Die Bedeutung der Wasser absondernden Organe für die Pflanzen.

Von

Wladimir Lepeschkin.

Einleitung.

Die Erscheinung der Ausscheidung von Wasser in flüssiger Form bei den Pflanzen wurde schon von Muntingh (1672)[1]) beobachtet, aber erst nach den Arbeiten von Schmidt[2]) (1831), Meyer (1838)[3]) und Gärtner (1842)[4]) von den Botanikern allgemein anerkannt und seitdem als eine physiologische Verrichtung des pflanzlichen Organismus untersucht. Das Interesse der späteren Forscher richtete sich hauptsächlich auf den anatomischen Bau der Wasser ausscheidenden Organe und auf die Art und Weise des Vorganges, der sich dabei als eine äusserst verbreitete Erscheinung in der Pflanzenwelt erwies.

Obgleich die Thatsache, dass die Wassersecretion auch bei Abwesenheit der besonders construirten Organe erfolgen kann, von mehreren Forschern nachgewiesen wurde,[5]) wurde die biologische Bedeutung derselben für die Pflanzen, bei denen sie zur Ausbildung kommen, in allen bisher erschienenen Arbeiten entweder gar nicht in Betracht gezogen oder als etwas Offenbares angenommen.

Zuerst hat meines Wissens Schmidt,[6]) nachdem er seine eingehenden Untersuchungen über die Secretion bei Arum Colocasia beschrieben hatte, eine Vermuthung über den Nutzen, den das Vermögen, Wasser auszuscheiden, haben könnte, ausgesprochen. Das ausgeschiedene Produkt könne nur ein Auswurfstoff sein, und der ganze Process zur Bildung dieser Flüssigkeit weise eine grosse Analogie mit dem Assimilationsprocesse des thierischen Organismus auf. Wie hier, würden auch dort alle brauchbaren Stoffe aufgesaugt und die Reste durch Oeffnungen an der Blattspitze ausgestossen (pag. 73, 74).

---

1) Muntingh, Waare Oeffening der Planten 1672.

2) Schmidt, Beobacht. üb. d. Ausscheidg. u. s. w. Linnaea 1831 pag. 65.

3) Meyer, Neues System der Pflanzenphysiologie 1838 pag. 508.

4) Gärtner, Flora 1842a Bd. I.

5) De la Rue (Refer. Bot. Zeit. 1866 pag. 322), Langer (Oesterr. bot. Zeit. XXIX 1879 pag. 79), Nestler (Nova acta d. Kaiserl. Leop. Carol. Akad. d. Naturforsch. 13d LXIV Nr. 3 1894 pag. 145 u. a.) u. A.

6) Schmidt, l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0046-9

Gärtner[1]) dagegen meinte, das Bedürfniss des Tropfens der Blätter von Calla sei nur einem Ueberschuss an wässerigen Nahrungsstoffen zuzuschreiben. Es sei unzweifelhaft, dass diese wässerige Absonderung der Blätter als ein Mittel anzusehen sei, dessen sich die Natur bedient, um bei verstärktem Wachsthumstrieb und vorhandenem Reichthum an wässerigen Nahrungsstoffen sich des dem Wachsthum schädlichen Ueberflusses durch die Gefässendigungen zu entledigen und bei vermindertem Reichthum wieder einzusaugen; es geschieht dies nicht durch Zerreissung, sondern durch eine normale Einrichtung, was also nicht mit einer Krankheit, sondern mit dem gesunden Zustand der Pflanze zu vereinen sei.

Duchartre,[2]) der sich mit der Ausscheidung flüssigen Wassers bei Colocasia beschäftigte, äussert sich in ähnlichem Sinne: Die Transpiration und Excretion stehen nach seiner Meinung im umgekehrten Verhältniss zu einander und sind nur der verschiedene Ausdruck desselben physiologischen Vorgangs, durch den die Pflanzen von überschüssigem Wasser befreit werden (pag. 257). Dasselbe sprach auch Unger[3]) aus, indem er sich auf eine Bemerkung beschränkte, dass die Excretion bei den Pflanzen theilweise die Verdunstung vertreten könnte.

20 Jahre später befasste sich Moll[4]) mit der Prüfung der Fähigkeit von Blättern, das Wasser beim Einpressen in die Blattstiele durchzulassen und, nachdem von ihm die Injection der Intercellularräume bei denjenigen Blättern, die Wasser gar nicht oder nur spärlich auszuscheiden vermochten, constatirt worden war, sprach er die Vermuthung aus, dass die Emmissarien Schutzmittel gegen die Injection sein könnten. Er meinte gleichzeitig, dass diese nur dadurch schädlich sei, dass der Gaswechsel hierbei gehindert würde (pag. 303). Er legte aber selbst keinen grossen Werth auf die Resultate seiner Versuche in dieser Richtung (pag. 314), weshalb die Frage über den Nutzen der Emissarien für die Pflanzen von ihm also offen gelassen wurde.

Bald darauf tauchte bei Gardiner[5]) die alte Ansicht Schmidt's wieder auf; der Verfasser vergleicht die Wasser ausscheidenden Organe

---

1) Gärtner, l. c. pag. 121.

2) Duchartre, Annales des Sciences naturelles IV s. 1859 Bd. 12.

3) Unger, Beiträge zur Physiologie der Pflanzen, Sitz.-Ber. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. zu Wien 1858 pag. 131.

4) Moll, Untersuch. über Tropfenausscheidung und Injection bei Blättern. 1880.

5) W. Gardiner, On the Physiolog. Extr. from the Proceed. of Cambridge Philos. Soc. Vol. V Pt. 1. Refer. Botanische Zeitung 1884 pag. 495.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0047-5

mit den Harnorganen der Thiere, gibt aber im Uebrigen zu, dass solche kalkausscheidende Wasserspalten, wie sie bei Saxifragen vorkommen, auch die Bestimmung haben könnten, als Schutz- und Verstärkungsmittel der Epidermis zu dienen, weil sie sich besonders bei jenen Arten finden, die darauf angewiesen sind, in Felsenritzen und -spalten zu vegetiren, während die Sumpfformen nichts Derartiges aufweisen.

