

Uebrigens habe ich in den interxylären Leptominseln auf dem Längsschnitt bei allen drei untersuchten *Loganiaceen* schön ausgebildete, meist ziemlich horizontal stehende Siebplatten gefunden.

(Fortsetzung folgt).

Ueber die Functionen der Luftwurzeln.

Von
Dr. A. Nabokich
in
St. Petersburg.

Mit 1 Doppeltafel.*)

Die physiologische Bedeutung der Luftwurzeln epiphytischer *Orchideen* ist bis jetzt noch nicht hinreichend untersucht worden. Es sind über die Anatomie und Biologie der Epiphyten eine Anzahl zum Theil recht werthvoller Arbeiten erschienen, auf Grund welcher die Rolle der Luftwurzeln im Allgemeinen als Sammler von atmosphärischer Feuchtigkeit sich ergab, jedoch finden wir in der Litteratur fast keine auf Experimente basirte Arbeit über diese Frage. Es ist daher sehr erklärlich, dass die Ansichten der verschiedenen Autoren hierüber oft nicht miteinander übereinstimmen, ja sich widersprechen und sehr häufig bei angestellten Versuchen gar nicht bestätigt werden.

Wir stellten uns die Aufgabe, mittels auf streng methodischer Grundlage vorgenommener Experimente die Richtigkeit der verschiedenen aufgestellten Hypothesen zu prüfen. Die hierbei gewonnenen Resultate verdienen nach unserer Meinung immerhin ein gewisses Interesse, wenn auch wegen Mangel an hinreichendem und passendem Materiale (zumal bei den in St. Petersburg angestellten Versuchen recht fühlbar), wie kräftig entwickelten Blatttrieben, mit frischen Wurzeln, nicht so zahlreiche Versuche angestellt werden konnten, wie es im Interesse der Sache wünschenswerth wäre.

Die weiter unten folgenden Erörterungen werden wir in einigen kleinen, den einzelnen Fragen gewidmeten Abschnitten getrennt aufführen.

I. Die Condensation von Wasserdämpfen aus der Atmosphäre.

Die eigenthümliche Structur der Wurzelhülle gab Grund zur Annahme, dass die Luftwurzeln den Wasserdampf benutzen können. Diese Vermuthung, welche zuerst von Schleiden ausgesprochen wurde, wurzelte schliesslich in der Special-Litteratur

*) Die Tafeln liegen dieser Nummer bei.

so fest ein, dass sie selbst in Lehrbüchern Platz fand, und bis jetzt noch Anhänger im Kreise der zahlreichen Forscher hat.*)

Haberlandt,**) indem er auf die Eigenschaft des Schwammgewebes der Wurzelhülle, leicht und schnell Regen- und Thauwasser aufzusaugen, hinweist, fährt dann fort:

„Diese zuerst von Duchatre, später von Schimper und Goebel betonte Function der Wurzelhülle schliesst aber die Richtigkeit der von früheren Forschern (Schleiden, Unger, Chatin, Leitgeb) vertretenen Ansicht nicht aus, wonach die Wurzelhülle in Folge ihrer schwammigen Textur im Stande ist, Wasserdampf und andere gasförmige Bestandtheile der atmosphärischen Luft (z. B. Ammoniak) zu condensiren, und auch auf diese Weise den Laubblättern Wasser und verschiedene Nährstoffe zuzuführen. Zu Gunsten dieser Auffassung spricht folgender von Unger ausgeführte Versuch: Ein fingerlanger Laubspross von *Spironema fragrans* mit vier ausgewachsenen und einem ganz jungen Blatt, sowie mit einigen Luftwurzeln wurde an ein mit Oelfarbe angestrichenes Aststück gebunden und im Gewächshaus aufgehängt. Im Laufe eines Jahres kamen vier neue Blätter und zahlreiche Luftwurzeln zur Entwicklung; das Gewicht des Sprosses stieg in dieser Zeit von 10.012 g auf 21.223 g; dieses mit einer so beträchtlichen Gewichtszunahme verbundene Wachstum setzt, wie Unger bemerkt, eine ausgiebige Absorption von Wasserdampf und Nährstoffen aus der Atmosphäre voraus. — Auch der anatomische Bau der Wurzelhülle spricht für ihr Condensationsvermögen. Die oft so überaus zarten und zahlreichen Faserverdickungen ihrer Zellwände wären nicht recht verständlich, wenn es sich blos um die mechanische Aussteifung eines Capillarapparates handeln würde. Wohl aber erfolgt durch sie eine sehr bedeutende Vergrösserung der condensirenden Oberfläche, welche in den später zu besprechenden Faserkörpern über den Durchlasszellen ihr Maximum erreicht.“

