

## 51. A. Ursprung und C. Hayoz: Zur Kenntnis der Saugkraft VI.

### Weitere Beiträge zur Saugkraft des normalen und abgeschnittenen Hederablattes.

(Eingegangen am 31. Juli 1922. Vorgetragen in der Novembersitzung 1922)

Da hier Saugkräfte bis zu 0,96 Mol. Rohrzucker gefunden wurden, in der früher<sup>1)</sup> mitgeteilten Tabelle die zugehörigen Atmosphärenwerte in Abständen von 0,01 Mol. aber nur bis 0,82 Mol. Rohrzucker enthalten sind, mußte die Tabelle von 0,82 bis 0,96 Mol. erweitert werden. Es geschah dies auf Grund der Arbeiten von MORSE<sup>2)</sup> sowie von BERKELEY und HARTLEY durch Konstruktion der P- und  $\frac{P}{C}$ -Kurven.

#### Osmotischer Druck von Rohrzuckerlösungen.

Mol. Rohrz. in 1 Liter Lösung	Osmot. Druck bei 20 ° in Atm.	Mol. Rohrz. in 1 Liter Lösung	Osmot. Druck bei 20 ° in Atm.	Mol. Rohrz. in 1 Liter Lösung	Osmot. Druck bei 20 ° in Atm.
0,83	26,8	0,88	28,8	0,93	31,1
0,84	27,2	0,89	29,3	0,94	31,6
0,85	27,6	0,90	29,7	0,95	32,1
0,86	28,0	0,91	30,2	0,96	32,6
0,87	28,4	0,92	30,7		

#### Normales Blatt.

1. Epidermis. Während URSPRUNG und BLUM<sup>3)</sup> in allen hierauf geprüften Spreitengeweben eine deutliche Zunahme der Saugkraft in Richtung des aufsteigenden Wassers gefunden hatten, war dies bei der Epidermis nicht der Fall. Erneute und ein-

1) URSPRUNG und BLUM, Zur Methode der Saugkraftmessung. Diese Berichte 1916, p. 533.

2) MORSE, Carnegie Institution of Washington 1914. Publication 198, p. 184. BERKELEY and HARTLEY, Philos. Transact. Roy. Soc. London, Ser. A, Vol. 206, p. 503. Vgl. auch FRAZER and MYRICK, Journ. Americ. Chem. Soc., Vol. 38, p. 1907.

3) URSPRUNG und BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft II. Diese Berichte 1918, p. 579. URSPRUNG und BLUM, Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. Diese Berichte 1918, p. 599.

gehendere Untersuchungen ließen nun aber doch ein, wenn auch nur schwaches Ansteigen erkennen, z. B.:

	über Hauptnervbasis	neben	neben Hauptnerv- mitte	Hauptnerv- spitze	über Seiten- <sup>1)</sup> nerv 1. Ordg.
Oberseite .	7,3	7,8	7,8	8,7	7,3 Atm.
Unterseite .	6,0	6,8	6,9	8,1	6,3 Atm.

Wie zu erwarten, wies ferner die Blattstielepidermis an der Stielspitze eine höhere Saugkraft auf (10,1 Atm.) als an der Stielbasis (9,2 Atm.).

2. Palisaden. In den bisherigen Untersuchungen<sup>2)</sup> fiel zweierlei auf: die Regelmäßigkeit, mit der die Saugkraft der obersten Palisadenschicht mit der Entfernung vom Hauptnerv anstieg, und die hohen Saugkraftwerte (bis 16,4 Atm.), die dabei gefunden wurden. Die neuen Messungen, die nicht von einem Hauptnerv, sondern von einem Seitennerv 1. Ordnung ausgingen, zeigten wiederum das regelmäßige Ansteigen, führten aber zu einem bedeutend höheren Maximum (32,6 Atm.), wie aus dem stark gekürzten Auszug einer solchen Messungsreihe ersichtlich ist:

Palisaden- nummer	3	11	21	30	44	60	72	84	99	113	132
Saugkraft in Atm.	12,1	13,3	13,7	15,0	17,1	18,1	20,4	22,7	25,1	26,0	28,4
Palisaden- nummer	145	155	167	190	207	210	214	223	228	230	
Saugkraft in Atm.	29,7	30,2	30,7	31,6	32,1	32,6	32,6	32,1	32,1	32,1	

