

SITZUNG VOM 9. DECEMBER 1852.

Vorträge.

Nehmen die Blätter der Pflanzen dunstförmiges Wasser aus der Atmosphäre auf?

Von dem w. M. Prof. F. Unger.

Über diese Frage ist bisher auch nicht der leiseste Zweifel gehegt worden. Man fand es sowohl der Beschaffenheit der Pflanzen als ihren Bedürfnissen entsprechend, dass die Nahrungsaufnahme, und dazu gehört offenbar auch die Aufnahme von Wasser, nicht auf ein einziges Organ, d. i. auf die Wurzel beschränkt, sondern dass dieselbe über alle Theile der Pflanze verbreitet, vorzugsweise aber den grünen blattartigen Theilen derselben zukommen sollte. Entscheidende Versuche über die Aufnahme von Wasserdunst durch die Blätter, welche mit der nöthigen Präcision ausgeführt wären, liegen zwar nicht vor, allein wie sollte man auch daran zweifeln, da einerseits die Organisation derselben sie ganz vorzüglich zu dieser Function als tauglich erkennen liess, anderseits die tägliche Erfahrung nur zu deutlich dafür sprach, dass den Pflanzen in dem der Atmosphäre niemals fehlenden Wasserdunste eine nie versiegende Quelle der Ernährung zukomme, die auch dann noch ihre Wirksamkeit äussere, wenn jede andere ihren Einfluss versagt.

Wir sehen tagtäglich, dass Pflanzen in einer feuchten Atmosphäre gehalten, sehr wohl gedeihen und dass eben dieser Zustand, in welchen wir sie absichtlich versetzen, ganz vorzüglich zu ihrem Prosperiren beiträgt, welches sogleich mehr oder weniger verschwindet, so wie diese äusseren Verhältnisse sich ändern. Wir sehen, dass Pflanzen in der trockenen Jahreszeit und unter solchen Umständen, wo der Himmel denselben den Labetrunk des Regens für längere Zeit versagt, nichts desto weniger vertrocknen, sondern obgleich

kümmertlich ihr Leben fristen — natürlich auf wessen Kosten anders als auf Kosten des unsichtbar in der Luft vertheilten Wassers. Ja die Aufnahme des Wassers aus der Luft wird unter diesen Umständen um so nothwendiger, als gerade in der heissen Jahreszeit und bei vollkommen ausgebildeten Blättern das durch die Transpiration an die Atmosphäre abgegebene Wasser der Pflanze oft bis zu einer enormen Grösse steigt, was bei zarter gebauten Pflanzen durch ein Languesciren, durch ein Hängenlassen ihrer blattartigen und andern Theile sich zu erkennen gibt. Nichts desto weniger bringen oft wenige Stunden der schon halb verwelkten Pflanze wieder Lebensfrische und den nöthigen Turgor. Es fiel dabei kein Regen, es schlug sich kein Thau nieder und dennoch stehen diese vor Trockniss und Wassermangel halb todten Gewächse rasch wieder in ihrer vorigen Beschaffenheit da und lassen kaum irgend eine Spur ihrer vorübergegangenen Noth zurück.

Woher kann dies kommen? wie lässt sich diese Erscheinung anders erklären, als dass der Wasserdunst der Atmosphäre den Mangel ersetzte, und daher die in derselben ausgebreiteten Pflanzentheile, namentlich aber die Blätter als jene Organe angesehen werden müssen, die so wie sie in der Regel den Wasserverlust der Pflanze herbeiführen, unter gewissen Umständen eben so wohl auch die Aufnahme des dunstförmigen Wassers vermitteln. Noch auffallender ist dies bei einigen Pflanzen, die wir ihres saftigen Parenchyms wegen Fettpflanzen nennen. Wir sehen dieselben in der Regel auf trockenem, dürrer ja sogar felsigem Boden mit der geringsten Menge Wassers vorlieb nehmen, ja gewisse Familien solcher saftiger Gewächse wie z. B. Cacteen, Crassulaceen, Mesembryanthemen u. s. w. bewohnen nicht selten geradezu Gegenden der Tropen und anderer wärmerer Länder, welche in der sogenannten regenlosen Zone liegen, oder die doch jedenfalls wenig wässerige Niederschläge empfangen. Noch mehr, diese Pflanzen, deren Wassergehalt bis auf 90 p. C. und mehr steigt, hören selbst in der trockensten Jahreszeit, wo alle übrige Vegetation aus Mangel an wässriger Nahrung in einen Schlafzustand versunken ist, nicht ganz zu wachsen auf. Freilich hat ihre Organisation das Eigenthümliche, dass vermöge der festen und derben Beschaffenheit der Epidermis die Transpiration im Vergleiche zu jener anderer Pflanzen auf das Minimum reducirt ist; allein vegetiren diese Pflanzen, entwickeln sie sich, bilden sie

neue Theile, mit einem Worte wachsen sie, so bedürfen sie dazu nothwendig eine eben nicht geringe Menge Wassers. Aber woher soll unter den angeführten Umständen das Wasser anders kommen, als eben wieder aus der Atmosphäre, und welche Organe sollen es anders sein, als die Blätter oder die blattartigen Stengel, welche sich desselben bemächtigten? Die Ansicht also, dass die Blätter und die blattartigen Theile der Pflanze überhaupt, wenn auch nicht als die gewöhnlichen Ernährungsorgane, so doch zeitweilig als Aufnahmsorgane fungiren können, scheint diesen Betrachtungen zu Folge so gesichert dazustehen, dass nicht leicht ein erheblicher Zweifel dagegen vorgebracht werden kann.

