorschein kommt, wo die Pflanzen überhaupt Neigung zu kräftiger und dauernder Wurzelbildung haben, was z. B. bei *Frisillaria imperialis* und manchen anderen Zwiebelpflanzen allerdings nicht der Fall ist.

Nähere Besichtigung des „Wurzelfilzes“ zeigt nun, namentlich wenn die Wurzelfäden eine beträchtliche Dicke — etwa von 2—5 mm — haben, dass diese auf der der Topfwand anliegenden Aussenseite oft flach gedrückt sind, so dass der Querschnitt nicht kreisrund ist, was besonders bei den dem Boden des Topfes festangedrückten Wurzelfäden sehr auffällt, offenbar weil hier der Druck, den das geotropische Abwärtsstreben erzeugt, die Sache begünstigt, während an den aufrechten Seitenwänden des Topfes nur der durch das Längenwachsthum gegebene Vorstoss in Betracht kommt, von dem aber nur eine mehr oder minder unbeträchtliche Componente sich als Druck geltend

machen kann. Die zuweilen auftretenden Anschwellungen und Verdünnungen solcher Wurzelfäden sind offenbar nur die Wirkung des periodischen Begießens der Pflanzen; in meinen Abhandlungen „Ueber das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln“ (Arb. des bot. Inst. Bd. I 1873 u. 1874) habe ich schon erwähnt, dass in feuchter Luft wachsende Wurzeln von Landpflanzen, wenn man sie ab und zu mit Brunnenwasser benetzt, dieselbe Erscheinung zeigen.

Sucht man aus dem Filz, wenn er aus dicken Wurzelfäden besteht, einzelne derselben heraus, so dass man den Vegetationspunkt mit bekommt, und wickelt sie vorsichtig aus dem Gewirr heraus, so erkennt man, dass sie oft eine beträchtliche Länge haben: bei Palmen, Dracaenen, Dioscoren u. a. habe ich nicht selten solche Fäden von 2—4 mm Dicke auf eine Länge von 2—3 m herauspräparirt und selbstverständlich sitzen an ihnen zahlreiche dünnere Seitenwurzeln, die oft ebenfalls beträchtliche Längen erreichen. Besondere Erwähnung verdienen in dieser Beziehung die sehr dünnen, aber einige Meter langen Wurzelfäden von *Thladiantha dubia*, die hie und da zu dicken, kartoffelähnlichen Knollen mit Knospen anschwellen; im freien Lande veranlassen sie die auffallend rasche und weitausgreifende unterirdische Wanderung dieser Pflanze; im Topf umkreisen solche Wurzelfäden den Umfang 4—6 Mal.

Diese langen Wurzelfäden sind nun nicht etwa ganz unregelmässig hin und her gewunden, sondern meist verfolgen sie eine schraubenlinige Bahn, fast horizontal der aufrechten Topfwand dicht angeschmiegt und von anderen ähnlich verlaufenden Fäden dicht umgeben, während die dünneren Seitenwurzeln mehr auf- und absteigend, dem ganzen Filz einen festeren Halt geben. Die horizontale oder schief absteigende Windung der dicken Fäden, sowie die auf- und absteigende Richtung ihrer Seitenwurzeln entspringt aus dem specifischen Geotropismus, der die Nebenwurzeln erster, zweiter und höherer Ordnung beherrscht und ihren von mir (in der zuletzt erwähnten Abhandlung) constatirten „Eigenwinkel“ bestimmt.

Bei Pflanzen, deren Wurzelfäden mit zunehmender Verzweigung sehr dünn werden, nicht selten die Feinheit eines sehr dünnen Menschenhaares erreichen, was besonders bei manchen „wüchsigen“ Dicotylen vorkommt, nimmt der „Wurzelfilz“ ein anderes Aussehen an: er bildet, gehörig ausgewachsen, eine papierdünne Schicht oder Auskleidung der Innenseite des Topfes, die auch das Aussehen eines feinfaserigen Papiers annehmen kann. Schöne Beispiele dieser Art

von feinem, papierähnlichem Wurzelfilz liefern zuweilen *Nicotiana rustica*, *Helianthus annuus*, auch *Beta vulgaris*.