Betrachtet man aber näher die zarten und spröden Kalkschüppchen, die durch Verdunstung der ausgeschiedenen Flüssigkeiten entstehen, so überzeugt man sich davon, dass der brüchige Kalkanflug als ein Verstärkungsmittel im Leben der Pflanze keine Rolle spielen kann.

Auf Grund von früheren Arbeiten und eigener Versuche fasst Haberlandt[1]) seine Ansichten über die mögliche Bedeutung der Wasser absondernden Organe für die Pflanzen dahin zusammen: „Die Hydathoden verhüten bei beträchtlicher Steigerung des Wurzel- und überhaupt des Blutungsdruckes die drohende Injection der Durchlüftungsräume mit Wasser, welche zwar nicht direct schädlich zu sein scheint, die aber wegen Behinderung des Assimilationsgaswechsels die Ernährungsthätigkeit der Blätter herabsetzen würde. Die Hydathoden ermöglichen ferner, dass auch bei aufgehobener Transpiration eine ausgiebige Wasserströmung durch die Pflanze stattfinden kann, durch welche mineralische Nährstoffe mitgerissen werden, die in den Blättern zurückbleiben. Alles dies gilt hauptsächlich für noch jüngere Laubblätter, an denen die Hydathoden am reichlichsten secerniren."

Während nun Haberlandt selbst grösseres Gewicht auf die Verhinderung der Infiltration der Intercellularräume zu legen scheint (z. B. bei Besprechung der Bedeutung der Hydathoden von Lathraea)[2]), sind Stahl[3]) und Goebel[4]) dagegen mehr geneigt, den Nutzen der Wasser secernirenden Organe in dem durch sie erzeugten Wasserstrom, der den Transpirationsstrom zu ersetzen vermag, zu suchen.

Was aber die Richtigkeit all dieser Voraussetzungen anbelangt, so könnten sie selbstverständlich nur auf experimentellem Wege erwiesen werden, der beim Entscheiden der Frage nur wenig beschritten worden ist. Die Behauptung, dass die Injection der Durchlüftungsräume in Wirklichkeit so drohend sein könnte, wie es Haber-

1) Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie 1896 pag. 424.

2) Jahrbücher für wissensch. Botanik 1897 Bd. XXX pag. 518.

3) Stahl, Ueber Pflanzenschlaf und verwandte Erscheinungen, Bot. Zeitg. 1897 I. Abth. pag. 88.

4) Goebel, Ueber die biolog. Bedeutung der Blatthöhlen bei Tozzia und Lathraea, Flora 1897 Bd. 83 Heft 3 pag. 452.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0048-1

landt schien und also als unvermeidliche Folge der Abwesenheit der Hydathoden oder des Ausbleibens der Wasserausscheidung aus den vorhandenen Hydathoden und der verhinderten Transpiration erscheinen müsste, ist nur auf eine sehr spärliche Anzahl der Thatsachen begründet.

Obwohl die Versuche von Moll und später auf analoge Weise angestellte Versuche von Spanjer[1]) die Möglichkeit der Injection von Intercellularräumen des Blattmesophylls vieler Baumpflanzen bei Abwesenheit oder Spärlichkeit der Wasserabsonderung bewiesen haben (wobei das Wasser in die abgeschnittenen Zweige eingepresst wurde), so dürften sie die Vorgänge in den unverletzten Pflanzen nicht richtig darstellen, weil die Zweige in anormale Bedingungen versetzt wurden; der Druck, der bei Versuchen der genannten Verfasser zur Anwendung kam (meistens gegen 20 cm Qu.-Säule) kann kaum den normalen Druckverhältnissen in den Blättern der Baumpflanzen entsprechen. Bekanntlich nimmt der Blutungsdruck mit der Baumhöhe ab[2]) und wenn auch keine directen Beobachtungen über den Druck in dünnen Zweigen und Blattstielen vorliegen, so könnte man sich eine ungefähre Vorstellung davon machen, wenn man bekannte Thatsachen zusammenstellt.

Nach Wieler z. B.[3]) beträgt der Maximaldruck in dicht über den Boden abgeschnittenen Stämmen von Acer platanoides, dessen Blätter nach Moll beim Einpressen von Wasser erst unter einem Druck von 230 mm (l. c. pag. 256) eine gleichmässige Injection erfuhren, 169 und 313 mm und dies nur kurze Zeit lang im Winter.

Auf einer Höhe von 1 m über dem Boden kann demgemäss der Maximaldruck nur 70 resp. 210 mm betragen (im beblätterten Baum noch weniger), der bereits geringer, als der in Versuchen von Moll angewendete wäre. Die Bedingungen der Maximalblutungsspannung können aber selten in Erscheinung treten und nur kurze Zeit dauern. Deshalb würde ein so hoher Druck, wenn er vorkäme, in den Blättern kaum merklich (der Druck pflanzt sich nur sehr langsam nach oben fort). In der That habe ich niemals selbst Injection bei Blättern, die nach Moll sich sehr leicht injiciren lassen (z. B. Camelia) an den unverletzten Pflanzen trotz der möglichst behinderten Transpiration beobachten können. Moll gibt übrigens selbst zu, dass

1) Spanjer, Botanische Zeitung 1898 pag. 38.

2) Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1897 pag. 242.

3) Wieler, Das Bluten der Pflanzen. Beitr. z. Biologie d. Pfl., hrsg. von Cohn 1893 pag. 122 u. 198.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0049-9

die Injection in gewissen Fällen unterbleiben könne, wenn in der Pflanze der Blutungsdruck fehle.

Später wurde die Infiltration der Intercellularräume des Mesophylls der Blätter beim Einpressen von Wasser auch von einigen anderen Autoren wiederholt beobachtet. So hat Haberlandt[1]) nach 24stündigem Einpressen von 3proc. Kupfervitriollösung (18 cm Qu.-Dr.) in die Blätter von Phaseolus multiflorus eine deutliche Injection des Mesophylls längs der Blattnerven wahrgenommen. Dieselbe erfolgte auch beim Bepinseln der Blätter von Phaseolus multiflorus und Anamirta Cocculus (Druck 40 cm) mit alkoholischer Sublimatlösung und bei der Filtration des 5proc. Kupfervitriols (12 cm Druck) durch die Blätter von Fuchsia[2]), die indes infolge solcher Behandlung nach 24 Stunden zu Grunde gingen. Auch Nestler hat auf demselben Wege die Injection der Blätter bei Bryophyllum calycinum beobachten können.[3])

Es ist aber selbstverständlich, dass auf solche Weise erzeugte Bedingungen die Füllung der Durchlüftungsräume mit Wasser durch die Abtödtung und Plasmolyse der Mesophyllzellen hervorgerufen haben und für gesunde Pflanzen gar nicht gelten können.