Hasselquist (Reise nach Palestina, Rostock 1762, S. 264), nachdem er von dem starken Thau spricht, der in der heissen Jahreszeit in Ägypten des Morgens und Abends fällt, fährt fort: „den Bäumen dient dann die Krone statt der Wurzel, da dieselbe durch ihre *vasa absorbentia* aus der Luft die Nahrung aufnimmt, welche zu einer anderen Jahreszeit der gewässerten Erde entzogen wird.“

Indess hat die nähere Bekanntschaft mit dem anatomischen Baue der Blätter dieser Ansicht nur Vorschub geleistet, indem man gar bald die Organe ausgemittelt zu haben glaubte, welche dieser Function vorstehen sollten; nur darin war man nicht ganz einig, ob die bereits entdeckten Spaltöffnungen oder die haarförmigen Fortsetzungen der Epidermis zu diesem Geschäfte am passendsten seien. Alexander v. Humboldt (*J. Ingenhousz, über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens, nebst einer Einleitung über einige Gegenstände der Pflanzenphysiologie von A. v. Humboldt, übersetzt von Gotthelf Fischer, p. 20*) hält geradezu die Spaltöffnungen für die Organe der Einsaugung atmosphärischer Feuchtigkeit und zwar aus dem Grunde, weil sie bei der Sauerstoffabgabe an die Luft nicht betheiligt sind. Während die Spaltöffnungen bei den meisten Pflanzen nur über die Blätter verbreitet sind, sind sie bei den Cacteen über die ganze Pflanze zerstreut, daher diese ganz vorzüglich geeignet seien die Feuchtigkeit des Luftkreises aufzunehmen. Die fleischigen Pflanzen der regenlosen Klimate zeugen nach Humboldt gar nicht für die Entbehrlichkeit des Wassers, das sie immerhin durch ihre Spaltöffnungen aus der Luft zu erlangen vermögen.

Auch J. Hedwig (*Sammlungen von Abhandlungen über botanisch-ökonomische Gegenstände I, p. 116, II, p. 143*) theilt diese

Ansicht und glaubt, dass die Absorption von Feuchtigkeit wenigstens als Nebenzweck der Spaltöffnungen der Blätter zu betrachten sei. Dagegen hält Ch. Bonnet (*Recherches sur l'usage des feuilles, I. Mém., p. 47*) die Haare für absorbirende Organe und F. v. P. Schrank (*Von den Nebengefässen der Pflanzen, p. 81*) geht so weit dieselben an der Spitze für durchlöchert zu erklären, und hält dafür, dass ihre meist kegelförmige Gestalt passender zum Einsaugen als zum Ausführen der Flüssigkeiten gebaut sei, wesshalb sie auch als einsaugende Gefässe betrachtet werden müssten. Der Versuch, der übrigens dies beweisen soll, ist zu unpassend angestellt, als dass er über diesen Punkt Aufklärung zu verschaffen im Stande ist, und der Schluss, dass die Haare vorzüglich bestimmt seien Dünste einzusaugen, lässt sich durchaus nicht daraus ziehen. Er behauptet ferner, dass der dichte Haarfilz der Pflanzen in heissen Ländern und in dürrn Sandgegenden dort um so nöthiger sei, weil die Pflanzen sonst keine Nahrung bekämen. Auch spricht er (p. 87) davon, wie die Nahrung aus der Erde und der Luft in die Pflanzen komme. Von der Oberhaut und ihren Spaltöffnungen hatte Schrank noch eine ganz irrige Vorstellung. Er hielt diese für Hautdrüsen, wiewohl Hedwig schon früher sie als Öffnungen richtig angab. Die Gründe, warum er sie so wie die Haare mit Hedwig nicht für ausführende Gefässe erklärte, sind mehr theoretisch ohne anatomische und physiologische Begründung.

Endlich spricht auch L. C. Treviranus der Aufnahmefähigkeit der Blätter für Wasserdunst das Wort, und nachdem er es im hohen Grade wahrscheinlich gemacht hat, dass die Poren der Epidermis die allgemeinen und gewöhnlichen Organe der wässerigen Ausdünstung seien, fährt er fort: (*Physiologie der Gewächse I, p. 475*) „Damit streitet keineswegs, dass sie unter anderen Umständen ein entgegengesetztes Verhalten beobachten und eine wässerige Flüssigkeit aus der Luft bei eigenem Mangel daran aufnehmen können, wiewohl dieses keine natürliche Verrichtung und noch weniger ein Theil des Ernährungsprozesses zu sein scheint.“

Indess scheinen bei genauerer Betrachtung die Versuche, welche St. Hales (*Vegetable stat. 5, p. 20*). Mr. Miller (*Veg. stat. p. 23, 24, 25*). Ch. Bonnet (*Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes. I. Mém. De la nutrition des plantes par les feuilles*). Guettard (*Duhamel, Phys. d. arb. I, p. 166*)

Duhamel du Monceau (*La physique des arbres I, p. 153*), J. Ingenhousz (*Expériences sur les végétaux Vol. II, XXI*), L. Ch. Treviranus (*Vermischte Schriften etc., p. 78*) und andere zu Gunsten dieser Theorie anstellten nicht mit derjenigen Berücksichtigung der Umstände ausgeführt zu sein, dass sich nicht bei Beseitigung aller störenden Einflüsse ein ganz anderes Resultat ergeben haben würde. Diese Voraussicht, welche auch durch andere Beobachtungen unterstützt wurde, hat mich zur Anstellung einer Reihe neuer Versuche bewogen, welche ich hier dem Wesentlichsten nach mitzutheilen mir erlaube.

