ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigirt von Dr. Richard R. v. Wettstein,
Professor an der k. k. deutschen Universität in Prag.

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

XLV. Jahrgang, N^o. 10.

Wien, October 1895.

Kleinere Arbeiten
des pflanzen-physiologischen Institutes der Wiener Universität. XXIII.

Ueber die Transpiration der Kartoffel.

Von Leopold Poljanec (Wien).

Meine Untersuchungen über die Functionen des Saftperiderms¹⁾ der Kartoffel und der Sprosse von *Sambucus nigra* forderten auch die Beantwortung folgender Fragen. Welchen Einfluss übt das Saftperiderm auf die Transpiration der Pflanze? In welchem Verhältnisse steht die Verdunstung, wenn man das ganze Periderm unversehrt lässt, in welchem, wenn man das todte Periderm entfernt? Ferner sollte auch bestimmt werden, welches Verhältniss der Transpiration sich bei einer geschälten, halb geschälten (bei dieser wurde blos das todte Periderm abgenommen) und ungeschälten Kartoffel darbietet.

Ueber die Transpiration der Kartoffel liegen bereits Versuche von Nägeli²⁾ und Eder³⁾ vor. Ersterer machte ausgedehnte Versuche über die Transpiration von lebenden und toden (zum Erfrieren gebrachten) Peridermschichten. Eine besondere Bedeutung ist aber diesen Versuchen, abgesehen davon, dass die Wägungen nach grossen Zwischenräumen vorgenommen wurden, deshalb nicht beizulegen, weil die untersuchten Membranen gar nicht jenem Zustande entsprachen, in dem sie untersucht werden sollten.

Die Versuchsäpfel begannen nach wenigen Tagen zu faulen und waren nach kurzer Zeit ganz faul; nichtsdestoweniger wurden sie zu weiteren Wägungen herangezogen. Ebenso ging es bei den Versuchen mit den Kartoffeln, bei welchen Nägeli dies speciell nicht hinzufügt. Als Beweis diene folgende, seiner Abhandlung entlehnte Transpirationstabelle zweier ungeschälten Kartoffeln, welche dem Froste nicht ausgesetzt worden waren.

¹⁾ Siehe Wiesner: Ueber das Saftperiderm (Oesterr. botan. Zeitschr., 1890, pag. 107).

²⁾ Ber. der kön. bayr. Akademie d. Wiss. 1861, Bd. I, p. 238.

³⁾ Ber. der kais. Akademie d. Wiss. zu Wien. Bd. 72 (1875).

Datum	Gesammtgewicht in gr	Abnahme in 24 Stunden
26. II. 10 ^h Vorm.	123·50	—
1. III. 10 ^h Abds.	121·86	0·36
9. III.	120·51	0·17
21. III.	118·66	0·15
6. IV.	116·21	0·15
21. IV.	113·78	0·16
9. V.	110·56	0·18
22. V.	107·82	0·21
10. VI.	102·53	0·28
2. VII.	96·00	0·30
24. VII.	87·21	0·40
28. VIII.	73·54	0·39
18. X.	56·93	0·33
8. XI.	50·48	0·31
2. II. 1861	18·91	0·25

Diese Wägungen zeigen auf den ersten Blick, dass hier keine normalen Verhältnisse vorlagen. Denn so lange das Periderm der Kartoffel noch keine chemische Veränderung erlitten hat und auch sonstwie nicht verletzt worden ist, musste die Transpiration fortwährend aber bis in's Unendliche abnehmen. Hier aber sank die Verdunstung anfangs im Mittel von 0·36 auf 0·15 gr, stieg aber dann zur Ziffer von 0·40 gr, was nur durch die chemische Zersetzung oder anderweitige Veränderungen des Periderms erklärt werden kann.

Ich habe nun in den Dünnschnitten, die ich mir vom Kartoffelperiderm anfertigte, massenhafte Ansammlungen von Pilzen gefunden, deren Verzweigungen sich tief unter das Phellogen erstreckten. Solche Parasiten dürften zweifellos die Beschaffenheit des Periderms im Frühjahr, wo die Versuche angestellt wurden, mächtig beeinflussen; dazu rechne man die überall in der Luft verbreiteten Keime der Fäulnisbakterien und anderer Fermentorganismen, um ohne weiteres einsehen zu können, dass eine mächtige Korkmembran sich selbst und die Kartoffel auf die Dauer vor Fäulnis nicht schützen kann. Ist aber diese einmal eingetreten, so hat man kein Recht mehr, diesen Versuch noch weiter fortzusetzen, da er eben keine normalen Zustände mehr darbietet und kein Kriterium für die Transpiration einer unversehrten Peridermschichte abgibt.