Während die Saugkraft der Palisaden längs der Hauptnerven und Seitennerven 1. Ordnung minimale Werte aufweist, um mit zunehmender Nervdistanz regelmäßig anzusteigen, ist dies bei feinen Nerven nicht mehr der Fall; ihre Gegenwart macht sich nur durch geringfügige lokale Depressionen in der Saugkraftkurve einer Palisadenreihe bemerkbar. Das weist darauf hin, daß die Wasserversorgung der Palisaden hauptsächlich von den starken Nerven aus erfolgt. Dabei ist anatomisch auffallend, daß diese starken Nerven von kräftigen, seitlich oft zusammenschließenden Bastbelegen eingeschlossen sind, und daß sie die Kontinuität des

1) Hier, wie auch im folgenden, stellt jeder angeführte Zahlenwert das Mittel aus einer größeren Zahl von Einzelmessungen dar.

2) URSPRUNG und BLUM, Zur Kenntnis der Saugkraft II. Diese Berichte 1918. URSPRUNG und BLUM, Besprechung unserer bisherigen Saugkraftmessungen. I. c.

Palisadenparenchyms meist unterbrechen, während die feinen Nerven der Bastbelege entbehren und die Anordnung der Palisaden nicht beeinflussen. Die seitliche Wasserabgabe aus den Gefäßbündeln wird also durch die Bastbelege nicht verhindert.

Prüft man die an den Seitennerv 1. Ordnung angrenzenden Palisaden in verschiedener Distanz vom Hauptnerv, so ergibt sich wieder die schon mehrfach konstatierte Saugkraftzunahme in Richtung des aufsteigenden Wassers: 9,9 → 11,4 → 12,1 → 14,0 Atm.

Das auffälligste Resultat dieser Untersuchungen bildet das schon erwähnte hohe Saugkraftmaximum von 32,6 Atm. Daß diese starke Saugung früher nicht gefunden wurde, beruht vor allem darauf, daß die damaligen Messungen sich auf kürzere Nervdistanzen beschränkten; so bezieht sich das frühere Maximum von 16,4 Atm. auf die 35<sup>te</sup> Palisade, das neue Maximum von 32,6 Atm. aber auf die 210<sup>te</sup> Palisade. Wie aus obiger Messungsreihe folgt, erreicht die Saugkraft in der 210<sup>ten</sup>—214<sup>ten</sup> Zelle den maximalen Wert und fällt in höheren Palisadennummern wieder ab. Dies erklärt sich wohl dadurch, daß mit der ca. 210<sup>ten</sup> Zelle (= 3,5—4 mm) die Maximaldistanz gegeben ist, auf welche das Gefäßbündel die Palisadenreihe seitlich mit Wasser versorgt, und daß die Wasserversorgung der höheren Nummern bereits von einem anderen Gefäßbündel aus geregelt wird.

Parallel mit der Saugkraft wurde auch der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse gemessen und festgestellt, daß in der Nähe der 210<sup>ten</sup> Zelle die Saugkraft der Zelle mit der Saugkraft des Inhaltes bei Grenzplasmolyse (= 0,96 Mol.) sich deckt; daraus folgt, daß in der 210<sup>ten</sup> Zelle die Wand ganz oder nahezu entspannt ist, der Inhalt also seine volle Saugkraft entfalten kann.

3. Parenchymscheide. Ihre Saugkraft zeigt eine deutliche Zunahme in Richtung des aufsteigenden Wassers: Hauptnervbasis (4,1 Atm.) → Hauptnervmitte (5,2 Atm.) → Hauptnervspitze (6,3 Atm.) → Seitennerv 1. Ordnung, Meßstelle 1 (6,5 Atm.) → Meßstelle 2 (7,8 Atm.) → Meßstelle 3 (8,3 Atm.) → Meßstelle 4 (9,1 Atm.) → Seitennerv höherer Ordnung (10,2 Atm.) → Bündelendigung (11,0 Atm.)<sup>1)</sup>.

Die maximale Saugkraft der unteren Spreitenepidermis beträgt 8,1 Atm.; die Saugkraft der Parenchymscheide schwankt in der Spreite zwischen 4,1 und 11,0 Atm. Daraus folgt, daß nicht jede Epidermiszelle aus der nächstgelegenen Parenchymscheide Wasser schöpfen kann; die Epidermis ist in der Wasserversorgung

1) Im Seitennerv 1. Ordg.steigt das Wasser in der Richtung Meßstelle 1 → 4.

offenbar auf die stärkeren Gefäßbündel beschränkt, deren Scheiden eine tiefere Saugkraft besitzen.