Vor Allem war ich dabei bedacht den blattartigen Theilen der Versuchspflanzen zwar alle mögliche Wasserzufuhr in Dunstform zu erleichtern, diese jedoch auf das Behutsamste von allen übrigen Theilen der Pflanzen namentlich von den Wurzeln ferne zu halten. Ich glaubte dies auf eine zweifache Weise zu erzielen. In einer Reihe von Versuchen setzte ich beblätterte Zweige, deren Schnittfläche sorgfältig durch einen passenden Kitt verklebt wurde, einer mit Wasserdämpfen sattem imprägnirten Atmosphäre durch kürzere oder längere Zeit aus; in der anderen Reihe von Versuchen wurden ganze Pflanzen sammt der Erde in der sie wuchsen einer gleichen Atmosphäre exponirt, jedoch so, dass nur der beblätterte Stamm nicht aber zugleich auch die Erde mit dem Wasserdunste der Luft in Berührung kommen konnte. Die Gewichts differenzen vor und nach der Exposition konnten mit Sicherheit auf eine Aufnahme oder Abgabe des dunstförmigen Wassers schliessen lassen.

Ich lasse hier die über jeden der einzelnen Versuche in meinem Tagebuche angegebenen Bemerkungen folgen.

I. Versuch.

Ein abgeschnittener Zweig von *Sparmannia africana* mit vier Blättern wurde, nachdem er durch einige Stunden in der Sonne gelegen und dadurch ziemlich welk geworden war, gewogen, zuvor aber die Schnittfläche mit Baumwachs verklebt.

Der Zweig hatte am 30. October 1852, 12 Uhr Mittags, 7,417 Grm. Sogleich wurde nun derselbe in einen mit Wasserdunst hinlänglich geschwängerten geräumigen Glascylinder gebracht, und derselbe nahe dem gegen Mittag gelegenen Fenster meines Arbeitszimmers im botanischen Garten zu Wien gestellt. Die Sonne konnte daher

ungehindert den eingeschlossenen Zweig täglich von 10 Uhr bis 3 Uhr treffen. Die Temperatur des Zimmers schwankte von 10° R. bis 16° R.

An demselben Tage Nachmittags 5 Uhr wurde der Zweig, der noch so schlaff wie früher war, gewogen. Er hatte jetzt 7,385 Grm. daher in der Zeit von 5 Stunden, statt zuzunehmen wie man hatte vermuthen sollen, vielmehr 0,032 Grm. an Gewicht verloren. Am folgenden Tage d. i. am 31. October 10 Uhr Morgens, waren sowohl die Blattfläche ausgebreitet, als die früher schlaffen Blattstiele steif geworden. Nichts desto weniger liess sich diese auffallende Erscheinung als eine Folge von Aufnahme der dargebotenen Wasserdünste ansehen, denn der Zweig hatte statt zuzunehmen, neuerdings 0,023 Grm. an Gewicht verloren. Nach weiteren 24 Stunden (am 1. November 10 Uhr M.) war ungeachtet derselben Steifheit der Blatt-Theile eine nochmalige Verminderung des Gewichtes des Zweiges und zwar um 0,262 Grm. eingetreten. Vom 1. bis 2. November 6 Uhr Abends betrug der Gewichtsverlust 0,165 Grm., wobei sogar eine grössere Steifheit als früher zu erkennen war. Bis zum 3. November 10 Uhr M. beschränkte sich der Verlust auf 0,010 Grm. und bis 4. November 12 Uhr Morgens stieg er wieder auf 0,089 Grm. Nun wurden nur noch in längeren Zwischenräumen Wägungen des noch immer grünen und vollkommen steifen Zweiges vorgenommen. Nach 4 Tagen, also am 8. Nov. 9 Uhr M., hatte derselbe neuerdings 0,416 Grm. verloren, dabei war das unterste, kleinste Blatt fahl geworden, und fiel bei Berührung ab, dagegen die übrigen Blätter ihr früheres Aussehen behaupteten.

Leider habe ich es versäumt die durch die natürliche Trennung des Blattes entstandene offene Wundfläche zu verkleben. Nur diesem Umstande glaube ich es heimesen zu müssen, warum gegen alles bisherige Verhalten nummehr statt einer Verminderung des Gewichtes auf einmal eine Vermehrung desselben erfolgte. Wenn auch in den drei nächsten auf einander folgenden Tagen die Zunahme im Ganzen nur 0,181 Grm. betrug, so ist dies gleichwohl eine Abweichung von der Regel, die sich, da sonst keine anderweitigen verschiedenen Umstände einwirkten, nur auf die obgedachte Weise erklären lässt. Mit diesem im Einklange, denn der Verschluss der Wunde konnte bereits geschehen sein, war der bis zum 13. November, also innerhalb zweier Tagen, erfolgte bedeutende Verlust von 0,495 Grm., womit ich den Versuch zu Ende führte. Noch waren bis auf das abgefallene und

bereits braun und trocken gewordene Blatt alle übrigen Blätter des Zweiges vollkommen grün und hatten dieselbe Steifheit wie früher.