Das physiologisch und biologisch Interessante des Wurzelfilzes liegt nun in der Art, wie er zu Stande kommt und zweitens in seiner Rückwirkung auf das Gedeihen der Pflanzen bei der Topfkultur.

Beides lässt sich theoretisch, wenigstens in der Hauptsache, durchschauen, wenn man mit dem Wachstum, der Verzweigung und den geotropischen Eigenschaften der Wurzeln einigermaassen vertraut ist und Beides lässt sich aus der Besichtigung des Erdballens, der von dem dünnen Wurzelfilz fest umschlossen und zusammengehalten wird, verstehen.

Betrachtet man diesen Erdballen, nachdem man den Filz wie eine Schale abgenommen hat, was am besten bei ziemlich trockenem Zustand der Topferde geschieht, so überrascht (in den typischen Fällen) die geringe Zahl der die Topferde durchziehenden Wurzelfäden; die vorwiegend horizontal oder schief abwärts aus der Hauptwurzel oder dem „Wurzelstock“ ausstrahlen, um in den Wurzelfilz einzutreten und an seiner Erzeugung theilzunehmen. Es bedarf nur geringer Ueberlegung, das ganze Verhalten zu verstehen: wäre die Pflanze im freien Land eingewurzelt, so würde die Hauptwurzel oder der sie vertretende „Wurzelstock“ 20—50 cm tief hinabsteigen, die daraus entspringenden Nebenwurzeln würden je nach der Art und dem Alter der Pflanze 30—100, selbst hin und wieder 200—300 cm weit horizontal oder schief hinausstrahlen und sich verzweigen, wobei die letzten dünnen Zweigwurzeln, des Geotropismus entbehrend, nach allen Richtungen des Raumes die Erde durchziehen müssten.

Das ist nun aber bei dem Wachstum im Topf nicht möglich. Ein solcher von 50 cm Durchmesser (also 25 cm Radius) gehört schon zu den grössten, wenigstens wenn es sich um Gefässe von gebranntem Lehm handelt; selbst solche von 20 cm Durchmesser (also 10 cm Radius) gelten schon als gross; Töpfe von 6 cm Radius und 13—14 cm Höhe sind die gewöhnlichen und noch kleinere.

In diesen engen Räumen müssen sich die Wurzelfäden ausbreiten; wie das geschieht, kann man in Glasgefässen verschiedener Form beobachten, was ich in meinen Eingangs citirten Abhandlungen mehrfach beschrieben habe. Wurzeln, die den Trieb haben, wenn auch nur 20—50 cm weit im freien Land horizontal oder schief vom Wurzelstock hinauszuwachsen, stossen also schon, wenn sie 6—10 cm lang geworden sind, an die Wand eines gewöhnlichen Blumentopfes; trifft die Spitze senkrecht auf diese, so kann es (freilich selten) geschehen,

dass durch den Druck des 2—5 mm weit dahinter liegenden in energischer Streckung befindlichen Theils, das Gewebe des Vegetationspunktes breit gedrückt oder doch tonnenförmig aufgebauscht wird; gewöhnlich aber biegt das vordere Ende seitwärts um und wächst nun, immer der Topfwand angeschmiegt, in der vorhin beschriebenen Weise weiter, während seitliche Auszweigungen hervortreten. — Kurz die Wurzeln, anstatt sich mehr und mehr auszubreiten, drängen sich an der Topfwand immer dichter aneinander, jeder kleinste Zwischenraum wird von nachwachsenden Fäden ausgefüllt. Keine Wurzel jedoch, wenn nicht etwa ein Zufall es bewirkt, wächst rückwärts in den mittleren Raum des Topfes, wo sie Erde für ihre Verzweigungen und für ihre Haustorien (Wurzelhaare) fände. So bleibt denn der innere Erdballen zuweilen fast unbenutzt, nachdem die Enden der ausstrahlenden Nebenwurzeln an der Topfwand angelangt sind. Natürlich kann dieser Erdraum durch nachträglich aus dem Wurzelstock entspringende Adventivwurzeln noch bevölkert werden, auch aus den älteren basalen Theilen der ausgestrahlten Wurzeln können noch nachträglich adventive Zweige hervortreten, die entweder schwach oder gar nicht geotropisch, nach allen Richtungen im Erdraum hinwachsen können; aber eine so dichte Anhäufung von Wurzelfäden, wie in dem Filz an der Topfwand, findet nicht statt.