### Abgeschnittenes Blatt.

1. Das abgeschnittene Blatt wurde auf dem Arbeitstisch ohne Wasserzufuhr welken gelassen, wobei man entweder den Stiel an der Spreite beließ oder von ihr lostrennte, und ferner den Stiel entweder mit Vaseline bestrich (= Transpirationsschutz) oder nicht. Untersucht wurde die Epidermis, bei der Spreite die Epidermis der Unterseite.

	Lebensdauer in Tagen		Saugkraft					
	Stiel	Spreite <sup>1)</sup>	der Stielbasis in Atm.			der Spreite, nerven- freie Stelle, in Atm.		
			2. Tag	vor Ab- sterben	Anstieg in %	2. Tag	vor Ab- sterben	Anstieg in %
a) Stiel m. Spreite, ohne Transpi- rationsschutz.	8	8—11	10,4	13,5	30 %	7,5	11,5	53 %
Stiel m. Spreite, Stiel m. Vase- line bestrichen	8—10	10—14	10,1	12,4	23 %	7,6	11,2	47 %
b) Stiel m. Spreite, ohne Transpi- rationsschutz.	7	7—10	—	—	—	—	—	—
Stiel v. Spreite getrennt, ohne Trnsp.-Schutz	14	8	9,9	13,5	36 %	7,9	10,9	38 %

Wir sehen, daß das Bestreichen des Stiels mit Vaseline die Lebensdauer von Stiel und Spreite verlängert, während die Trennung des Stiels von der Spreite für den Stiel eine bedeutende Verlängerung, für die Spreite aber eine Verkürzung der Lebensdauer zur Folge hat.

Da sich das Bestreichen mit Vaseline als ungenügender Transpirationsschutz erwies, wurde der Stiel in ein mit Vaseline gefülltes Reagensglas gesteckt und dadurch eine weitere Verlängerung der Lebensdauer erzielt, die sich am isolierten Stiel sogar auf 39 Tage erhöhte. Das gleiche Resultat hatte in der Versuchsreihe c auch das Einlegen des Stiels in Paraffinöl, das Einhüllen in Stanniol oder das Einbringen in den dampfgesättigten Raum zur Folge. Damit ist gezeigt, daß das schließliche Absterben nicht auf Sauerstoffmangel beruht, und daß der Efeublatt-

1) Lebensdauer des Stiels 8—10 Tage heißt: Lebensdauer an Stielbasis 8 Tage, an Stielspitze 10 Tage; Lebensdauer der Spreite 10—14 Tage heißt: Lebensdauer an Hauptnervbasis 10 Tage, in der übrigen Spreite 14 Tage.

stiel für Sauerstoffmangel viel weniger empfindlich ist, als z. B. die Wurzeln von *Vicia Faba*<sup>1)</sup>.

	Lebensdauer des Stiels in Tagen	Saugkraft des Stiels in Atm.			
		2.—4. Tag	vor Absterben	Anstieg in %	
c) {	Stiel von Spreite getrennt, ohne Transpirationsschutz . . . . .	14	9,9	13,5	36 %
	Stiel von Spreite getrennt, in Reagensglas mit Vaseline . . . . .	39	9,7	9,5	0 %
d) {	Stiel mit Spreite, ohne Transpirationsschutz . . . . .	6—7	—	—	—
	Stiel mit Spreite, Stiel in Reagensglas mit Vaseline . . . . .	11	10,4	14,1	36 %

Aus der Veränderung der Lebensdauer von Stiel und Spreite (Vers. a, b, c, d) schließen wir, daß der Stiel des abgeschnittenen Blattes an die Spreite Wasser abgibt, also als Wasserreservoir fungiert. Dieser Auffassung scheint allerdings die Saugkraftverteilung zu widersprechen, da die Saugkraft der Stielepidermis höher ist (z. B. 9,9—11,1 Atm.) als die der Spreitenepidermis (6,7—7,6 Atm.); doch sind auch die übrigen Stielgewebe zu verfolgen (vgl. Abschn. 2).

Die Saugkraft stieg während des Welkens in Stiel und Spreite kontinuierlich bis zum Tode an, und zwar in a, wo Stiel und Spreite verbunden sind, in der Spreite etwa doppelt so stark als im Stiel; in b dagegen, wo Stiel und Spreite getrennt sind, in beiden annähernd gleich stark. Eine auffallende Ausnahme macht der isolierte und gegen Transpiration völlig geschützte Stiel, indem hier die Saugkraft bis zum Tode, also über einen Monat, konstant blieb.