Bei allen beschriebenen Versuchen kam ausschliesslich das Einpressen von Wasser mit Quecksilbersäule in die abgeschnittenen Zweige und Blätter zur Anwendung; die Injection des Mesophylls wurde aber von Haberlandt in einem Falle auch als durch den Blutungsdruck verursacht, beschrieben. Der Verfasser[4]), welcher die Möglichkeit hatte, tropische Pflanzen an Ort und Stelle zu untersuchen, stellte fest, dass die mit 0,1proc. alkoholischer Sublimatlösung bepinselten Blätter von Conocephalus ovatus, die epidermale Hydathoden besitzen, eine weitgehende Injection erfuhren, welche im Laufe des Vormittags allmählich schwand, in der Nacht aber wieder zum Vorschein kam. Die Injection erfolgte aber nicht mehr, sobald das Wasser durch die neugebildeten Organe ausgeschieden werden konnte. Diese Thatsache scheint hauptsächlich der Meinung Haberlandt's über die Unvermeidlichkeit der Injection beim Ausbleiben der Wasserausscheidung den Ausschlag gegeben zu haben und doch wegen der Verwendung des Giftes nicht ganz einwandsfrei zu sein. Dass das

---

1) Haberlandt, Jahrbuch für wissensch. Botanik 1897 pag. 511.

2) Haberlandt, Anat. phys. Unters. u. s. w. Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1897 pag. 86.

3) Nestler, Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wissensch. zu Wien 1896 pag. 524.

4) Haberlandt, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1895 pag. 63 – 66. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1894 pag. 367

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0050-0

Bepinseln mit alkoholischer Sublimatlösung für die Pflanze nicht so harmlos ist, habe ich vielmals beobachten können. Die mit dieser Lösung bepinselten Blattstellen von Impatiens, Iris u. a. erleiden stets in feuchtem Raum nach Verlauf von einigen Stunden eine partielle Injection, trotzdem das Wasser aus den Spalten wie gewöhnlich ausgeschieden wird, welcher Umstand dafür spricht, dass die Injection nicht infolge der Abwesenheit der Secretion entsteht. Die auf solche Weise hervorgerufene Injection verschwindet auch wie im Versuche von Haberlandt in trockener Luft und kommt in feuchtem Raum wieder.

Die Infiltration der Lufträume, die Stahl[1]) bei Trifolium hirsutum und Max von Minden[2]) bei Iridaceen beobachteten, könnte man mit der Abwesenheit der Ausscheidungsorgane nicht deuten, weil solche Injection, wie meine Beobachtungen ergaben, nur an den durch Pilze oder mechanische Eingriffe verletzten Stellen stattfindet, also auch dem Tode der Zellen zuzuschreiben ist. Stahl's Beobachtung könnte schon deshalb keine Bedeutung beigelegt werden, weil die Injection nur an jungen Blättern von ihm gesehen wurde, während sie, wie es schon Moll's Versuche festgestellt haben, immerhin an älteren Blättern früher, als an den jüngeren, manchmal sogar bloss an den ersteren allein zu Stande kommt.

Es fehlten also directe Beweise für die drohende Gefahr der Infiltration der Durchlüftungsräume beim Ausbleiben der Secretion und meine Aufgabe war es zuerst, auf irgend eine Weise bei secretionsfähigen Pflanzen die Möglichkeit, Wasser auszuscheiden zu verhindern, um das Verhalten derselben nach solcher Behandlung zu prüfen und die Gefahr der Injection genauer abzuschätzen.

Die Versuchsanordnung.

Zu meinen Versuchen waren alle gut secernirenden Pflanzenarten brauchbar, von denen ich Impatiens, Alchemilla, Potentilla, Tropaeolum, Saxifraga, Fuchsia, Arum, Colocasia auswählte, weil bei diesen bekanntlich in hohem Maasse Wasser ausgeschieden wird.

In Verwendung kamen ausschliesslich schon längere Zeit in Töpfen cultivirte Exemplare, die sehr kräftig aussahen und im feuchten Raum sehr gut Wasser abschieden.

Als feuchten Raum benutzte ich eine Glasglocke, die von innen mit nassem Fliesspapier belegt war und in der die relative Feuchtigkeit 94—99 % betrug.

1) Stahl, l. c. pag. 88.

2) Max v. Minden, Biblioth. botanica 1899 pag. 71.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0051-6

Nach vielen vergeblichen Versuchen, die Wasserausscheidung bei den betreffenden Pflanzen durch die Verklebung der Spalten mit verschiedenen Stoffen (Wachs, Cacaobutter, Siegel- und Asphaltlack, Paraffin, Collodium) zu verhindern, wandte ich mich darauf einfach zum Ausschneiden der secernirenden Organe und später auch der gesammten Ränder, was sich als das einzige Mittel zur Erreichung meines Zweckes erwies.

Sofort nach dem Abschneiden tritt das Wasser im feuchten Raum immer aus den angeschnittenen Rippen heraus, wobei wahrgenommen wurde, dass, wenn man einige Hydathoden an den Blättern beliess, die Tropfen nicht aus diesen, sondern ausnahmslos aus den Gefässbündelöffnungen heraustraten, was als directer Beweis der schon früher von einigen Autoren ausgesprochenen Ansicht dient, dass die Wasser absondernden Organe dem Blutungsdruck einen gewissen Widerstand leisten. Die Pflanzen mit abgeschnittenen Rändern respective Hydathoden wurden stets einer längeren Cultur, die manchmal 8—10 Tage fortgesetzt werden musste, in mässig feuchtem Raum oder im Freien unterworfen, bis die Wunden durch die Peridermabildung geschützt wurden und die Oeffnungen der Gefässbündel sich mit gummiartiger Substanz verstopften, was stets durch das Aufhören der Blutung im feuchten Raum controlirt wurde.