Aehnlich spricht sich Goebel aus:***)

„In der That, sagt er, ist nun auch zu erwarten, dass die poröse Luftwurzelhülle wie andere poröse Körper im Stande ist, Gase zu condensiren. Um dieses nachzuweisen, wurden Luftwurzeln von *Odontoglossum Barkeri* unter eine Glocke in einen abgeschlossenen Raum gebracht, welchem Ammoniak zugeführt wurde. — Mit dem Nesler'schen Reagens liess sich nachweisen, dass die Wurzeln Ammoniak absorbirt hatten. — Geringe Mengen von Ammoniak etc. mögen also auch im Freien von den Wurzeln absorbirt werden, aber diese Thätigkeit tritt ganz und gar zurück gegen die andere, Wasser in grösseren Mengen festzuhalten und der Pflanze zuzuführen.“

Indem also Goebel die Eigenschaft der Wurzelhülle, Wasser-

*) Warming, Kerner v. Marilaun, Sachs, Westermeyer, Griesebach, Sorauer, Reichenbach etc.

**) Physiol. Pflanzenanatomie. 2. Aufl. 1896. p. 200—202.

**) Pflanzenbiologische Schilderungen. Th. I. 1889. p. 188—190.

dampf und Gase zu condensiren, nicht bestreitet, spricht er jedoch derselben keine grosse Bedeutung im Leben der Epiphyten zu.

Schimper berücksichtigt in keiner seiner Arbeiten über die Epiphyten diese Frage, jedoch bemerkt er an einer Stelle*) beiläufig:

„Der Bau der Luftwurzeln epiphytischer *Orchideen* und der sich daran schliessenden *Araceen*, die Eigenschaften des Wasser aufsaugenden Velamen, der äusseren Endodermis, sind Dank, namentlich der ausgedehnten Untersuchungen Leitgeb's, so genau und allgemein bekannt, dass sie einer eingehenden Behandlung nicht mehr bedürfen.“

Dabei charakterisirt Leitgeb**) die Eigenschaft des Velamen folgendermaassen:

„Die Luftwurzeln spielen bei dem Ernährungsgeschäfte eine grosse Rolle. Ueber das „Wie“ ist noch immer die von Schleiden aufgestellte Ansicht die massgebende, dass sie nämlich durch ihre schwammige Wurzelhülle atmosphärische Dünste zu condensiren im Stande sind. — In dieser Eigenschaft, verschiedene in der Atmosphäre vorhandene Dünste und Gase zu condensiren, dürfte denn auch die Hauptwirksamkeit der Wurzelhülle gegeben sein, wogegen ich sie als Schutz gegen Austrocknung der unter ihr gelegenen Gewebe von geringer Wichtigkeit halte.“

Indem wir uns mit diesen Citaten begnügen, kommen wir jetzt zur Beschreibung der Versuche, auf Grund welcher obige Folgerungen gemacht waren. Soweit uns bekannt, haben nur Unger***) (1854), Duchatre†) (1856) und Leitgeb ††) (1864) Experimente angestellt.

Wir bringen hier die verschiedenen Versuche auf einer Tabelle der nächsten Seite vereint.

Wir würden diese Versuche, deren unexacte Methodik nur zu sehr in die Augen fällt, gar nicht erwähnt haben, wenn nicht grade sowohl die Anhänger wie auch die Gegner †††) der Theorie über die Condensation des Wasserdampfs durch die Luftwurzeln sich auf diese beriefen.

Experimente mit ganzen Pflanzen können natürlich keine Antwort auf obige Frage geben, da die Ausdünstung der Blätter und Zweige eine genaue Bestimmung der Menge des condensirten Wasserdampfes verhindert. Ebenfalls sind die Versuche Duchatre's mit abgeschnittenen Wurzeln sehr zweifelhaft, da an den Wurzeln stets ein Stengelstück verblieb, welches ohne Zweifel auch Wasser verdunstet. Daher ist es sehr erklärlich, weshalb Haberlandt die negativen Versuche und die dadurch

*) Epiphytische Vegetation Americas. Jena 1888. p. 46.

**) Denkschriften der K. K. Akad. der Wissensch. zu Wien. Bd. XXIV. 1865. p. 214—216.

***) Unger, Physiologie der Gewächse. 1855. p. 307.

†) Journal de la Soc. Imp. d'Hortic. Bd. XII. 1856.