Diese Beschreibung gilt vorwiegend von den oben aufgeführten Species. Indessen findet man auch Fälle, wo das Innere des Erdballens von zahlreichen kurzen Wurzeln durchzogen ist, die die Topfwand kaum oder nur ab und zu erreichen. Von solchen Fällen ist hier aber keine Rede.

Als ich in den ersten Jahren meiner botanischen Studien noch keine Gelegenheit gehabt hatte, die hier beschriebenen Thatsachen kennen zu lernen und wahrnahm, wie kümmerlich sehr viele Species in den Töpfen der Gewächshäuser wachsen, Jahr für Jahr einige Blätter und Blüten, selbst Früchte bilden, dabei aber selbst nach 10—15 Jahren kaum wesentlich an Grösse zunehmen, wie ich dies zumal an *Olea europaea*, *Benthamia fragifera* u. a. beobachtete, da glaubte ich, wie das wohl vielen Anderen ergangen sein mag, es käme nur darauf an, diese Pflanzen nach und nach in immer grössere Töpfe zu setzen oder sie gleich in solchen keimen zu lassen. Gärtner, die ich deshalb befragte, wussten mir nichts Besseres zu sagen, als, dass es nicht möglich sei, besonders die Holzpflanzen, wie die vom Cap und die Neuholländer, in grossen Töpfen zu cultiviren, die Erde würde leicht faulen, weil sie nicht rasch genug austrocknet und dergl.;

meine Gegenfrage, wie es denn mit den Pflanzen in grossen Kübeln, noch dazu in nicht porösen Holzkübeln zugehe und dass man ja doch nur mit dem Begiessen zu warten brauche, bis die Erde in den grösseren Töpfen ausgetrocknet sei, was ja auch bei den kleinen Töpfen geschehen müsse u. s. w.; da blieb man die Antwort schuldig. — Wenn man nun sieht, wie bei dem „Umsetzen“ der Pflanzen die Wurzelfilze von den Gärtnern unbarmherzig weggerissen werden, da könnte es scheinen, als ob dies Verfahren nicht gerade sehr rationell sei, da die Pflanze nicht nur eines grossen Theils ihres organischen Materials, sondern scheinbar auch ihrer kräftigsten Nahrungsorgane beraubt wird.

Jedenfalls kann man sich aber überzeugen, dass die alte hergebrachte, aber von den Gärtnern nicht erklärte Praxis, die Pflanzen in kleinen Töpfen zu cultiviren, deren Grösse durch altes Herkommen festgestellt ist, durchaus berechtigt ist, denn das Einsetzen der Pflanzen in grössere Gefässe verhindert die Entstehung des peripherischen Wurzelfilzes nicht; dies wäre ja nach dem oben Gesagten nur dann möglich, wenn man so grosse Gefässe verwenden könnte, dass die vom Wurzelstock ausstrahlenden Wurzelfäden die Wandung nicht mehr erreichen. Dazu wären aber (z. B. bei *Cucurbita maxima*, *Helianthus annuus* u. a.) Gefässe von ungeheuren Dimensionen nöthig, an deren Verwendung gar nicht zu denken ist.

Das Gesagte wird das Zustandekommen des Wurzelfilzes und seine Unvermeidlichkeit zur Genüge erklären.

Es fragt sich jetzt, worin der durch ihn bewirkte Schaden besteht, denn dass er das Gedeihen der Pflanzen schädigt, liegt auf der Hand, wie der überaus langsame Wuchs älterer und zumal holziger Gewächse, sowie die viele Arbeit zur zeitweiligen Beseitigung des Uebels beweist. Die Beantwortung dieser Frage dürfte aber auch für die Kenntniss der Wurzelthätigkeit der im freien Land wachsenden Pflanzen nicht ohne Bedeutung sein.