Eder's Ausführungen (l. c.) haften der Mangel an, dass er seine Wägungen auf die Gewichts- und Zeiteinheit reducirt und dann untereinander verglichen hat, obwohl, wie er selbst zugesteht, dieses Verfahren ein fehlerhaftes ist.

Die Transpiration ist vor allem eine Function der Fläche.

Allerdings hat schon Sachs hervorgehoben, dass selbst die Oberfläche nicht ohne weiteres als Massstab der Transpirationsgrösse

betrachtet werden könne, da sie von der Vertheilung und Grösse der unregelmässigen Intercellulargänge und der Spaltöffnungen, beziehungsweise der Lenticellen abhängig sei. Dieser Einwurf hat seine Berechtigung nur mit Rücksicht auf Blätter und überhaupt auf Organe, welche eine Spaltöffnungen führende Epidermis und dem entsprechend auch ein an Intercellularen reiches Parenchym besitzen. Auf die Kartoffelknolle hat dieser Einwurf keinen Bezug, und da in meinen Versuchen die mittlere Transpirationsgrösse für die Flächeneinheit gesucht wurde, so erscheinen dabei die Unregelmässigkeiten der Oberfläche ausgeglichen.

Die Hauptschwierigkeit besteht nur darin, die Oberfläche einer Kartoffel überhaupt mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen.

Nägeli wandte bei der Kartoffel folgendes Verfahren an: „Es wurden 3 Durchmesser und die ihnen entsprechenden Umfänge der Kartoffel gemessen und daraus 2 Rotationsellipsoide berechnet, beide von gleicher Länge wie die Kartoffel, das eine mit gleichem Kubikinhalt wie diese, das andere mit einem Querdurchmesser, welcher dem grösseren Breitendurchmesser der Kartoffel entsprach. Von diesen beiden Rotationsellipsoiden war das erstere ein eingeschriebenes, das zweite ein umschriebenes, jenes hatte offenbar eine kleinere, dieses eine ein wenig grössere Oberfläche wie die Kartoffel, wenn Unebenheiten der letzteren als die Oberfläche vergrössernd in Anschlag gebracht werden.“

Dieses Verfahren konnte mich natürlich nicht befriedigen. Es ergaben sich dabei bei kleinen Oberflächen Differenzen von $2-2.5 \text{ cm}^2$, was bei kleinen Grössen schon einen bedeutenden Fehler zur Folge hat. Von der Voraussetzung ausgehend, dass bei gleicher Beschaffenheit und Dicke des Stanniols dessen Gewicht der Fläche proportional sein müsse, nahm ich die Bestimmung der Oberfläche folgendermassen vor:

Auf die Kartoffel wurden kleine Flächen von Stanniolpapier aufgelegt und mit Nadeln festgehalten, bis die ganze Kartoffelknolle mit Stanniol bedeckt worden war. Dabei geht man von einem passenden Punkte aus und legt das Stanniol in concentrischen Schichten auf, um die inneren Schichten wieder wegnehmen zu können, weil man sonst wegen der vielen Nadeln gar nicht weiter arbeiten könnte. Dieses Stanniol wurde nun auf die Wagschale gelegt, genau abgewogen und dann mit dem Gewichte von 1 dm^2 Stanniolpapier verglichen, woraus sich die Oberfläche unmittelbar ergab. Diese Methode ist allerdings mit grosser Arbeit verbunden (ich verwendete für eine solche Oberflächenbestimmung 3—4 Stunden), sie liefert aber auch je nach der Vorsicht umso genauere Resultate, so dass zum Beispiel bei meinen Versuchen bei mittelgrossen Kartoffeln die Fehlergrenze 0.5 cm^2 nicht überschreiten dürfte.

Die Wägungen der halb geschälten (nur vom todtten Periderm befreiten) und der ganz geschälten Kartoffeln mussten schon deshalb

in so kurzen Zwischenräumen vorgenommen werden, weil sich bei ersteren bald neues todtes Periderm, bei letzteren das Wundperiderm ausbildet, und die Verdunstung dann nicht mehr als der Ausdruck der Transpirationsgrösse für eine bestimmte Phase angenommen werden kann.