In diesem Versuche, der durch 13 Tage dauerte, hatte der Zweig von *Sparmannia africana* statt Wasserdunst aus der Luft aufzunehmen, vielmehr im Ganzen 1,312 Grm., d. i. über 17 p. C. seines Gewichtes verloren, was sicherlich grösstentheils als Wasserdunst davonging. Das Steifwerden der schlaffen Blätter erklärt sich einfach durch die gleichmässige Vertheilung des in der Pflanze enthaltenen Wassers, wodurch auf Kosten der Zellen des Stengels jene der Blattstiele und der Blattflächen gefüllt wurden. Die Aufrechthaltung des Gleichgewichtszustandes in der gesammten Flüssigkeitsmenge der Pflanze scheint demnach eine der Hauptbedingungen ihres Lebens zu sein.

II. Versuch.

Gleichzeitig mit dem ersten Versuche und genau unter denselben Umständen wurde ein ähnlicher Versuch mit einem beblätterten Camellienzweige angestellt, und ganz so wie im ersten Falle vorgegangen. Der Zweig hatte 5 Blätter und es bedurfte voller zwei Tage, während welchen er fortwährend der Sonne ausgesetzt war, bis man an den Blattstielen einige Schlawheit wahrnahm. Die Ergebnisse der in derselben Zeit und in denselben Intervallen angestellten Wägungen lassen sich in folgender Übersicht kurz zusammenfassen:

Zeit der Beobachtung		Gewicht des Zweiges von <i>Camellia jap.</i> in Grm.	Bemerkungen über das Aussehen der Pflanze.
Tag	Stunde		
1. Nov.	10 M.	5.414	Die Blattstiele etwas schlaff.
2. "	$\frac{1}{2}$ 6 A.	5.434	Die Blattstiele steifer und die Blattflächen frischer.
3. "	10 M.	5.440	Ebenso.
4. "	$\frac{1}{2}$ 12 M.	5.447	Ebenso.
8. "	9 M.	5.439	Ebenso.
11. "	9 M.	5.471	Ebenso. Auf einem Blatte der Beginn eines Pilzanfluges.
13. "	12 M.	5.431	Alle Pflanzentheile noch straff.

Hier war zwar in dem Zeitraume von 13 Tagen eine geringe Gewichtszunahme (0,017 Grm.) erfolgt, es lässt sich aber voraussehen, dass sich diese gleichfalls in eine entgegengesetzte Grösse verwand-

delt haben würde, wenn die Beobachtungen durch längere Zeit fortgesetzt worden wären. Die zeitweilig erfolgte Aufnahme von Wasserdunst, woher allein die Gewichtsvermehrung stammt, fand hier gewiss weniger durch die Blätter als durch die rissige Periderma-Schichte der Rinde des Zweiges statt.

Um diese muthmassliche Ansicht zu erproben, überzog ich einen zweiten Zweig von *Camellia japonica* mit einem für Wasser undurchdringlichen der Pflanze unschädlichen Firnis, so dass nur die Blätter davon frei blieben. Auf die gleiche Weise wie der früher erwähnte Zweig behandelt, ergab sich

Zeit der Beobachtung		Gewicht des Zweiges von <i>Camellia jap.</i> in Grm.	Bemerkungen über das Aussehen der Pflanze
Tag	Stunde		
24. Nov.	12 M.	6·850	Ein Blatt etwas zusammengerollt, Mehrere Blätter etwas eingerollt,
25. "	12 M.	6·849	
27. "	12 M.	6·827	Alle Blätter etwas trockner,
29. "	12 M.	6·787	
30. "	12 M.	6·762	
1. Dec.	12 M.	6·755	Noch deutlicher zusammengerollt,
2. "	12 M.	6·740	

wie aus der fortwährend statt gefundenen Gewichtsabnahme hervorgeht, dass in der That die Blätter dieses Zweiges kein Wasser aufnahmen, daher auch im vorhergehenden Fall die Gewichtszunahme lediglich der Absorption der Wasserdünste durch die Rinde zugeschrieben werden muss.

III. Versuch.

Da die ersten beiden Versuche Pflanzen mit behaarten und mit lederartigen Blättern betrafen, so lag es mir nun ob, auch Gewächse mit fleischigen Blättern und Stengeln zu demselben Zwecke zu untersuchen. Ich wählte dafür einen mit zahlreichen Blättern besetzten Zweig von *Crassula obliqua*, ferner ein Glied von *Opuntia vulgaris* und *Opuntia Pseudotuna*. Auch hier wurden die Schnittflächen so gut als möglich verklebt und alle drei Pflanzen unter eine hinlänglich befeuchtete Glasglocke gebracht. Die Ergebnisse der von Zeit zu Zeit unternommenen Wägungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt

Zeit der Beobachtung		Gewicht der genannten Pflanzen in Grm.			Bemerkungen über das Aussehen der Pflanzen.
Tag	Stunde	<i>Crassula obliqua</i>	<i>Opuntia vulgaris</i>	<i>Opuntia Pseudot.</i>	
9. Nov.	12 M.	36·5165	24·7915	29·9340	Alle Pflanzen in vol- lem Turgor.
14. "	12 M.	36·2000	24·5370	29·8670	"
18. "	12 M.	35·8250	24·3780	29·8125	"
20. "	12 M.	35·5780	24·3065	29·7880	"
23. "	12 M.	35·4670	24·2680	29·7930	Ebenso; nur die Schnittflächen etwas zusammen- gezogen.
24. "	12 M.	35·4280	24·2440	29·7855	"

Auch aus diesen Versuchen ergibt sich statt einer Gewichtszunahme vielmehr eine Abnahme, welche wie in den vorhergehenden Fällen gleichfalls nur dem Verluste an Zellsaft zugeschrieben werden kann. Nur ist es hier sehr auffallend und hängt genau mit der Organisation dieser Pflanzen zusammen, dass der Verlust innerhalb der Versuchszeit (15 Tage, so wie bei *Sparmannia africana*) nicht 3 p. C. erreicht, bei *Opuntia Pseudotuna* sogar unter $\frac{1}{2}$ p. C. blieb.

Die Anomalie bei letzterer Pflanze, welche einmal eine Gewichtszunahme bemerken liess, dürfte vielleicht aus der unmittelbaren Berührung, in welcher sie mit *Opuntia vulgaris* stand, und aus der Lage zu erklären sein, wodurch es ihr möglich war, den als feinen Thau condensirten Wasserdampf durch irgend eine verletzte Stelle aufzunehmen.

IV. Versuch.

Alle die bisher angeführten Versuche, so entscheidend sie immerhin genannt zu werden verdienen, sind jedoch immerhin nicht ganz frei von jedem Einwurfe, da hiebei nur mit einzelnen Theilen von Pflanzen experimentirt wurde, während die Pflanzen, so könnte man sagen, in ihrer vollständigen Integrität wohl vielleicht ein ganz anderes Resultat gegeben haben würden.

Wenn gleich nicht abzusehen ist, wie die Blätter einer Pflanze in einem und im anderen Falle in ihren Functionen wesentlich differiren sollten, da doch nichts anders als die Zuführung des Nahrungssaftes einen Unterschied hervorbringen könnte, so hielt ich es doch für

zweckmässig eine Reihe von Versuchen in der Art anzustellen, dass die Versuchspflanzen nicht nur nicht verletzt, sondern ganz und gar in ihren natürlichen Verhältnissen blieben.

Ich nahm zuerst eine gesunde junge Kohlpflanze, die durch einige Zeit in einem Topfe im Freien stand, und versenkte sie sammt demselben in ein etwas grösseres Glasgeschirr. Die obere Öffnung desselben bis auf die Stelle, wo der Stengel emporragte, wurde mit zwei an einander passenden halbkreisförmigen Glastafeln bedeckt, und alle Fugen der Gläser unter einander so wie derselben mit dem Stengel auf das Genaueste mit einem passenden Kitte verklebt. Auf solche Weise konnte aller Verlust der Pflanze an Wasser nur durch den beblätterten freien Stamm und eben so jeder mögliche Gewinn an Wasserdunst und andern gasförmigen Substanzen nur durch die Blätter stattfinden.

Die so vorgerichtete Pflanze wurde an die Sonne gestellt. Es dauerte nicht lange, so liess sich ein Schlaffwerden der äussersten Blätter nicht undeutlich wahrnehmen. In diesem Zustande wurde die Pflanze sammt dem Gefässe, in welchem sie stand, gewogen und gleich darauf unter einen feucht gehaltenen Glaseylinder gebracht, in dem mehrere Schalen mit Wasser aufgestellt waren.

Der Erfolg war wie vermuthet von der Art, dass sich die schlaffen Blätter wieder aufrichteten und so steif wie früher wurden. Die Pflanze wurde nun wieder gewogen, allein es zeigte sich keine Zunahme, sondern vielmehr eine Abnahme des Gewichtes. Es erfolgte also die Turgescenz nicht, wie man etwa vermuthen könnte, dadurch, dass die Pflanze mittelst ihrer Blätter Wasser von aussen aufgenommen hat, sondern vielmehr dadurch, dass bei Beschränkung der Transpiration die Pflanze Zeit fand, den allzu grossen Verbrauch durch Aufnahme von Wasser mittelst der Wurzeln zu ersetzen.

Dieser Versuch wurde mehrmals nach einander mit demselben Erfolge ausgeführt. Es zeigte sich aber dabei, dass die dem Schlaffwerden am ehesten ausgesetzten äussersten Blätter sehr rasch gelb wurden und abfielen, während die mittleren und jüngeren Blätter ungeachtet des fortwährend spärlicher werdenden Wassers im Topfe (denn es wurde nichts nachgegossen) sich immer weiter entwickelten.