Betreffs der Schädigung der Pflanze, zunächst der Wurzelthätigkeit selbst, könnte man wohl an die durch den Filz bewirkte Beeinträchtigung der Athmung denken. Es ist ja bekannt, wie wichtig die Porosität der gebrannten Töpfe für das Gedeihen der Pflanzen ist, und diese kommt gerade deshalb in Betracht, weil die Wurzeln sich vorwiegend an die Topfwand anlegen. Je dichter aber der Filz wird, desto grösser wird das Hinderniss, welches er dem Ein- und Austritt der Luft, besonders aber auch der in der Topferde entstandenen Kohlensäure, entgegenstellt. Indess möchte ich glauben, dass dieser Punkt von geringerer

Bedeutung ist, weil bei richtiger Pflege der Pflanzen ein periodisches Austrocknen und Befeuchten der Topferde stattfindet. Verdunstet das aufgegosene Wasser, so füllen sich die Erdporen mit frischer Luft, die ihrerseits auch durch die fortwährenden Temperatur- und barometrischen Schwankungen fortwährend in Bewegung, in Ein- und Austritt, also in nützlicher Erneuerung erhalten wird; bei den in grossen Holzkübeln wachsenden Holzpflanzen dürfte dies ohnehin die einzige Art der Lüftung sein. Doch soll damit die ungünstige Wirkung des dichten Wurzelfilzes auf die Athmung der Wurzeln rasch wachsender Species nicht gelegnet werden.

Für weit schädlicher halte ich aber, dass die den Filz bildenden Wurzelfäden für die Nahrungsaufnahme wenig oder nichts leisten können. Bei einem sehr dichten Filz kann selbst das auf den Topf gegossene Wasser nur schwierig zwischen die Fäden des Filzes eindringen und die Capillarverhältnisse sind dort auch nicht günstig genug, das Wasser längere Zeit festzuhalten; die in dem Wasser gelösten Nährstoffe kommen der Pflanze also nicht so zu statten, wie wenn die Wurzeln einzeln in der fein krümeligen Erde verlaufen.

Das Schlimmste in dieser Beziehung ist aber, dass der Wurzelfilz gerade die jüngeren fortwachsenden Enden der Wurzelfäden und ihre jüngeren Auszweigungen enthält. An ihnen entstehen mit fortschreitendem Längenwachsthum im normalen Fall immer neue Wurzelhaare (Haustorien), um immer wieder neue, nahrungsreiche Bodentheilechen auszunutzen; aber innerhalb des wandständigen Filzes kann dieser Vorgang nur höchst unvollkommen stattfinden, weil die Haustorien, selbst wenn sie sich in gewohnter Weise bilden (was ich jedoch noch nicht untersucht habe), nicht mit ernährenden Bodentheilechen in genügender Zahl verwachsen können; vermuthlich mögen sich manche wohl auch an die Topfwand anlegen, oder in Poren derselben eindringen, wo sie aber doch nur schwerlösliche unorganische Stoffe antreffen. Die Bedingungen der Nahrungsaufnahme durch die den Filz bildenden Wurzelfäden sind also ungünstig und dies muss zunehmen in dem Maasse, als der Wurzelfilz dichter wird.

Ist somit der Wurzelfilz für die Ernährungsthätigkeit ungünstig, so darf auch nicht übersehen werden, dass das Wachsthum desselben ein oft sehr namhaftes Quantum von organischen Baustoffen in Anspruch nimmt, die in den oberirdischen Sprossen erzeugt und nun auf Bildung nutzloser Organe verschwendet werden; die innere Harmonie der physiologischen Vorgänge, die normale Correlation der verschiedenen Organe der Pflanze wird gestört und in wie hohem Grade das ge-