Erster Versuch.

	Zeit der Beobachtung	Gewicht	Relative Feuchtigkeit
Ungeschälte Kartoffel, ergrünt, mit dicker Peridermschicht, die sich stellenweise ablöst	7. III. 95 11 ^h V.	80·436 gr	—
	8. III. 11 ^h V.	80·221 gr	80 %

Die Kartoffel hat in 24 Stunden um 215 mgr abgenommen (oder in je 20^m um 3 mgr).

Das Gewicht der die Kartoffel bedeckenden Stanniolschicht beträgt 0·728 gr. Das Gewicht von 1 dm² Stanniol beträgt nun 0·813 gr. Daraus ergibt sich die Oberfläche der Kartoffel zu 89·5 cm² oder rund 90 cm².

Demnach transpirirt die Kartoffel in 24 Stunden per Flächeneinheit (1 cm²) ungefähr 2·38 mgr.

Zweiter Versuch.

Aus dieser Kartoffel wurde ein prismatisches Stück herausgeschnitten. Das Gewicht des bedeckenden Stanniols betrug 0·41 gr, was einer Oberfläche von 50·4 cm² oder 50 cm² entspricht. Hier war die Oberflächenbestimmung bedeutend leichter, da ebene Flächen vorhanden waren. Man brauchte das Prisma mit der entsprechenden Fläche nur an das Stanniol zu drücken, so schmiegte sich dieses sehr innig an und konnte mit einem Scalpell leicht an den Rändern abgeschnitten werden. Die Wägungen dieser Kartoffel ergaben folgendes Resultat:

Zeit der Wägung	Gewicht	Relative Feuchtigkeit
10 ^h 32 ^m	27·366 gr	79 %
10 ^h 34 ^m	27·336 gr	
10 ^h 36 ^m 30 ^s	27·316 gr	
10 ^h 39 ^m 15 ^s	27·286 gr	
10 ^h 41 ^m 30 ^s	27·266 gr	
10 ^h 46 ^m 30 ^s	27·216 gr	78 %
10 ^h 49 ^m 30 ^s	27·186 gr	
10 ^h 51 ^m 30 ^s	27·166 gr	
10 ^h 55 ^m	27·136 gr	
10 ^h 57 ^m 15 ^s	27·116 gr	
11 ^h 0 ^m 15 ^s	27·086 gr	
11 ^h 2 ^m 30 ^s	27·066 gr	
11 ^h 5 ^m 30 ^s	27·036 gr	

11 ^h 7 ^m 30 ^s	27·016 gr	
11 ^h 11 ^m	26·986 gr	79 %
11 ^h 13 ^m	26·966 gr	
11 ^h 16 ^m 45 ^s	26·936 gr	

Von 10^h 41^m 30^s—11^h 5^m 30^s, also in 24 Minuten, transpirirte die Kartoffel 0·2 gr Wasser; dabei muss aber noch eine Quantität CO₂ in Anschlag gebracht werden, da die Verletzung der Kartoffel nach Boehm eine fieberhafte Athmung einleitet.

Daraus lässt sich leicht ausrechnen, dass diese Kartoffel pro Flächeneinheit (1 cm²) in 24 Stunden 0·48 gr Wasser und CO₂ abgeben würde, wenn die Verdunstung in demselben Verhältnisse fortschritte.

Dritter Versuch.

Bei vielen Versuchen hat es sich trotz der grössten Sorgfalt beim Abschaben des todtten Periderms herausgestellt, dass das Saftperiderm stellenweise dennoch verletzt wurde, und die Wägungen infolge dessen zu grosse Werthe ergaben. Es blieb da nichts Anderes übrig, als auf eine andere Weise das vorgesteckte Ziel zu erreichen. Eine Kartoffel wurde unter der Wasserleitung so lange gewaschen, bis das todtte Periderm mit Ausnahme einiger wenigen Schichten, die aber auch lädirt waren, wie es sich bei der mikroskopischen Untersuchung herausstellte, entfernt worden war. Die Kartoffel hatte dadurch ein weisses, glänzendes Aussehen bekommen. Die Wägungen ergaben folgendes Resultat:

Zeit der Wägung	Gewicht	Differenz	Relative Feuchtigkeit
11 ^h 4 ^m 30 ^s	23·346 gr		85 %
11 ^h 18 ^m	23·341 gr	0·005 gr	85 %
11 ^h 36 ^m	23·336 gr	0·005 gr	86 %
11 ^h 54 ^m	23·331 gr	0·005 gr	84 %
12 ^h 9 ^m	23·326 gr	0·005 gr	83 %

Da zeigte sich eine kleine Stelle, an der das Saftperiderm verletzt war. Sie wurde mit Wachs verstopft, und die Wägungen wurden fortgesetzt.