††) Sitzungsab. d. K. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Math. Cl. Bd. XII. 1864 und Bd. XLIX. 1864.

†††) Wir nennen hier noch Pfeffer (Physiol. 2. Aufl. Bd. I. p. 143) und Goebel (Pflanzenbiolog. Schild. Th. I. p. 189) u. a. m.

	Versuchspflanzen	Versuchsstellung	Dauer der Versuche	Zu- u. Abnahme d. Gewichts gr	Schick-al der Pflanzen
Unger	<i>Anthurium violaceum</i> Aracee	Die Luftwurzeln unter der Glocke, Blätter frei ins Gewächshaus.	294	-2.65	Abgestorben
	<i>Epidendrum elongatum</i> Orchidee	Im Gewächshause ohne Begiessung.	90	-2.72	Abgestorben
	" "	Abgeschnittene Luftwurzeln unter Glocke.	1	+ $\frac{2}{9}$ d. Gew.	Grüngeworden
	<i>Spirocnema fragrans</i> Commelinacee	Im Gewächshaus ohne Begiessung.	365	+11.21	Im guten Zustande
Duchatre	<i>Dendrobium moschatum</i> Orchidee	Wie vorige.	20	-2.65	} Ohne Wurzel
	" "	Abgeschnittener Spross mit Luftwurzeln u. Glocke.	20	-1.10	
	<i>Epidendrum elongatum</i>	Ganze Pflanze im Gewächshaus ohne Begiessung.	10	-0.90	
	<i>Oncidium ampliatum</i>	"	10	-10.0	
	" <i>Lanceanum</i>	"	45	-15.0	
	<i>Ornithidium densiflorum</i>	"	7	-2.0	
	<i>Spirocnema fragrans</i> Commelinacee	"	30	-5.0	
	" "	"	7	-9.6	
	<i>Epidendrum elongatum</i>	Abgeschnittener Spross mit Luftwurzeln n. d. Glocke.	10	-0.95	
Leitgeb	<i>Hartwegia comosa</i> [- <i>Chlorophytum Sternbergianum</i>] Liliacee	Unter der Glocke.	40	-10.0	Abgestorben
	" "	"	28	-15.5	"
	" "	Im Gewächshaus ohne Begiessung.	26	-3.3	"
	" "	"	137	-14.0	Nicht abgestorben

hervorgerufenen Folgerungen von Duchatre ganz ignorirt. Auf der andern Seite sind wieder beide positive Resultate Unger's sehr zweifelhaft; wir sind fest überzeugt, dass die Wurzelstücke von *Epidendrum elongatum* Wasser erhielten von den in die Glocke niederfallenden Wassertropfen, und dass *Spirocnema fragrans* ohne Wissen des Experimentators von Gärtnern begossen wurde. Als Endresultate verblieben so nur negative Versuche, welche den Tod der Pflanzen zur Folge hatten. Trotzdem giebt Leitgeb diesen Versuchen aus folgenden Erwägungen eine gewisse Bedeutung:

„Wenn die Stoffaufnahme auch nicht so gross ist, um eine Neubildung zu veranlassen, so wird doch die Thätigkeit der Wurzeln wenigstens das bewirken, dass das Leben der Pflanze

durch längere Zeit in soweit erhalten bleibt, dass diese, wenn sie dann unter andere ihrer Ernährung günstigere Verhältnisse kommt, noch Kraft genug besitzt, um sich weiter entwickeln zu können.“

Es ist jedoch die Widerstandsfähigkeit der Epiphyten durch eine Reihe von Untersuchungen und Beobachtungen constatirt, und auch sehr erklärlich bei der xerophilen Organisation jener Pflanzen, weshalb eine solche Voraussetzung Leitgeb's betreffs der Condensation von Wasser (Dampf) durch die Luftwurzeln hin-fällig wird.

Schleiden, Chatin, Unger, Leitgeb, Haberlandt, Warming und z. Th. auch Goebel messen der Porosität des Velamen eine grosse Bedeutung zu. Dann ist uns aber die Berufung auf Versuche mit *Spironema fragrans* und *Hartwegia comosa* (syn. *Chlorophytum Sternbergianum*) unerklärlich, da deren Wurzeln gar keine poröse Hülle besitzen. Haberlandt kommt in beiden Auflagen seiner Anatomie auf obige Versuche zurück, indem er über die Porosität und das Anpassungsvermögen des Velamen im Sinne einer Vergrösserung der Oberfläche der condensirenden Wurzel durch Verdickung seiner Wände spricht.