schiebt, lernt man kennen, wenn man lange Jahre hindurch Pflanzen cultivirt, um an ihnen physiologische und biologische Erscheinungen zu studiren; für solche wissenschaftliche Zwecke sind daher alte Gewächshauspflanzen meist ungeeignet. Ich will hier nicht versäumen, ein einfaches Verfahren anzugeben, wie man in verhältnissmässig kleinen Töpfen recht kräftige Pflanzen für manche Untersuchungen und Demonstrationen bekommen kann. Man setzt die am Boden mit einem grösseren Abzugsloch versehenen Töpfe bis zum Rande in gute Gartenerde im Freien, wo die darin eingewurzelten jungen Pflanzen das volle Tageslicht geniessen und die Topferde durch das umgebende Erdreich vor starker Austrocknung geschützt ist. Es bildet sich auch in diesem Fall der Filz an der Topfwand, aber durch das Loch im Boden wachsen sehr bald einzelne Wurzelfäden hinaus in die Gartenerde, wo sie sich vielfach verzweigen. So wird die Pflanze bis zum Tage ihrer wissenschaftlichen Verwendung sehr kräftig ernährt. Um sie im Laboratorium oder im Colleg zu benutzen hebt man den Topf aus und schneidet den ganzen Wurzelbusch am Boden ab. Die Pflanze erträgt dies sehr gut und kann bei richtigem Begiessen viele Tage lang zu Experimenten (z. B. mit Ranken, für Heliotropismus und Geotropismus u. s. w.) benutzt werden.

Ich komme nun endlich zu dem eigentlichen Thema dieses Aufsatzes, der Frage, wie die schädliche Wirkung der Filzbildung vermieden werden kann.

Ich glaube, dass bei weiterer Ausbildung des von mir eingeschlagenen Verfahrens auch ein beachtenswerthes praktisches Ergebniss zu erzielen ist. Einstweilen jedoch kommt es mir darauf an, die wissenschaftliche Seite der Frage klar zu legen.

Ich sagte mir, dass bei der Unvermeidlichkeit der Filzbildung es darauf ankomme, diese selbst als Mittel zur Ernährung der Topfpflanzen mit zu benutzen. Anfangs schien mir zweckmässig, den Topf selbst mit einer Nährstoff-Lösung zu durchtränken, um so dem Wurzelfilz von aussen her Nahrung zuzuführen. Es ist auch nicht zweifelhaft, dass auf diese Art für kurze Zeit geholfen werden kann; indessen würden leicht lösliche Salze sehr bald ausgewaschen werden, Salpeter würde als krystallinischer Schnee „ausblühen“ u. s. w., anderer Uebelstände nicht zu gedenken. Ich kam daher auf den Gedanken, die Innenseite des Topfes mit einer Nährstoffmenge zu bekleiden, an welches sich der Wurzelfilz anlegen muss. Hauptsache wäre dabei, dass die Nährstoffe sich nicht sofort auflösen, sondern den Fäden des Wurzelfilzes langsam durch Diffusion zugeführt werden.

Dies schien mir dadurch erreichbar, dass eine pastöse und poröse Masse mit den Nährstoffen gemengt und mit ihr die Innenseite des Topfes überzogen würde.

Dazu schien mir ein Gemenge von viel Gyps und relativ geringer Menge von Nährstoffen geeignet; der Gyps selbst ist zwar im Bodenwasser löslich, aber, wie ich bei meinen zahlreichen „Wasserculturen“ erfahren habe, wenigstens den von mir benutzten Pflanzen unschädlich und manche Wurzeln, wie die der Leguminosen und des Mais, befinden sich selbst in concentrirter Gypslösung auffallend wohl.