Durch mehrere Tage hatte auf diese Weise die Kohlpflanze mittelst ihrer Blätter 30,850 Grm. Wasser verloren. Am 24. October 3 Uhr 20 Minuten Nachmittags wurde sie neuerdings gewogen. Schon

waren durch die Zeit des Versuches die untersten zwei Blätter gelb geworden, und auch das dritte zeigte eine beginnende Entfärbung. Nach fünf Tagen (bis zum 29. October) hatte die Pflanze neuerdings 174,053 Grm. verloren. Jetzt liess ich die Pflanze bis zum 3. November fortwährend unter dem befeuchteten Glaseylinder stehen. Der Erfolg war, dass nun auch das vierte Blatt gelb wurde und vertrocknete und das fünfte Blatt an der schlaffen Spitze gleichfalls vergilbte.

Obgleich schon wenig Wasser im Topfe zur Disposition der Wurzeln vorhanden war, so sah man das Glasgeschirr dennoch an der Innenseite fortwährend mit Wassertropfen bedeckt. Um diese Zeit bemerkte ich nun an der Oberfläche der Erde einzelne Wurzelfasern emportauchen, die sich jedoch später nicht weiter ausbildeten, während die aus der unteren Öffnung des Topfes hervorgetretenen sich bis zur Beendigung des Versuches verlängerten und verzweigten. Vom 3. November bis 8. November nahm die Pflanze wieder um 7,340 Grm. — von 8. Nov. bis 13. Nov. um 5.0 Grm. ab, zugleich war das sechste Blatt trocken geworden und abgefallen.

Vom 13. Nov. bis 18. Nov. trat abermals eine Abnahme von 3,92 Grm. ein, die von dieser Zeit an bis zum 23. November auf 3,19 Grm. endlich bis zum 25. Nov. aus grossem Mangel an Feuchtigkeit auf 0,68 Grm. fiel.

Als ich den Versuch am 2. December beendete, fand ich abermals eine Gewichtsabnahme von 4,75 Grm. Dabei war die Pflanze nichts weniger als welk, sondern hatte noch mehrere grüne und frische Blätter, nur war indessen auch das siebente Blatt durch Fäulniss zu Grunde gegangen.

Die Versuchspflanze hatte demnach durch einen Zeitraum von ungefähr 6 Wochen fortwährend an Gewicht abgenommen, verlor dabei ihre äusseren sieben Blätter und vegetirte bei dem grossen Mangel an Feuchtigkeit im Topfe nur noch kümmerlich unter dem feuchten Glaseylinder.

Auch aus diesem Versuche lässt sich ersehen, dass die Blätter der Pflanzen durchaus keine Aufnahmsorgane für atmosphärischen Wasserdunst sind, indem die Pflanze selbst bei dem grössten Wassermangel in der Erde statt Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen, vielmehr eine nicht unbeträchtliche Menge Wasser fortwährend durch die Blätter dahin abgab.

V. Versuch.

Aus den Experimenten St. Hales und Mr. Miller (l. c.) geht hervor, dass Pflanzen, die bei Tag zuweilen stark transpirirten, während der Nacht nicht bloss die Transpiration einstellten, sondern sogar an Gewicht zunahmen, was nur der Aufnahme von Wasserdunst zugeschrieben werden konnte. Hales fand dies an frischen Citronenbäumchen, Miller dessen Beobachtungen im Garten zu Chelsea angestellt Hales mittheilt, an einer Musa, Aloe und Paradiesapfel, durchaus Pflanzen die in Töpfen gezogen waren. — Musa hatte innerhalb 18 Tagen 5mal bei Nacht um $\frac{1}{2}$ bis 1 Unze — Aloe innerhalb 5 Tagen 3mal um $\frac{1}{2}$ Unze — und der Paradiesapfel um dieselbe Zeit sogar von Mittags bis Abends einmal um $1\frac{1}{2}$ Unzen zugenommen.

Gegen die Genauigkeit dieser Versuche lässt sich Manches einwenden. — Erstens wurden die Töpfe, in welchen die Versuchspflanzen standen, zwar in andere glasierte gebracht, jedoch oben nur unvollkommen mit Bleiplatten geschlossen; — zweitens wurden etwaige Verletzungen der Pflanzen ganz ausser Acht gelassen; — drittens die äusserlich an den Pflanzen erfolgten Niederschläge des Wasserdunstes, welche bei Musa eines Morgens sogar deutlich als Tropfen am Ende der Blätter auffielen, ebenfalls nicht in Rechnung gebracht; viertens endlich durch Translocationen Veranlassung zu Störungen gegeben, wie das namentlich bei dem Versuche mit dem Paradiesapfel geschah, der vom kalten ins warme Haus gebracht, gegen alle Regel sogar von Mittags bis Abends an Gewicht zunahm. Zuletzt darf auch nicht übergangen werden, dass die angewendeten Wagen, welche bei einer Belastung von höchstens 82 Pf. nur $\frac{1}{2}$ Unze ausschlugen, keine hinlänglich genauen Angaben gewähren konnten.

Alles dies zusammengekommen veranlasste mich ähnliche Versuche neuerdings mit besseren Instrumenten ¹⁾ anzustellen, und dabei auf alles Bedacht zu nehmen und alles zu vermeiden, was irgend einen störenden Nebeneinfluss haben konnte.