Durch solche Behandlung wurde also den betreffenden Pflanzen die Möglichkeit entzogen, Wasser abzuscheiden, welcher Umstand jedoch die Pflanzen der Secretionsfähigkeit nicht beraubte, was daraus folgte, dass die Blutung wieder anhob, sobald man die Schnittwunden erneuerte.

Hierauf wurden alle während dieser Zeit neugebildeten Blätter und Blüthenstiele abgeschnitten und die Wunden nach vorherigem Ansengen mit Gemisch von Wachs und Cacaobutter verklebt.

Nachdem nun die Pflanzen noch eine Zeit lang in mässig feuchter Luft gestanden hatten, wurden sie erst mit Pflanzen, die keiner Behandlung unterzogen waren (Controlpflanzen), gut begossen in den feuchten Raum gebracht.

In der nachstehenden Ausführung sind nur einige Beispiele von meinen Versuchen angeführt, die das Verhalten der Pflanzen im feuchten Raum zeigen.

Versuchsreihe I.

1. Impatiens parviflora (Juli).

Zu den Versuchen wurden mindestens 12 Pflanzen angewandt, die sich einander sehr ähnlich verhielten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0052-2

a) Temperatur: 25° C.

Nach $1^1/_2$ Tagen war noch keine Injection zu sehen.

Nach drei Tagen: ebenso, mehrere Blätter sind abgefallen.

Nach fünf Tagen: bei den meisten Pflanzen sind die älteren Blätter abgefallen, an den noch nicht abgefallenen war keine Injection und traten aus den Rippen einige Minuten nach der Erneuerung der Schnittfläche grosse Tropfen aus. Bei den Controlpflanzen, die all die Zeit secernirt hatten, sind die Blätter ganz frisch.

b) Diesmal wurden an jeder Pflanze nur zwei Blätter belassen. Nach fünf Tagen war noch keine Injection, die meisten Blätter sind abgefallen.

2. Impatiens Balsamina. Temperatur 24° C. (Juli.) (Fünf Pflanzen.)

Nach 10 Stunden erlitten viele ältere Blätter eine partielle Injection, die injicirten Stellen betrugen $^1/_{15}$ der gesammten Blattoberfläche. An den der Injection entsprechenden Stellen traten Tropfen aus den gewöhnlichen Spaltöffnungen aus.

Nach drei Tagen hatte die Injection nicht mehr zugenommen, die Tropfenausscheidung aus den gewöhnlichen Spaltöffnungen wird fortgesetzt; bei Controlpflanzen keine Injection.

Nach vier Tagen: Die Pflanzen wurden aus dem feuchten Raum entfernt; nach einer Viertelstunde verschwand die Injection vollständig; die Blätter blieben ganz frisch und lebenskräftig.

3. Alchemilla vulgaris. (Juli.)

Bei den meisten untersuchten Pflanzen habe ich keine Injection beobachten können. Nur bei zwei sehr kräftigen Exemplaren, die zwei Monate in Töpfen im Freien gezogen waren, fand eine solche statt.

Temperatur 26° C.

Nach 12 Stunden: Die älteren Blätter sind gleichmässig siebartig injicirt (ungefähr $^1/_3$ des Blattes).

Nach drei Tagen: Die Injection hatte nicht zugenommen; die Pflanzen wurden in Zimmerluft gebracht, nach $^1/_2$ Stunde verschwand die Injection vollständig, die Blätter behielten ihre Frische.

4. Alchemilla alpina. (Juli.)

Zwei sehr kräftige Exemplare.

Temperatur 24° C.

Nach 15 Stunden waren ältere und vergilbte Blätter gleichmässig siebartig injicirt (ungefähr $^1/_3$ der Blattunterseite).

Regensburgische Botanische Gesellschaft

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0053-7

Nach drei Tagen hatte die Injection nicht mehr zugenommen; die Pflanzen wurden in Zimmerluft gebracht; nach $^1/_2$ Stunde verschwand die Injection vollständig, Blätter blieben frisch und lebensfähig.

5. Alchemilla fissa. (August.)

Injection nicht wahrzunehmen trotz der Secretionsfähigkeit der Pflanzen.

6. Fuchsia hybrida. (August.)

a) Nach 18 Stunden: Alle älteren Blätter sind gleichmässig, punktartig injicirt (ungefähr $^1/_2$ des Blattes).

Nach zwei Tagen hatte die Injection nicht mehr zugenommen; die Pflanzen wurden in Zimmerluft gebracht,

nach $^1/_2$ Stunde verschwand die Injection vollständig; die Blätter sind frisch und lebenskräftig.

b) Nach 20 Stunden: Alle unteren Blätter injicirt.

Nach drei Tagen: Injection nicht zugenommen; die Pflanzen wurden in Zimmerluft gebracht, Blätter sind frisch und lebenskräftig.

Bei vier anderen zu Versuchen verwandten Exemplaren konnte keine Injection beobachtet werden.

7. Impatiens Sultani. (November.)

a) Temperatur 20°.

Nach 15 Stunden: Geringe Injection längs der Seitennerven wahrnehmbar, nur in zwei Blättern injicirte Stellen $^1/_5$ der Blattunterseite.

Nach fünf Tagen: Die Injection hatte nicht zugenommen, sie verschwindet in $^1/_4$ Stunde nach Versetzen der Pflanze in Zimmerluft.

b) Temperatur 19°.

Nach 18 Stunden: Nur geringe Injection längs der Blattnerven bemerkbar.

An folgenden Tagen: Die Injection hatte nicht zugenommen, sie verschwindet in ca. 10 Minuten in Zimmerluft.

8. Colocasia. (Januar 1901.)

a) Temperatur 26°. (Nur die Blattspitzen waren vordem abgeschnitten.)

Nach 18 Stunden: Die Injection ist an den Blatträndern wahrnehmbar, vergilbte und von Pilzen befallene Stellen sind vollständig injicirt, zahlreiche Tropfen sind an den Blatträndern aus gewöhnlichen Spaltöffnungen hervorgetreten.