Sogleich der erste Versuch, den ich im Juli 1888 in dieser Richtung unternahm, zeigte, dass auf diese Art ein überraschend günstiges Resultat zu erzielen sei. Es wurde ein Gemenge von ca. 100 Theilen gebranntem Gyps mit ca. 5 Theilen der bekannten Nährsalze (Kalisalpeter, Calciumphosphat, Bittersalz, Eisenvitriol) als trockenes Pulver hergestellt, mit Brunnenwasser so zusammengerührt, als ob ein Gypsguss hergestellt werden solle und mit diesem Teig die Innenfläche eines ca. 15 cm weiten Blumentopfes ungefähr 5 mm dick überzogen. Nachdem das Gefäß einige Tage getrocknet war, wurde es mit guter Gartenerde gefüllt und ebenso ein gleichgrosses, ohne das Gypsgemenge. In jedes Gefäß wurden einige Samen von *Cucurbita maxima* gelegt, die (im August) bald keimten. Bis auf eine wurden die Pflänzchen weggeschnitten und nun in gewohnter Weise weiter cultivirt. Schon bei der Ausbildung des dritten und vierten Blattes zeigte sich ein Unterschied zu Gunsten der mit Gypsauskleidung versehenen Pflanze, ein Unterschied der täglich zunahm und nach etwa 6—7 Wochen sich so steigerte, dass ich die gesammte Blattfläche der Pflanze im präparirten Topf auf etwa das 15fache der anderen schätzen konnte, während der Stamm 6—7 Mal so lang war und reichlich Blütenknospen kamen, die bei dem nicht präparirten Topf kümmerlich blieben. Die Pflanzen standen an einem Südfenster.

Der Versuch musste unterbrochen werden, zeigte aber, was auf diese Art zu erreichen ist. Durch diesen Anfang ermuthigt, habe ich nun in den Jahren 1889 und 1890 zahlreiche ähnliche Versuche gemacht, zunächst nur, um verschiedene Nebenfragen zu erledigen, welche das Zwecknässige des Nahrungsgemenges, die Technik des Auftragens desselben auf die Wand des Gefässes u. s. w., ferner den freien Stand der Töpfe oder ihr Eingraben in Erde u. s. w. betrafen. Besonders richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die in den Gewächshäusern überwinternden Holzpflanzen und die für sie passende Behandlung der Culturegefässe.

Die ausführliche Mittheilung dieser zum Theil noch nicht zum Abschluss gekommenen Versuche würde dem Zwecke dieser vorläufigen Notiz kaum entsprechen und hoffe ich später über diese und weitere Erfahrungen berichten zu können. Nur zur Ergänzung der vorausgehenden theoretischen Darlegungen will ich, mit Uebergang aller Einzelheiten, einige Tagebuchsnotizen vom Sommer 1891 anführen.

Am 20. Mai wurde eine Mischung hergestellt von

gebranntem Gyps	2000 g
Kalisalpeter	50
Kalkphosphat	50
Magnesiumphosphat	10
Eisenvitriol	200
Thomasmehl	200

(letzteres als Phosphordüngung).

Dieses Gemenge wurde in 9 Portionen getheilt, für 9 Gefässe. Die Gefässe hatten oben einen Durchmesser von 12,5 cm, eine Höhe von 13 cm (lichte Weite). — Auf jeden Topf kam also ca. 280 g des Gypsgemenges.

Die Bodenlöcher derselben wurden mit Flaschenkorken verstopft, weil die Töpfe eingegraben werden sollten und das Hinauswachsen von Wurzeln ins freie Land zu vermeiden war; jedoch war der Verschluss nicht wasserdicht, um das überschüssige Wasser nach dem Begiessen durchzulassen.

Das für jeden Topf bestimmte Gypsgemenge wurde einzeln mit Brunnenwasser angerührt und eingegossen, dann durch Schwenken an der Gefässwand ziemlich gleichmässig vertheilt, wobei der Brei erstarrte.

Nachdem die Gefässe zwei Tage lang an der Sonne getrocknet waren, wurde gute Gartenerde eingefüllt und für jedes derselben ein Begleiter von gleicher Grösse, aber ohne Gypsgemenge hergerichtet.

In je ein Paar dieser Gefässe wurden ausgewählt gleiche junge Pflanzen derselben Species eingesetzt (pikirt) und jene paarweis bis zum oberen Rand in Erde eingegraben. Als Standort wurde eine nach Süd gelegene Rabatte ausgesucht, die Pflege einem zuverlässigen Gehilfen übergeben. — In den ersten vier Wochen war das Wetter meist kühl, selbst kalt und oft regnerisch, später günstiger.