Demzufolge schloss ich ein im Topfe befindliches kräftiges Exemplar von *Beta vulgaris* und eine gleichfalls im Topfe stehende

¹⁾ Zu diesem sowohl als zu den übrigen Versuchen bediente ich mich zweier Wagen, deren eine von J. Kusche verfertigt bei einer Belastung von 100 Grm. 1 ja wohl noch $\frac{1}{2}$ Mil. Grm. ausschlägt, die andere hingegen von C. Rospini in Gratz bei einer Belastung von 4500 Grm. noch mit voller Sicherheit 50 Mil. Grm. angibt.

gesunde Pflanze von *Naegelia zebrina* Rgl. auf die bereits oben angegebene Weise in Glasgeschirre ein, so dass nur der beblätterte Theil des Stammes mit der äusseren Luft in Berührung blieb, der übrige in der Erde befindliche Theil, so wie diese selbst sammt dem Topfe hingegen von dieser vollkommen luftdicht abgeschlossen wurde.

Beide Pflanzen wurden, ohne befeuchtet zu werden, durch mehrere Tage Abends 5 Uhr und Morgens 8 Uhr gewogen, ausser dieser Zeit die eine in ein kaltes, die andere in ein warmes Gewächshaus gebracht, wo sie schon lange vor dem Versuche gestanden hatten.

Um zu verhüten, dass während dem Wägen irgend eine auf den fraglichen Punkt nachtheilige Wirkung erfolgte, wurden statt die Pflanzen zur Wage zu bringen, diese in einer an das kalte Gewächshaus anstossenden Kammer aufgestellt und dort die jedesmalige Wägung vorgenommen. Das Wägen selbst wurde so rasch als möglich beendet. Ich lasse hier die aus dem darüber geführten Tagebuche entnommenen Resultate in tabellarischer Übersicht folgen, und bemerke nur noch, dass die Gesamtoberfläche der Blätter bei *Beta vulgaris* 389 Quad. Cent. Met. — bei *Naegelia zebrina* 890 Quad. Cent. Met. betrug.

Beobachtungs- Zeit		Gewichtsverlust in Grm. bei		Bemerkungen über das Aussehen der Pflanzen.
Tag	Stunde	<i>Beta vulgaris</i>	<i>Naegelia zebrina</i>	
16. Nov.	5. Ab.	—	—	Die Pflanzen alle frisch.
17. Nov.	8. Mg.	0·06	0·12	
„	5. Ab.	16·26	8·83	Keine Veränderung an den Pflanzen.
18. Nov.	8. Mg.	2·07	0·17	
„	5. Ab.	7·52	3·22	Die obersten Blätter von Nae- gelia aus Mangel an Zell- saft wie bei beginnender Austrocknung etwas zu- sammengezogen, was sich auch weiter nicht änderte.
19. Nov.	8. Mg.	0·24	0·60	
„	5. Ab.	11·55	5·46	Durch beständigen Luftwech- sel und Einwirkung der Sonnenstrahlen 4 Blätter der Beta der Art welk, dass sie über den Topf herunterhingen. Auch die Blätter der Naegelia etwas schlaff.

Beobachtungs- zeit		Gewichtsverlust in Grm. bei		Bemerkungen über das Aussehen der Pflanze.
Tag	Stunde	<i>Beta vulgaris</i>	<i>Naegelia zebrina</i>	
20. Nov.	8. Mg.	0.37	0.71	Über Nacht in das warme Haus gebracht die Blätter der Beta wieder vollkommen steif.
"	5. Ab.	2.80	4.55	Zwei Blätter der Beta wieder ziemlich schlaff geworden. Blieb über Nacht im kalten Hause.
21. Nov.	8. Mg.	0.01	0.10	Die Blätter der Beta wieder ganz steif.
"	5. Ab.	7.11	4.37	4 Blätter der Beta ganz welk und schlaff. Wurde über Nacht ins warme Haus gestellt.
22. Nov.	8. Mg.	0.03	6.26	Beta nicht anders geworden.
"	5. Ab.	—	—	Bei Öffnung des Topfes zeigte sich grosser Mangel an Feuchtigkeit. Naegelia hatte noch genug Feuchtigkeit, wesshalb sie auch fortwuchs und endlich sogar eine Blume öffnete.

Es stellt sich nunmehr auch aus diesen Versuchen unwiderleglich heraus, dass die Blätter der Pflanzen sowohl während des Tages als zur Nachtzeit Wasserdünste an die Atmosphäre abgeben, dass diese Abgabe in der Regel bei Tage zwar immer stärker als bei Nacht erfolgt, dass sie jedoch selbst in der Nacht nicht ganz sistirt, und dass daher aus diesem Grunde auch keine Aufnahme von Wasserdunst durch die Blätter während dieser Zeit erfolgen könne.

Sehr in die Augen springend zeigte dies *Beta vulgaris* am 19. November. Da an diesem heiteren Tage die Pflanze beständig von der Sonne beschienen und durch Lüftung der Fenster dieselbe auch fortwährend von einer trockenen Luft umgeben wurde, so waren bis Abends 5 Uhr ihre vier grösseren Blätter dergestalt welk geworden, dass sie an den Seiten des Topfes schlaff herunterhingen. Die Pflanze wurde über Nacht nicht wie sonst in dem kalten Gewächshause gelassen, sondern in einen warmen und hinlänglich feuchten holländischen Kasten gestellt. Am andern Tag früh waren zu meinem grössten Erstaunen sämtliche schlaffe Blätter vollständig aufgerichtet

und so steif geworden wie sie früher waren. Sollte dies auf Kosten des durch die Blätter aus der Atmosphäre aufgenommenen Wasserdunstes erfolgt sein?