12 ^h 20 ^m	23·326 gr ¹⁾		82 %
12 ^h 37 ^m	23·321 gr	0·005 gr	84 %
12 ^h 54 ^m	23·316 gr	0·005 gr	83 %

Das Gewicht des bedeckenden Stanniols betrug 0·341 gr, und lässt auf eine Oberfläche von 41·9 cm² oder rund 42 cm² schliessen.

Die Kartoffel transpirirt nun, wenn wir die Zahlen von 12^h 20^m—12^h 54^m nehmen, in 34^m 0·01 gr, in 24 Stunden 0·422 gr. Auf die Flächeneinheit von 1 cm² kommt eine tägliche Transpiration von 0·01 gr.

¹⁾ Sammt dem Wachs.

Eine mit todtm Periderm und Saftperiderm bedeckte Kartoffel transpirirt somit in 24 Stunden pro 1 cm^2 0·00238 gr. Die blos mit Saftperiderm bedeckte Kartoffel verdunstet in gleicher Zeit pro 1 cm^2 0·01 gr.

Die geschälte Kartoffel gibt täglich pro 1 cm^2 0·48 gr ab.

Nehmen wir die Transpirationsgrösse der Kartoffel, welche nur mit Saftperiderm bedeckt ist, als Einheit an, so erhalten wir das Verhältnis:

Ungeschält : halbgeschält : geschält = $\frac{6}{25}$: 1 : 48.

Nehmen wir die tägliche Verdunstung der ungeschälten Kartoffel als Einheit an, so ergibt sich das Verhältnis 1 : 4·1 : 200.

Daraus kann man entnehmen, wie gewaltig das Periderm die darunter liegenden Gewebe vor Verdunstung schützt.

Nach den Untersuchungen Eder's soll die verkorkte Zellhaut für Wasser impermeabel sein und die Verdunstung soll nur durch Lenticellen vor sich gehen. Dies entspricht aber meinen Beobachtungen nicht. Es ist ja übrigens schon vor längerer Zeit von Wiesner und Pacher¹⁾ gezeigt worden, dass verkorkte Zellhäute, namentlich jüngerer Organe, für Wasserdampf durchlässig sind, und bald darauf ist durch die Versuche von Haberlandt²⁾ nachgewiesen worden, dass die Transpiration lenticellenführender Organe zum Theile auf die Lenticellen, zum Theile auf das Periderm selbst zurückzuführen ist.

Aber auch das Saftperiderm gewährt der Kartoffelknolle einen bedeutenden Schutz, wenn auch nicht in dem Masse, wie todtm Periderm.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass die gefundenen Verhältniszahlen selbstverständlich keinen Anspruch auf allgemeine Giltigkeit erheben können, da die Transpiration der Kartoffel unter sonst gleichen Verhältnissen in nicht unerheblichem Masse von der Varietät abhängig ist und auch von der Cultur beeinflusst wird.

Beitrag

zur Moosflora Westböhmens und des Erzgebirges.

Von Dr. Ernst Bauer (Prag).

Bevor ich einen bereits grösstentheils fertiggestellten, umfangreichen Nachtrag zu den im XIII. Bande des naturwissenschaftlichen Jahrbuches „Lotos“ erschienenen Beiträgen veröffentliche, erlaube

¹⁾ Wiesner und Pacher: Ueber die Transpiration entlaubter Zweige und des Stammes der Rosskastanie (Oesterr. botan. Zeitschr. 1875, Nr. 5).

²⁾ Haberlandt Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen (Arbeiten des pflanzenphys. Inst. der Wiener Universität), veröffentlicht in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. 72 (1875).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [045](#)

Autor(en)/Author(s): Poljanec Leopold

Artikel/Article: [Ueber die Transpiration der Kartoffel. 369-374](#)