Lehrreich für das Saftsteigen in abgeschnittenen, in Wasser gestellten Blättern oder auch Stengeln ist folgender Versuch: Wurde der isolierte Blattstiel im dampfgesättigten Raume mit der Basis 1 cm tief in Wasser getaucht, so blieb die Saugkraft der Stielepidermis an der untersuchten Stelle (= 1 cm über Wasser) 15 Tage lang konstant =  $8\frac{1}{2}$  Atm. Wurde aber die in Wasser stehende Stielbasis längs gespalten, so sank die Saugkraft in weiteren 13 Tagen auf ca. 6 Atm. Trotz der hohen Saugkräfte war also eine nennenswerte Wasseraufnahme durch den Stielquerschnitt nicht zu konstatieren, erfolgte aber deutlich nach der Längsspaltung.

1) URSPRUNG und BLUM, diese Berichte 1921, p. 147.

2. Um zu prüfen, auf welchem Wege und mit welchen Kräften eine Wasserabgabe des Stieles an die Spreite möglich ist, wurde an mit der Spreite verbundenen Stielen die Saugkraftverteilung

	Saugkraft in Atm.										
	Epi- dermis	Kollenchym, Schicht:			Rinde, Schicht:						Hadrom- parench.
		1	2	3	1	2	3	4	5	6	
Normal	10,4	—	9,7	9,2	9,2	8,9	8,5	8,1	8,0	8,0	8,0
3. Tag	11,6	9,8	9,6	—	9,7	9,3	8,8	8,5	8,4	7,8	—
5. Tag	12,4	—	9,2 <sup>1)</sup>	9,0 <sup>1)</sup>	9,0	9,2	9,2	9,1	8,5	8,4	8,0 <sup>1)</sup>
6. Tag	—	8,3	—	8,3	8,5	8,4	8,9	8,8	9,0	—	9,0
7. Tag	12,9	—	—	—	8,0	8,1	8,5	9,0	9,2	9,0	—
8. Tag	13,4	7,3	7,4	7,4	7,3	8,0	8,1	8,7	8,9	9,4	—
11. Tag	14,0	—	—	—	7,0	7,2	7,6	9,5	9,7	9,7	9,9

auf dem Stielquerschnitt während des Welkens (Stiel in Reagensglas mit Vaseline) verfolgt. Im normalen Stiel steigt hiernach die Saugkraft von innen nach außen an. Eine Wanderung von Wasser auf dem Stielquerschnitt in der Richtung Epidermis → Gefäßbündel erscheint somit<sup>2)</sup> nicht möglich; ebensowenig kann Wasser aus der Stielepidermis direkt in die Spreitenepidermis wandern, da die Epidermissaugkraft im Stiel größer als in der Spreite ist. Während des Welkens kehrt sich nun aber das Saugkraftgefälle auf dem Stielquerschnitt direkt um, so daß es zuletzt — die Epidermis ausgenommen — von außen nach innen ansteigt. Dabei wird merkwürdigerweise die Saugkraft in Kollenchym und Außenrinde trotz des Welkens kleiner. Worauf diese Verkleinerung der Saugkraft beruht, konnte bis jetzt nicht befriedigend geklärt werden, da sich die erwartete Abnahme des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse in der Regel nicht feststellen ließ, sondern meistens durch eine Zunahme ersetzt wurde.

Durch die äußerst auffällige Umkehrung des Saugkraftgefälles auf dem Stielquerschnitt wird eine Wasserwanderung gegen das Gefäßbündel des Stieles wahrscheinlich gemacht und ein Wasseranstieg im Hadrom vom Stiel in die Spreite nahegelegt. Daß bei diesem Wasseranstieg in den Leitbahnen des Stieles die Kohäsion eine maßgebende Rolle spielt, ist nicht anzunehmen, weil die Saugkraft der Parenchymseide in der normalen und welkenden Spreite kleinere Werte aufweist als in dem entsprechenden Gewebe des Stiels (z. B. Hauptnervbasis 4,3—5,3 Atm.; Stiel 8,0—9,9 Atm.).

1) Messung erfolgte am 4. Tag.

2) Falls man von komplizierten Annahmen absieht.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Ursprung Alfred, Hayoz C.

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Saugkraft VI. 368-373](#)