Die Resultate waren folgende:

Am 27. Juli war bei *Nicotiana rustica*, *Solanum reclinatum*, *Cleome speciosa*, *Gossypium herbaceum* eine beträchtliche Förderung

der Pflanzen in den präparirten Gefässen zu constatieren, die besonders bei *Nicotiana* sehr auffallend war.

Bei *Dahlia coccinea* und *Solanum melongena* war der Unterschied gering, doch immerhin bemerklich. Auch bei anderen Versuchsreihen bemerkte ich, dass die Pflanzen in präparirten Gefässen nicht besser, als in gewöhnlicher Behandlung gediehen, so z. B. *Cuphea tubiflora*, *Nicotiana wigandioides*; vielleicht war für diese Arten die angewandte Nährstoff-Mischung nicht günstig; es können aber auch andere Umstände zufällig mitgewirkt haben, was weiter zu untersuchen ist.

Dagegen war bei folgenden Arten in der beschriebenen Versuchsreihe die Wirkung eine überraschend grosse.

Lagenaria vulgaris am 4. August:

Die Pflanze im präparirten Gefäss:

Stamm 110 cm lang,
Blätter 29 (ausgewachsene),
belaubte Seitensprosse 8,
Blüthen und junge Früchte 13.

Die Pflanze im nicht präparirten Gefäss:

Stamm ca. 50 cm lang,
Blätter 14 (diese nur $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ so gross wie jene),
einige sehr kleine Seitensprosse,
nur eine (weibl.) Blüthe.

Das Gewicht der präparirten Pflanze frisch 4—5 Mal so gross als das der anderen.

Gartenbalsamine am 6. August:

Die Pflanze im präparirten Gefäss:

Stamm 50 cm hoch, unten 16 mm dick,
Seitensprosse 3 (30—30—35 cm lang).
Die beiden unteren Seitensprosse haben je einen Nebenspross von 15—20 cm Länge.

Blätter 129 (alle gross und dunkelgrün).

Die Pflanze macht den Eindruck, als ob sie im freien Land gewachsen wäre.

Sie hat 16 sehr grosse, schöne Blüthen und viele Blüthenknospen; auch 31 grosse Früchte.

Der Sprossheil dicht über der Erde abgeschnitten wiegt frisch 160 g.

Die Pflanze im nicht präparirten Topf:

Stamm 45 cm hoch, 12 mm dick,
Seitensprosse nur 3 ohne Blüthen,

Blätter 63, klein, viele gelb, entleert.

Am Hauptstamm 2 Blüthen, 29 Früchte, diese klein.

Der Sprossstheil über der Erde abgeschnitten wiegt frisch 67 g.

Solanum chrysantum am 26. August:

Die Pflanze im präparirten Gefäss:

Stamm 76 cm hoch,

Seitensprosse 9 (von 50—5 cm),

Blätter aller Sprosse 138,

Früchte (schwarze und grüne) 180.

Gewicht des oberirdischen Theils frisch 98 g.

Die Pflanze im nicht präparirten Gefäss:

Stamm 52 cm hoch,

Seitensprosse 5 (30—12 cm),

Blätter aller Sprosse 51,

Früchte (reife und unreife) 61.

Gewicht des oberirdischen Theils frisch 32 g.

Dass der grosse Vorsprung der Pflanzen in den präparirten Gefässen der durch die Gypsauskleidung zugeführten Nahrung zu danken ist, bedarf weiter keines Beweises. Es ist aber zu beachten, dass wohl nicht allein die Wurzeln des Filzes selbst in Betracht kommen, sondern dass auch die im Innenraum des Erdballens verlaufenden Wurzelfäden an der besseren Ernährung theil nehmen, weil die aus dem Wandbeleg herausdiffundirenden Nährstoffe, besonders der im Bodenwasser sich ziemlich leicht auflösende Gyps selbst, auch ihnen mehr oder weniger zu Gute kommen mögen. Diese und manche andere Fragen werden aber durch weitere Untersuchungen zu lösen sein.

Würzburg, 2. März 1892.

Fortsetzung folgt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: [Physiologische Notizen. III. Wurzelstudien.^{1\)} 171-182](#)