Schliesslich bemerken wir noch, dass, wenn die erwähnten Versuche an *Orchideen* positive Resultate ergeben hätten, sie trotzdem nicht die Fähigkeit der Wurzelhülle, Wasserdampf durch ihre Porosität anzuziehen und zu condensiren, bewiesen hätten, weil die Versuche bei schwankender Temperatur stattfanden, wodurch das Erscheinen sich bildenden Thaus bewirkt wurde.

Bei unseren Versuchen benutzten wir ausschliesslich frisch abgeschnittene *Orchideen*-Wurzeln, deren Schnittflächen zur Verhütung der Ausdünstung mit Paraffin verklebt wurden. Eine feuchte, dampfgesättigte Atmosphäre wurde unter einer mit Papier umhüllten Glocke erzeugt.

Um eine Berührung des Velamen mit den feuchten Wänden des Apparats zu verhüten, wurden die Würzelehen auf besondere sehr weitmaschige Faden-Netzchen gelegt, wobei die Netzrahmen unter der Glasglocke auf grossen, trocknen Korken über dem Wasserspiegel ruhten.

In allen Fällen wurden etwas trocken gewordene Wurzeln bevorzugt, da von feuchten Wurzelhüllen kaum ein Aufsaugen von Dampf erwartet werden kann.

Natürlich geschahen alle Versuche im Thermostaten bei einer stets gleichbleibenden Temperatur (24° C).

Wir begannen unsere Versuche in der festen Ueberzeugung, eine Bestätigung der Theorie über die Condensation des Dampfes durch das poröse Velamen zu erhalten. Jedoch die negativen Resultate bewogen uns, die Frage aufzuwerfen, inwiefern Schleiden und mit ihm Andere Recht hatten, das Velamen mit solchen andern porösen Körpern zu vergleichen, welche nur dann Wasserdämpfe condensiren, wenn sie nicht mit Wasser gesättigt sind? Die wirkliche Menge condensirten Dampfes nimmt schnell in dem Masse ab, in welchem der poröse Körper sich sättigt.

Beifolgende Tabelle zeigt die Resultate unserer Versuche.

Luftzellen von:	Zahl der Versuchs- Velamen- schichten	Zahl der Tage	Zahl der Wägungen	+ — des Gewichtes gr	Täglicher Verlust gr
<i>Vanda Kimballiana</i>	3—4	4	5	—0.028	—0.007
—	3—4	8	7	—0.036	—0.005
—	3—4	6	7	—0.031	—0.005
<i>Laelia anceps</i>	5	4	5	—0.036	—0.009
<i>Cattleya Mossiae</i>	8	6	7	—0.014	—0.002
— spec.	8	4	5	0.000	0.000
<i>Oncidium incurvum</i>	6	6	7	+0.005	+0.0008
<i>Ansellia africana</i>	8	4	5	—0.125	—0.031
<i>Maxillaria porrecta</i>	7 ?	4	5	—0.008	—0.002
<i>Vanda tricolor</i>	2	4	5	—0.110	—0.027
<i>Coelogyne speciosa</i>	5—6	4	5	0.000	0.000
<i>Sobralia macrantha</i>	3	5	6	—0.069	—0.012
—	3	4	5	—0.026	—0.006
—	3	3	4	—0.048	—0.016
—	3	1	2	—0.011	—0.011
<i>Vanilla planifolia</i>	1	4	5	—0.018	—0.004

Das Velamen befindet sich nun unter solchen Verhältnissen, wo es beständig eine innere Feuchtigkeitsquelle zur Verfügung hat, da es ein saftiges an Wasser reiches Wurzelparenchym umhüllt, mit dem es mittels Durchlasszellen communicirt.

Es scheint sehr wahrscheinlich, dass die Velamenwände stets mehr oder weniger mit Wasser durchtränkt sind, und ihr luftenthaltendes Volumen eine an Wasserdämpfen reiche Atmosphäre selbst an den trockensten und heissesten Tagen enthält.

Die oben genannten Autoren haben scheinbar ganz übersehen, dass an regenlosen Tagen die Wurzeln ziemliche Mengen Wasser verdunsten, und daher statt da, wo man eine Condensation atmosphärischer Dämpfe erwarten sollte, man einen Dampfstrom aus dem Wurzelparenchym durch das Velamen in die Atmosphäre beobachten kann, also grade das Gegentheil von dem, was man theoretisch voraussetzen müsste.