Nach zwei Tagen: Die Injection hat nicht zugenommen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0054-3

b) Vordem waren Blattspitzen und -ränder abgeschnitten.

Nach 16 Stunden: Gelbe Flecken am Rande sind vollständig injicirt; die Injection verbreitete sich streifenweise auch in den grünen Blatttheilen. Die jungen Blätter sind ganz injectionsfrei.

9. Tropaeolum. (Juli und August.)

a) Temperatur 23°.

Nach 16 Stunden: Injection an den Rändern bemerkbar; an den folgenden Tagen nahm dieselbe nicht mehr zu und verschwand in Zimmerluft nach ca. 10 Minuten vollständig.

b) Temperatur 20°.

Nach 15 Stunden ist geringe Injection an den Blattecken wahrzunehmen; vergilbte Blätter sind vollständig injicirt, in Zimmerluft wie bei a).

c) Temperatur 25°.

Nach 15 Stunden: Die älteren Blätter sind vollständig injicirt, in Zimmerluft wie bei a) und b).

10. Saxifraga rotundifolia. (Juli und August.)

a) Temperatur 25°.

Nach 14 Stunden: Die Blätter (mit Ausnahme von ganz jungen) waren gleichmässig siebartig, weitgehend injicirt.

Nach drei Tagen hatte die Injection nicht mehr zugenommen; die Pflanzen wurden in Zimmerluft gebracht, nach ca. einer Stunde verschwand die Injection vollständig, die Blätter blieben ganz frisch.

b) Temperatur 20°.

Nach 16 Stunden: Aeltere (nicht alle) und vergilbte Blätter gleichmässig, weitgehend injicirt.

In folgenden Tagen nahm die Injection nicht zu und verschwand in ca. einer Stunde vollständig; die Blätter blieben ganz frisch.

Saxifraga aizoon. Temperatur 24°.

Injection wurde nicht erreicht, trotz der Secretionsfähigkeit der Pflanzen.

Aus vorstehenden Versuchen lassen sich folgende Ergebnisse entnehmen:

1. Durch die Verhinderung der Wasserausscheidung bei den secretionsfähigen Pflanzen kann bei gehemmter Transpiration (und ge-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0055-9

nügend hohem Wurzeldruck) die Infiltration der Intercellularräume des Mesophylls der Blätter zustande kommen.

2. Nicht erreichen lässt sich dieses bei Impatiens parviflora, welche auf den durch die Sistirung der Secretion verursachten Ueberschuss von Wasser mit Laubabfall reagirt.

3. Die Injection fand niemals in den jungen Blättern statt, die nur sehr enge Intercellularen besitzen, worauf bereits von Moll[1]) hingewiesen wurde.

Die Meinung Haberlandt's, dass die Hydathoden die Injection hauptsächlich der jüngeren Laubblätter verhüten, erwies sich mithin als unbegründet.

4. Bei Pflanzen, bei denen die Injection beobachtet werden konnte, fand sie immer schon während des ersten halben Tages statt, nahm an den folgenden Tagen nicht mehr zu und verschwand in kurzer Zeit in trockener Luft.

5. Die Wasserspalten können an injicirten Stellen (Versuche 3 und 8) durch gewöhnliche Spaltöffnungen vertreten werden.

Erst nachdem die Möglichkeit der Injection der Intercellularen von Blättern, die unter günstigen Bedingungen in secretionsfähigen Pflanzen bei Abwesenheit der Wasserausscheidenden Organe festgestellt worden war, konnte und durfte die Schädlichkeit dieser Injection für die Pflanzen in Betracht gezogen werden.

In schon erwähnten Versuchen fand Moll, dass das Wasser aus den Intercellularen der injicirt gewesenen Blätter bald verdunstet und die Blätter selbst dem Aussehen nach unter der Injection gar nicht zu leiden scheinen.

Der Verfasser möchte aber keineswegs behaupten (pag. 314): „Dass im Allgemeinen die Injection der Blätter dem Leben der Pflanze nicht sehr schädlich sei", zumal bei jüngeren, noch wachsenden und stark athmenden Pflanzentheilen, und suchte sich die Resultate seiner Versuche weiter dadurch zu erklären, dass er fast immer mit älteren Blättern bei sehr niedriger Temperatur arbeitete, während die Dauer der Injection relativ kurz war. Es muss noch hinzugefügt werden, dass solches Ausfallen der Versuche auch davon abhängen konnte, dass die Mehrzahl der von Moll injicirten Blätter lederartig, daher gegen solchen Eingriff widerstandsfähiger war als die zarten und leicht verletzlichen Blätter, wie von Impatiens und wie sie vielem secernirenden Pflanzen eigen sind; deshalb mussten auch die Versuche mit solchen Pflanzen besonders angestellt werden.

1) Moll, l. c. pag. 303.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0056-5

Wie schon aus meiner ersten Versuchsreihe hervorgeht, behielten die theilweise durch den Wurzeldruck injicirten Pflanzen trotz des ziemlich langen Aufenthaltes im feuchten Raum (2—3 Tage) ein völlig gesundes Aussehen. Um mich aber zum Schlusse über die Unschädlichkeit auch der möglichst weitgehenden Injection der Intercellularräume und der langen Dauer derselben zu vergewissern, wurden von mir Versuche mit künstlicher Injection der Blätter der betreffenden Pflanzen unternommen.

Versuchsanordnung.

Zu den Versuchen dienten ausschliesslich Topfpflanzen.

Die beblätterten Theile der Pflanzen wurden in Leitungswasser getaucht und das Ganze unter die Glocke der Wasserpumpe in luftverdünnten Raum so lange gehalten, bis die Blätter nach Herstellung des normalen Luftdruckes sehr weitgehend injicirt wurden, wozu die jüngeren Blätter stets ein längeres Pumpen erforderten, während die ganz jungen sich überhaupt nicht injiciren liessen.

Bei einigen Pflanzen, z. B. bei Impatiens, verdunstete das in den Intercellularen enthaltene Wasser sogar im feuchten Raum. Deshalb war eine wiederholte künstliche Injection erforderlich, um die Pflanzen immer mit möglichst gefüllten Durchlüftungsräumen zu erhalten.