Die Wägung am 20. November Morgens zeigte nicht nur keine Gewichtsvermehrung, im Gegentheile vielmehr einen relativ nicht unbeträchtlichen Gewichtsverlust von 0,37 Grm. Die Erholung der welken Pflanze war also hier wie in allen ähnlichen Fällen nicht das Resultat von Wasseraufnahme durch die Blätter, sondern das Ergebniss der Wasseraufnahme durch die Wurzeln so wie die Folge einer gleichmässigen Vertheilung des wässerigen Zellinhaltes der ganzen Pflanze bei fast gänzlicher Unterdrückung der Transpiration. Dass diese Erklärung richtig ist, beweiset übrigens noch der Umstand, dass dieselbe Pflanze zwei Tage später eben so schlaff geworden, im warmen Hause sich des Nachts nicht mehr erholte, indem die Pflanze während der Versuchszeit schon zu viel Wasser durch Transpiration verloren hatte als dass das in ihrem Topfe und im Stamme befindliche hätte ausreichen können, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Sobald nun aber nach Beendigung des Versuches die trockene Erde des Topfes hinlänglich Wasser bekam, erholte sich die Pflanze so rasch, dass sie in weniger als 3 Stunden die vollkommen welken Blätter steif in die Höhe hob.

Aus den vorstehenden Untersuchungen dürfte demnach als hinlänglich erwiesen hervorgehen: dass die Blätter der Pflanzen in ihrer normalen Function kein dunstförmiges Wasser aufnehmen, sondern dass ihnen durchaus und unter allen Umständen vielmehr die entgegengesetzte Verrichtung, nämlich Abgabe von Wasserdunst an die Atmosphäre zukomme. Die Wirkungen, welche eine feuchte Atmosphäre auf lebende Pflanzen hervorbringt, sind daher auf eine andere Weise zu erklären, als es bisher üblich war.

Wer die Wirksamkeit poröser und fein zertheilter Substanzen, wie das unsere Erdarten in der Regel sind, so wie die Wirksamkeit des Humus auf die mit ihnen in Berührung kommenden Wasserdünste kennt, wird keinen Augenblick anstehen, in den allermeisten Fällen der Erde, in der die Pflanzen wurzeln, jenes Vermögen zuzuschreiben, das man irrthümlich den Blättern zuwenden wollte. Was aber die Fälle betrifft, wo Pflanzen in der Luft hängend ohne Wurzeln sich

längere Zeit ernährten, so sind die meist vorhandenen Verletzungen so wie der Einfluss eines Theiles der Pflanze auf den andern nicht unberücksichtigt zu lassen. Auf gleiche Weise sind auch die Erscheinungen des Vegetirens jener Zweige in warmen und feuchten Gewächshäusern zu erklären, deren Stämme im tief gefrorenen Boden standen.

Die obenstehenden Versuche haben, wie das gewöhnlich der Fall ist, mit der Erledigung der Hauptfrage noch mehrere andere für die Pflanzenphysiologie nicht unwichtige Gesichtspunkte eröffnet. Diese weiter zu verfolgen, sollen meine nächsten Bemühungen sein.

Über die Aufsaugung des Chylus aus der Darmhöhle.

Von dem w. M. Prof. Ernst Brücke.

(Auszug aus dem ersten, in der Sitzung vom 9. December vorgetragenen Theile einer grösseren für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Schon vor zehn Jahren haben Gruby und Delafond gezeigt, dass die Fetttröpfchen des Chylus bei der Resorption zunächst in das Innere der Epitheliumzellen hineingelangen. Die Erklärung dieses Überganges hat immer besondere Schwierigkeiten gehabt, welche auch durch die von v. Wistingshausen in neuerer Zeit publicirten Versuche ¹⁾ nicht gehoben sind. Noch immer ist es aus physikalischen Gründen in hohem Grade unwahrscheinlich, dass die Fetttröpfchen durch eine feste Zellenmembran hindurchgehen. Nach meinen Untersuchungen weist die directe Beobachtung keine solche Membran nach; sondern sie zeigt vielmehr, dass der Zelleninhalt in zusammenhängenden Massen austreten kann, ohne dass dabei das Zerreißen einer Membran beobachtet wird. Das Erscheinen des feinen gewölbten Contours an der Darmhöhlenseite der Zelle, den man fälschlich als die durch Diffusion aufgetriebene Zellenmembran zu deuten pflegt, bezeichnet den Beginn dieses Processes. Gruby und Delafond nahmen temporäre Öffnungen der Cylinderzellen an; sie fanden hiermit keine Anerkennung; man hält dieselben jetzt allgemein für allseitig geschlossen. Ich glaube noch weiter gehen zu müssen, als jene Autoren, da meinen Untersuchungen nach jene Zellen dauernd und in ihrer ganzen Breite gegen die Darm-

¹⁾ (*Diss. inaug. Dorpat. 1851.*) Schmidt's Jahrbücher der gesammten Medicin. Bd. 75, S. 148.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1852

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Unger Franz Joseph Andreas Nicolaus

Artikel/Article: [Nehmen die Blätter die Pflanzen dunstförmiges Wasser aus der Atmosphäre auf?. 885-900](#)