Es ist ja möglich, dass das Velamen einen Theil dieses Dampfes condensirt, doch kann diese Erscheinung von keiner Bedeutung sein, da ja die Wurzeln recht beträchtliche Mengen Wasser verdunsten, wie auch schon Goebel nachwies, und auch aus obiger Tabelle deutlich hervorgeht.

Wenn man das Velamen von Parenchym abtrennt, so condensirt es in feuchter Luft unstreitbar Wasserdampf.

Wir machten solche Versuche mit dem Velamen von *Oncidium* und beobachteten eine Gewichtszunahme im Verlauf von zwei Stunden von 0,041 g bis auf 0,047 g und nach 18 Stunden bis zu 0,066 g.

Die letzte Maximalgewichtszunahme des Velamen von 61% ist trotzdem eine höchst unbedeutende gegenüber der Thatsache, dass dasselbe Velamenstückchen beim Untertauchen in's Wasser sein Gewicht bis auf 1551% vergrößert.

Hiermit verlassen wir diese Frage, indem wir glauben, dass die oben mitgetheilten Bemerkungen hinreichend sind, sich davon zu überzeugen, dass die bisherige Ansicht über die Fähigkeiten

der Luftwurzeln, mittels ihres porösen Velamens Wasserdampf aus der Atmosphäre zu condensiren, unrichtig ist.

II. Ueber die Ausnutzung des Thaus.

Es ist bekannt, dass die Epiphyten und besonders die *Orchideen* vornehmlich im feuchten Klimate leben, in mit Wasserdampf gesättigter Atmosphäre, welche beim Sinken der Temperatur sich oft bis zur reichen Thau- und Nebelbildung verdichtet. Daher ist es leicht verständlich, dass alle Autoren bei der Beurtheilung der Frage über die Ernährung der *Orchideen* auch stets auf den Thau als eine beständige Feuchtigkeitsquelle für die Epiphyten hinweisen.

Ueber die Thaubenutzung sprechen Duchatre, Goebel, Schimper, abgesehen von den früher schon oben erwähnten Forschern.

Ebenso jedoch, wie in den vorhergehenden Fällen, stossen wir auch hier wieder auf eine nicht hinreichend klare Formulirung der Frage. Warming*) behauptet, dass „die Epiphyten gewiss das nothwendige Wasser mehr aus dem Thau und Nebel als aus dem Regen entnehmen“ (p. 102). Schimper**) sagt „sämmliche epiphytischen *Orchideen* und viele *Araceen* sind mit Wurzeln versehen, deren Bau ein möglichst schnelles Aufsaugen des Regen- und Thauwassers gestattet, und zwar auch an frei an der Oberfläche der Rinde kriechenden Wurzeltheilen“ (p. 46). Bei Goebel***) schliesslich lesen wir „man braucht nur einmal in der Bergregion eines Tropenwaldes eine Morgenexcursion gemacht zu haben, um zu wissen, wie nass der Wald auch nach einer regenlosen Nacht ist, und dass die Luftwurzelhülle den *Orchideen* eben ermöglicht, von dem Thau und ebenso vom Regen eine grössere Menge aufzunehmen.

Die ungenügende Präcisität dieser und ähnlicher Bemerkungen rührt nach unserer Meinung daher, dass wir nicht wissen, auf welche Weise die Wurzeln das Thauwasser aufnehmen. Einmal kann dasselbe den Wurzeln in Form von Tropfen, welche von andern Gegenständen, auf welchen sich leicht Thau bildet, herabtröpfelt, zugeführt werden (wie Blätter, Stamm etc.), oder auch es bildet sich Thau direct (beim Sinken der Temperatur) auf der Oberfläche der Wurzeln, oder im Innern der porösen Velamenzellen. Für die in den Gipfeln und Zweigen von Bäumen wachsenden lichtliebenden *Orchideen* ist natürlich die letztere Art der Thaubenutzung die wünschenswerthere, wie auch für alle solche *Orchideen*-Arten, welche ein zahlreiches und stark entwickeltes, frei in die Luft ragendes Wurzelsystem besitzen.

Es ist einleuchtend, dass bei einer solchen Begrenzung der Erscheinung eine neue Frage auftritt: Sind die Epiphyten eingerichtet zur Bildung von Thau auf der Oberfläche oder im

*) Lehrbuch der öcologischen Pflanzengeographie. 1896. p. 31—32 und 102.