In nachstehender Tafel wurden nur einige Beispiele von den Versuchen angeführt.

Versuchsreihe II.

1. Impatiens parviflora.

a) Die injicirten Pflanzen wurden direct nach der Injection in Zimmerluft versetzt; in kurzer Zeit welkten die älteren Blätter ab, ohne dass das Wasser aus den Intercellularen ganz verdunstet war. Hieraus kann man aber nicht auf die Schädlichkeit der Injection selbst schliessen, vielmehr handelte es sich um eine zu plötzliche Steigerung der Verdunstung durch die Blattoberhaut, was Haberlandt[1]) schon früher für die in Wasser getaucht gewesenen Blätter vieler Pflanzen constatirte. In der That bleiben die Blätter stets frisch und lebenskräftig, wenn man die injicirten Pflanzen ganz allmählich aus dem feuchten in einen trockenen Raum überführt, wobei das überschüssige Wasser vollständig verschwindet.

---

1) Haberlandt, Wiss. prakt. Untersuchung auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Hrsg. von Fr. Haberlandt Bd. II (Wien 1877) pag. 130.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0057-0

Das Verhalten der Pflanzen im feuchten Raum:

b) Temperatur 23°.

Nach 6 Tagen: $^3/_4$ der Blätter sind abgefallen, die übrigen frisch; nachdem die Pflanzen in Zimmerluft versetzt waren, verschwand die Injection vollständig.

2. Impatiens Sultani.

a) Temperatur 22°.

Nach 5 Tagen: einige Blätter sind abgefallen.

Nach 14 Tagen waren die übrigen noch ganz frisch und in der Zimmerluft verschwand die Injection vollständig.

b) Temperatur 25° (helles Wetter).

Nach 3 Tagen verschwand die Injection in älteren Blättern vollständig; die Pflanzen wurden nochmals injicirt.

Nach 13 Tagen Blätter noch frisch; die Injection verschwand in Zimmerluft vollständig.

3. Tropaeolum.

Temperatur 18—23°.

Nach 13 Tagen noch kein merkbarer Unterschied zwischen injicirten und Controlpflanzen, sowohl bei den einen wie bei den anderen waren einige Blätter gelb geworden und von Pilzen befallen (Tropaeolum ist besonders gegen Feuchtigkeit empfindlich) in Zimmerluft verschwindet die Injection vollständig.

4. Saxifraga rotundifolia.

Die alten lederartigen Blätter der Pflanzen konnten die Injection unbestimmt lange aushalten (Versuchszeit 3 Wochen).

Kein merkbarer Unterschied im Wachsthum bei injicirten und Controlpflanzen festzustellen.

5. Fuchsia hybrida.

a) Temperatur 18—21°.

Nach 18 Tagen: Blätter noch unversehrt, einige abgefallen.

b) Feinblättrige Pflanze (Temperatur dieselbe wie bei a).

Nach 7 Tagen: viele Blätter sind abgefallen, die stehen gebliebenen frisch, in Zimmerluft verschwindet die Injection vollständig.

6. Polypodium.

Nach mehreren Tagen: Blätter waren noch gesund; in Zimmerluft verschwindet die Injection vollständig.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0058-6

7. Hordeum.

Temperatur 23°.

Nach einer Woche waren die Pflanzen ganz gesund, nur kleiner Unterschied im Wachsthum bei injicirten und Controlpflanzen bemerkbar. In Zimmerluft verschwindet die Injection vollständig.

Es erhellt also aus den beschriebenen Versuchen, dass selbst eine lange Injectionsdauer der Intercellularräume des Mesophylls von Blättern im Allgemeinen keinen merklichen Schaden zufügt. Nach Versetzen der Pflanzen in mässig feuchte Luft verdunstet das überschüssige Wasser in kurzer Zeit vollständig, und die Blätter bleiben immer frisch und unversehrt.

Es sei darauf aufmerksam gemacht, dass die Bedingungen für so lange dauernde und so vollkommene Injection der Blätter, die bei meinen Versuchen stattfand, in unserer Zone kaum dargeboten werden, denn die Feuchtigkeit der Luft steigt nur während eines starken und andauernden Regens so hoch, wie es in meinem feuchten Raum der Fall (meist 98% rel.), wiewohl dabei Wasserverdunstung stattfand. Wenn aber bei so langer und vollständiger Injection kein Schaden zu bemerken war, so dürfte man von der ephemeren Füllung der Intercellularen mit Wasser, wie das bei Fehlen der Secretion stattfinden konnte (meine I. Versuchsreihe), um so weniger Nachtheil für die Pflanzen erwarten.

Man könnte die Schädlichkeit der Injection nämlich in durch sie verursachter Gaswechselbeeinträchtigung, die für das Gedeihen der Pflanzen von wesentlicher Bedeutung sein könnte, suchen, wenn diese zwar nicht ununterbrochen lange andauernd, sondern jeweilig kurze Zeit wiederholt würde.

„Wenn an jedem Morgen", berichtet Haberlandt[1]), „erst das in den Intercellularen des Chlorophyllparenchyms enthaltene Wasser verdampfen müsste, bevor der Assimilationswechsel ungehindert von statten gehen könnte, so würde täglich ein ansehnlicher Bruchtheil der hellen Tagesstunden für die Assimilation so gut wie verloren gehen"; hierbei könnte obendrein eine Verhinderung der Athmung hinzugedacht werden.

Der Gaswechsel wird thatsächlich sogar durch die Verstopfung der Spaltöffnungen mit Wasser beeinträchtigt[2]) und deshalb würde man selbstverständlich berechtigt vorauszusetzen, dass der Gasaus-

1) Haberlandt, Anat.-phys. Untersuchungen üb. d. tropisch. Laubblätter. Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1895, pag. 111.

2) W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1897 pag. 161.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0059-5

tausch durch die Injection der Intercellularen noch erheblicher herabgesetzt würde.

Dagegen fand Boehm[1]), dass die Assimilation von Kohlensäure auch durch injicirte Blätter stattfinden könne, indem er die injicirten Blätter von Platanus, Juglans und Beta in einer Mischung von Kohlensäure und Wasserstoff isolirte und zum Ende des Versuches 9—17 % Sauerstoff im Gase fand (pag. 190).