**) Epiphytische Vegetation Amerikas. Jena 1888. p. 46.

***) Pflanzengeogr. Schilder. Th. I. p. 189.

Innern der porösen Zellen ihres Velamen? Bis jetzt giebt es noch keinen experimentellen Beweis für diese Frage, und deshalb entschlossen wir uns zu zwei Reihen von Versuchen, über die wir weiter unten berichten werden.

Die Versuchs-Methode der ersten Reihe unterschied sich wenig von der im ersten Abschnitt beschriebenen, nur dass die Apparate einer Schwankung der Temperatur zwischen 16 bis 22° C unterlagen, wodurch ein Niederschlag von Thautropfen auf die mit Filtrir-Papier nicht bedeckten Theile der Glocke hervorgerufen wurde.

Die erhaltenen Resultate sind ohne Weiteres aus der Tabelle leicht zu ersehen.

Luftwurzeln von:	Zahl der Velamen-schichten	Zahl der Versuchs-dauer in Tagen	Zahl der Wäg-ungen	+ — des Gewichtes	Täglicher Verlust oder Zunahme
<i>Bifrenaria Harrisoniae</i>	7	2	3	-0.040	-0.020
" "	7	4	5	-0.027	-0.007
<i>Acampe papillosa</i>	4	14	7	-0.202	-0.014
" "	4	14	7	-0.381	-0.027
<i>Vanda Roxburghii</i>	2	14	7	-0.450	-0.032
" "	2	2	3	-0.078	-0.039
" <i>tricolor</i>	2	2	3	-0.118	-0.059
" <i>Amesiana</i>	—	7	5	-0.005	-0.0008
" <i>Kimballiana</i>	3—4	7	5	+0.128 ?	+0.004 ?
" <i>Bensonii</i>	—	7	5	+0.003	+0.0004
" <i>coerulea</i>	—	7	5	-0.050	-0.017
<i>Angraecum ebureum</i>	2—3	14	7	-0.128	-0.009
" "		2	3	-0.049	-0.025
<i>Aerides Sanderianum</i>	3?	2	3	-0.118	-0.059
<i>Cattleya labiata</i>	8	7	5	-0.010	-0.001
<i>Laelia anceps</i>	5	4	3	+0.003	+0.0007
" "	5	2	2	-0.010	-0.005
<i>Saccolabium bellinum</i>	3?	7	5	-0.007	-0.001
<i>Sobralia macrantha</i>	3	7	5	-0.060	-0.009
" "	3	7	5	-0.042	-0.006
" "	3	5	4	-0.052	-0.010

Die erhaltenen Resultate befriedigten uns nicht ganz, weil die Art der Versuche wenig den Erscheinungen, wie man sie in der Natur beobachten kann, entspricht.

Goebel*) sagt über die Thaubildung in den Bergregionen: „Die Thaubildung erklärt sich dadurch, dass die aus warmen Niederungen aufsteigende, mit Wasserdampf geschwängerte Luft in der Bergregion sich beträchtlich abkühlt.“

Mit Hülfe eines recht einfachen Apparats gelang es uns, ebensolche charakteristische Erscheinungen künstlich hervorzurufen, nur mit dem Unterschiede, dass die Thaubildung bei unsern Versuchs-Methoden sehr wahrscheinlich in viel stärkerem Masse auftrat, als wie man sie in der Wirklichkeit beobachten kann. Doch gestattete dieses uns, die Anpassung der Luftwurzeln unter viel günstigeren Bedingungen zu erproben.

Dieser genannte Apparat zur Erzeugung von Thau und Nebel bestand aus einem flaschenförmigen Cylinder ohne Boden,

*) *ibid.*, p. 189.

der oben mittels einer Röhre mit einem Kolben verbunden war. Die Wurzeln wurden zuerst gewogen und dann mittels Haken und Fäden im Innern des Cylinders befestigt. Sofort wurde ein ununterbrochener, den ganzen Cylinder umspielender Strahl kalten Wassers aus der Wasserleitung auf den Apparat gelassen, wodurch im Verlaufe von $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute eine Condensirung des Wasserdampfs im Innern des Cylinders bis zur völligen Sättigung bewirkt wurde. Wenn dann nach Verlauf von 10—15 Minuten die Temperatur im Innern des Cylinders eine constante ($8-10^{\circ}$ C) wurde, öffnete man den Krahm der Verbindungsröhre zum Kolben, der bis zum Siedepunkt erhitztes Wasser enthielt, wodurch dann in den Apparat heisse Wasserdämpfe gelangten, welche sich sofort verdichteten, Nebel bildeten und in grossen Tropfen sich auf die Innenwände des Apparats niederschlugen, wie auch auf das Thermometer, die Haken und die zum Aufhängen der Wurzeln bestimmten Fäden. Die Wurzeln aber wurden durch einen Schirm von dickem Filtrirpapier vor herabfallenden Wassertropfen geschützt.

Das Hereinlassen des Wasserdampfs geschah mit Unterbrechungen, während welcher jedesmal wieder eine neue Abkühlung des Apparates bis zur gleichbleibenden Temperatur von $8-10^{\circ}$ C stattfand, mehrere Male hintereinander im Verlaufe eines jedes Versuches, welcher gewöhnlich von 20 Minuten bis $2\frac{1}{2}$ Stunden andauerte. Die Höhe der Temperatur wechselte hierbei mehrere Male von $8-35^{\circ}$ C, und an der Innenwand des Cylinders bildeten sich aus den heissen Wasserdämpfen öfters ganze Wasserströme. Ausserdem konnte man stets eine um die im Innern des Cylinders schwebenden Wurzeln circulirende Nebel-Atmosphäre beobachten, jedoch war niemals das geringste Anzeichen eines Thau Niederschlags oder eines Aufsaugens kleiner Nebel- oder Dampftropfen durch letztere zu constatiren, obwohl man doch recht wohl ein Grünwerden der Wurzel im Falle einer Wasseraufnahme erwarten konnte.

Nur auf den paraffinirten Wurzelenden waren stets deutlich kleine Thautropfen zu sehen.

Die Wägungen ergaben folgende Resultate:

Luftwurzeln von:	Zahl der Velamen-schichten	Versuchsdauer in Minuten	Zunahme des Gewichts	% d. condensirten Wasser zum Wurzelgewicht
<i>Laelia anceps</i>	5	20	0.002	0.44
" "	"	25	0.001	0.29
" "	"	32	0.015	3.58
" "	"	50	0.0025	0.59
" "	"	50	0.002	0.44
" "	"	66	0.006	1.31
<i>Vanda Kimballiana</i>	3—4	30	0.005	0.28
" "	"	97	0.008	0.45
" "	"	100	0.018	0.63
<i>Cattleya Mossiae</i>	8	82	0.005	1.99
<i>Sobralia macrantha</i>	3	40	0.000	0.00
" "	"	52	0.001	0.04
" "	"	65	0.007	0.34
" "	"	70	0.006	0.44

Das condensirte Wasser verdunstete während der Wägungen im Verlaufe von 2 bis 10 Minuten.

Fig. 1.