Die injicirten Blätter von Juglans scheinen bei ihm in einigen Versuchen sogar stärker als die nicht injicirten assimilirt zu haben (seine Tabelle pag. 179). Meine Versuche mit der Jodprobe, der theilweise injicirten, insolirt gewesenen Blätter von Impatiens, Fuchsia, Saxifraga und Tropaeolum zeigten, dass es keinen auffallenden Unterschied in Stärkebildung in injicirten oder nicht injicirten Stellen gebe. Bald war sie in nicht injicirten Stellen erheblicher, z. B. bei Saxifraga, bald gar nicht wahrnehmbar wie bei Impatiens.

Diese Thatsachen könnten, wie es mir scheint, durch die erhöhte Permeabilität der nassen Epidermis einigermaassen erklärt werden. Trotzdem die Kohlensäure sich in injicirten Intercellularräumen viel langsamer als in den mit Luft gefüllten fortpflanzt, würde infolge der Durchsättigung der Epidermis mit Wasser die Gaszufuhr durch die ganze Blattoberfläche stattfinden und somit den durch Injection der Lufträume verursachten Kohlensäuremangel verdecken. Diese Vermuthung stimmte auch mit Angaben Devaux[2]) überein, die derselbe bei seinen Untersuchungen über die Durchlässigkeit der trockenen und nassen Membrane machte.

Also ist es zumindest unvorsichtig zu behaupten, dass durch die Injection der Intercellularen ein ansehnlicher Bruchtheil der hellen Tagesstunden für die Assimilation so gut wie verloren gehen würde.

Ueber die Athmung der injicirten Blätter habe ich in der Litteratur keine Angaben finden können, weshalb ich mich veranlasst fand, selbst eine Reihe von Versuchen nach dieser Richtung anzustellen.

Zu meinen Versuchen bediente ich mich eines Ellipsoidgefässes ähnlich dem, wie es Pfeffer[3]) in seinen Untersuchungen über die Assimilation der Blätter verwandte, einzig mit der Modification, dass eine mit eingeschliffenem Glaspfropfen zu schliessende Oeffnung an-

1) Boehm, Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien Bd. LXVI I. Abth. 1872 pag. 169.

2) Devaux, Ann. d. sciences natur. VII ser. 9 1890 pag. 35; auch A. d. s. n. 1891 pag. 297.

3) Pfeffer, Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg 1871 Bd. I.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0060-6

gebracht wurde. Diese Oeffnung war zu dem Zwecke gemacht, um ein Schälchen für Kalilauge und die Blätter bequemer hineinführen zu können. Nachdem das Gefäss von innen mit einer genau ermittelten Menge Löschpapier, das nachher mit einem bestimmten Volumen Wasser gesättigt wurde, ausgekleidet war, wurde das bestimmte Volumen von titrirter Kalilauge mit einer Pipette ins Schälchen gegossen, hierauf wurde das Ganze in ein grösseres mit Wasser gefülltes Gefäss gestellt und bei gleichmässiger Temperatur gehalten. Es wurde auf diese Weise das Volumen des absorbierten Sauerstoffs, sowie auch in einigen Versuchen die ausgeschiedene Menge von Kohlensäure bestimmt.

Bei Berechnung der Volumina wurden selbstverständlich der atmosphärische Druck, die Temperatur, die Wasserdampfspannung und die Wasserhöhe im Bade berücksichtigt.

Zuerst wurde stets die Athmung frisch abgeschnittener Blätter, hierauf die Athmung derselben nochmal nach vorhergegangener Injection mit doppelt destillirtem Wasser festgestellt. Ich erhielt dabei die in nachstehender Tabelle angegebenen Zahlen, in denen die Volumina des verbrauchten Sauerstoffs auf 760mm Druck zurückgeführt, zum Ausdruck kommen.

Gewicht der verwendeten Blätter	Pflanze	Vers.	Nicht injicirte Blätter	Injic. Blätter
4,64 g	Tropaeolum	I	0,137 cbcm	0,148 cbcm
4,32 g		II	0,138 „	0,152 „
2,79 g	Impatiens Sultani	III	0,071 „	0,090 „
3,02 g		IV	0,064 „	0,094 „
5,26 g		V	0,063 „	0,082 „
4,42 g		VI	0,075 „	0,095 „
10,51 g	Camelia	VII	0,115 „	0,062 „
5,72 g	Fuchsia	VIII	0,159 „	0,104 „

Diese Versuche zeigen also, dass die Athmung der Blätter durch Injection bei Impatiens und Tropaeolum (mit dünnerer Epidermis) verstärkt, bei Fuchsia dagegen und noch mehr bei Camelia (mit dickerer Epidermis) herabgesetzt wurde. Ohne auf die Erklärung der Thatsache näher einzugehen, dass die Athmung sich bei der Injection in einigen Fällen vergrössert, was wahrscheinlich auf eine Reizerscheinung zurückzuführen ist, möchte ich hier darauf aufmerksam machen, dass die Herabsetzung, wenn solche stattfindet, auch nicht zu gross ist und jedenfalls kaum die Pflanze sehr beeinträchtigt, was schon aus meiner zweiten Versuchsreihe hervorgeht.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0061-1

Es ergab sich also, dass die Injection der Blätter ziemlich harmlos für die Pflanzen sein würde, wenn eine solche in der Natur stattfände, und dass der Nutzen, den die Wasser ausscheidenden Organe der Pflanze bringen, in der Verhütung der Injection von Durchlüftungsräumen kaum zu suchen ist.

Dieser Nutzen könnte aber, wie sich Haberlandt äussert, darin liegen, dass die Hydathoden eine ausgiebige Wasserströmung durch die Pflanze bei aufgehobener Transpiration zu erzielen vermögen, durch welche mineralische Nährstoffe mitgerissen werden, die in den Blättern zurückbleiben. Also müsste die Wasserausscheidung die Transpiration ersetzen können.