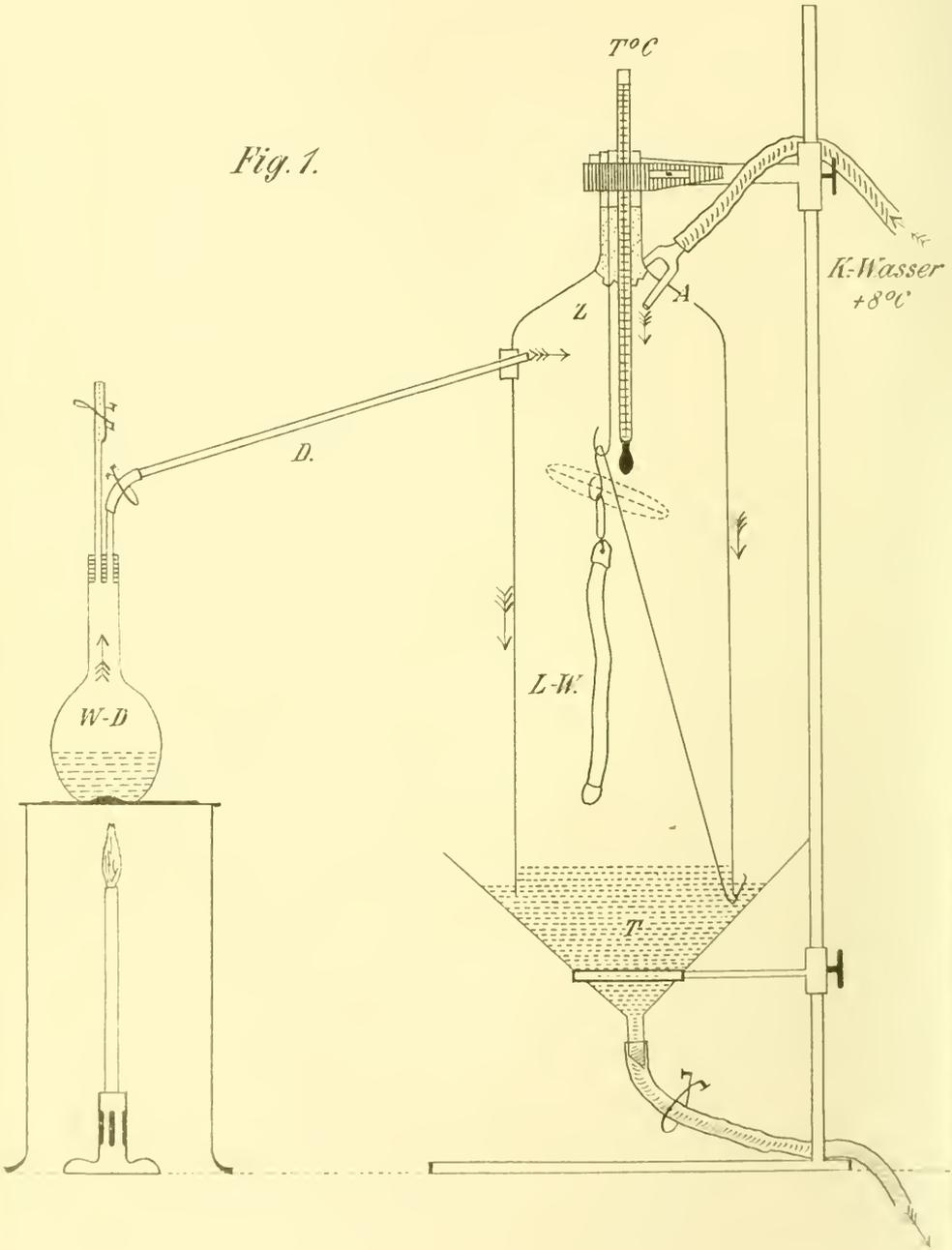


Fig. 3.

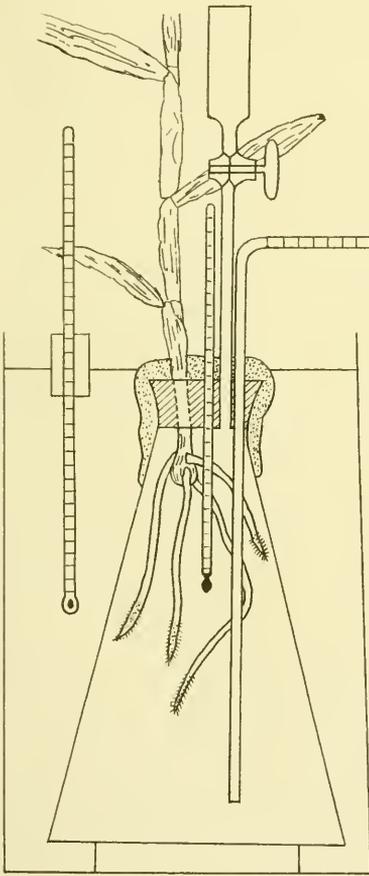
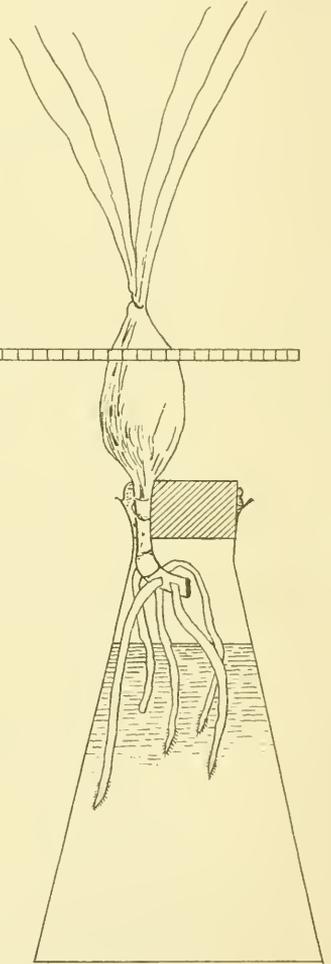


Fig. 2.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [80](#)

Autor(en)/Author(s): Nabokich Alexander

Artikel/Article: [Ueber die Functionen der Luftwurzeln. 331-340](#)