Dazu ist zu bemerken, dass die Transpiration sogar in einem dunstgesättigten Raum noch stattfinden kann.[1]) In der Natur aber könnte kaum die Bedingung zur absoluten Dampfsättigung der Luft vorkommen, im feuchten Klima der Tropen selbst ist nach Pfeffer[2]) die durch die Transpiration erzielte Wasserbewegung ansehnlich genug, um einen genügenden Transport von Nährsalzen zu vermitteln.

Nach Haberlandt[3]) secernirte ein 13,02 g schweres Blatt von Conocephalus ovatus, das als Beispiel stark secernirender Objecte angeführt wird, eine Flüssigkeitsmenge von (max.) —2,76 g pro Tag. Wenn wir nun annehmen, dass die Ausscheidung nur von 2 Uhr Nachmittags bis 7 Uhr Morgens stattfand, wo die relative Luftfeuchtigkeit 97—99 % betrug[4]), erhalten wir die Menge der ausgeschiedenen Flüssigkeit pro Gramm des Gewichtes des Blattes und Stunde 0,014 g. Die Transpiration derselben Pflanze bei derselben Luftfeuchtigkeit und Temperatur war aber pro Gramm des Blattes und Stunde 0,027 (pag. 794), also die Menge des in Dampfform ausgeschiedenen Wassers ist zwei Mal grösser als im Flüssigkeitszustande. Wenn wir nun den Salzgehalt der Flüssigkeit beachten (nachstehende Tafel), so finden wir, dass die durch Osmose während 1 Stunde aus 0,02 % Lösung aufgenommene Salzmenge mit der doppelten Menge durch Verdunstung derselben Quantität der Lösung zurückbleibenden Salze kaum vergleichbar ist.

---

1) Burgerstein, Materialien zu einer Monographie der Transpiration. Verhandl. d. zool.-bot. Ges. in Wien T. 39 1889 pag. 441. — Pfeffer, Pflanz.-Phys. 1897 pag. 227.

2) Pfeffer, Pflanz.-Phys. 1897 pag. 258.

3) Haberlandt, Phys. Pflanzenanatomie 1896 pag. 424.

4) Haberlandt, Das trop. Blatt. Sitz.-Ber. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien 1892 I. Abt. pag. 792.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0062-7

Bei bis dahin untersuchten Secretionen aus Wasserspalten ergeben sich meist 0,001—0,06 % fester Substanz, die in einigen Fällen reichlicher an organischen Stoffen als Asche ist.

So wurde gefunden für das Secret von:

	feste Bestandtheile	Asche	Autor
Colocasia antiquorum . .	0,056 %	0,008 %	Unger
Brassica cretica	0,1 %	0,042 %	„
Zea Mays	0,05 %	0,027 %	„
Conoceph. ovatus . . .	0,045 %	0,02 %	Romburgh

Also durch die Secretion wird eine Quantität von mineralischen Salzen und organischer Nahrung für die Pflanze so gut wie verloren gehen, was nicht vorkommen dürfte, wenn die Pflanzen keine wasserausscheidenden Apparate besässen.

Es ist aber wohl zuzugeben, dass die bei einigen Pflanzenarten, die im trockenen Klima in salzreichem Boden vegetiren und einer grössern Transpiration nicht angepasst sind, durch sog. Salzdrüsen erzielte Saftströmung im Gegentheil eine zu reichliche Salzanhäufung in der Pflanze verhüten könnte. [1])

Was nun den Nutzen anbelangt, den die Hydathoden den Pflanzen dadurch bringen, dass sie die Fähigkeit besitzen, auf der Oberfläche des Blattes befindliches Wasser einzusaugen (was aber nur von sehr wenigen Thatsachen bewiesen ist) so ist er nur gering zu veranschlagen, weil die Möglichkeit, diese auszunützen, wegen der kleinen Oberfläche der Hydathoden und geringeren Anzahl derselben kaum oft vorkommen könnte. Die Epidermis der Blätter ist ja doch schon zum Einsaugen von Wasser mehr oder minder fähig. [2])

Es scheint mir jetzt nach allem, was aus dieser Arbeit über die Bedeutung der Wasser ausscheidenden Organe der Pflanzen hervorgeht, nicht gerechtfertigt zu sein, eine Unentbehrlichkeit der Hydathoden für die Pflanzen zu behaupten.

1. Einerseits ist ihre Bedeutung als die Injection verhütende Organe nicht wesentlich. Die Pflanzen leiden nicht, wenn die Injection der Intercellularen durch Verhinderung der Wasserausscheidung (Entfernung der Hydathoden) hervorgerufen wurde. (Dies wurde

---

1) Marloth, Zur Bedeutung der Salzabsonderung u. s. w. Ber. d. deutsch. bot. Ges. V. Bd. 1887. — Volkens, Ber. der deutsch. bot. Ges. 1884, II. Bd., 1887 pag. 27.

2) Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1897 pag. 142.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0063-3

noch besonders dadurch erwiesen, dass keine merkliche Beeinträchtigung der Athmung oder Assimilation dabei beobachtet wurde).

2. Anderseits ist der directe Nutzen, den diese Organe der Pflanze dadurch bringen könnten, dass sie in gewissen Fällen einen der Versorgung der Pflanze mit Nährsalzen befördernden Wasserstrom verursachen, Wasseraufnahme ermöglichen u. s. w., nicht von Bedeutung.

Dementsprechend sehen wir, dass viele Pflanzen besonders construirte Wasser ausscheidende Organe ganz entbehren und das Wasser bei stattfindender Injection der Intercellularen aus den gewöhnlichen Spaltöffnungen secernieren.

Wir könnten also die Hydathoden nur als Organe betrachten, deren Vorhandensein zur Zeit weniger durch ihre Nothwendigkeit selbst, als vielmehr durch die Erblichkeit bedingt wird.

Die Versuche zur vorliegenden Arbeit wurden im Laboratorium des Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. Pfeffer und unter seiner Leitung ausgeführt und spreche ich demselben für die liebenswürdige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen besten Dank aus.

Auch dem Assistenten Herrn Dr. Klemm spreche ich für die mir gütigst ertheilten Rathschläge meinen Dank aus.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0064-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 90

Autor(en)/Author(s): Lepeschkin W.Wladimir

Artikel/Article: Die Bedeutung der Wasser absondernden Organe für die Pflanzen. 42-60