

Gefahr, sondern vor einer nur zufälligen Begleiterscheinung, wie dergleichen allerdings im Leben des Wildpferdes höchstwahrscheinlich eine gefahrbringende Rolle spielt und deshalb triebmäßig gemieden wird. Gleich ist also für Mensch und Pferd die Gefahr, verschieden aber das an der Gefahr, was die Fluchtreaktion auslöst.

Von Intelligenz im strengen Wortsinne habe ich nichts bei meinem Versuchstiere feststellen können.

Die Schilderung gibt also, wie wir es angekündigt haben, kein Bild der Leistungen der Pferde, sondern nur dieses einen Reitpferdes und auch da nur für ein gewisses Lebensalter. Es fehlen alle Beobachtungen während der Fohlenzeit und der ersten Dressur, weil ich das Pferd erst 7jährig übernommen habe. Der Zweck aber, den Professor Edinger, als er mich zur Zusammenstellung meiner Beobachtungen aufforderte, gesetzt hatte, nämlich einen möglichst genauen Status des Pferdes G. aufzustellen, scheint mir erfüllt zu sein.

## Dürfen wir die Ausdrücke osmotischer Wert, osmotischer Druck, Turgordruck, Saugkraft synonym gebrauchen?

Von A. Ursprung und G. Blum, Freiburg (Schweiz).

Ist mit der plasmolytischen Methode gefunden worden, daß eine Lösung von  $x$  Mol Rohrzucker oder Kalisalpeter Grenzplasmolyse herbeiführt, so pflegen das die verschiedenen Autoren dadurch auszudrücken, daß sie sagen: der Turgor, die Turgorkraft, der Turgordruck, die Turgorspannung, der Turgorwert, die Turgeszenz, der osmotische Druck, der osmotische Wert, der Rohrzuckerwert, der Salpeterwert, die Konzentration des Zellsaftes, die Saugkraft etc. beträgt  $x$  Mol Rohrzucker oder Salpeter bzw. die entsprechende mit dem Osmometer gemessene Zahl von Atmosphären.

Wie jedermann weiß, stellen wir durch Ermittlung der Grenzkonzentration einzig fest, daß  $x$  Mol Rohrzucker den gleichen osmotischen Wert besitzen wie der Zellinhalt bei Grenzplasmolyse; trotzdem wird diese Größe gewöhnlich nicht osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse genannt. Da bis vor kurzem in der Pflanzenphysiologie nur selten etwas anderes gemessen wurde, war es selbstverständlich, daß die verschiedenen Termini kaum etwas anderes als den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse bedeuten konnten. Zudem ergab sich beim Lesen der Arbeit bald, in welchem Sinne der benützte Ausdruck zu verstehen war. Die Konfusion in der Nomenklatur konnte daher bei einem aufmerksamen Leser kaum großen Schaden anrichten; dessen ungeachtet hat sie, wie wir weiter unten sehen werden, schon früher zu schweren Mißverständnissen geführt.

Seitdem wir nun versuchten für eine Zelle nicht nur den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse, sondern auch die Saugkraft und eventuell noch den osmotischen Wert bei normalem Volumen und den Wanddruck zu bestimmen, mußten wir notwendig der Terminologie mehr Beachtung schenken. Wir haben daher seit Jahren die mit Hilfe der Grenzplasmolyse direkt ermittelte Größe nur osmotischen Wert genannt, oder die Ausdrücke Salpeterwert, Rohrzuckerwert verwendet, welche zweifellos synonym sind und unmöglich zu Verwechslungen führen können.

Unser Ruf<sup>1)</sup> nach mehr Präzision in der Nomenklatur hat — Höfler<sup>2)</sup> ausgenommen — nicht viel Beachtung gefunden. Kürzlich erschien sogar in einer für weitere Kreise bestimmten Zeitschrift<sup>3)</sup> ein Referat über unsere Saugkraftmessungen, in welchem ein und dieselbe Größe nicht nur als „Saugkraft“, sondern auch als „osmotischer Druck“, „osmotischer Wert“ und „Zelldruck“ bezeichnet wird. Also an Stelle von erhöhter Präzision das Gegenteil!

Wir möchten nun im folgenden eingehender begründen, warum der Bezeichnungsweise mehr Beachtung geschenkt werden muß, indem wir untersuchen 1. welche Bedeutung wir obigen Ausdrücken beilegen dürfen, 2. wie stark die Zahlenwerte dieser Größen voneinander abweichen und 3. in welchem Sinne die Ausdrücke von einigen Autoren benützt worden sind.

### Bedeutung der Ausdrücke.

1. Wir füllen in ein Osmometer mit semipermeabler Wand eine Rohrzuckerlösung von z. B. 0,50 Mol. und setzen ein Quecksilbermanometer auf (Fig. 1a). Bringen wir den Apparat in eine Lösung von 0,50 Mol Rohrzucker, so steht das Quecksilber im Gleichgewichtszustand in beiden Manometerschenkeln gleich hoch (Fig. 1a). Das Volumen, das die Zuckerlösung im Osmometer a samt Manometer einnimmt, sei = 100; die Konzentration der eingeschlossenen Zuckerlösung haben wir zu 0,50 Mol. angenommen. Das Manometer zeigt im Gleichgewichtszustand den osmotischen Druck 0,0 Atm. Übertragen wir das Osmometer in Wasser, so steigt das Quecksilber im rechten Schenkel (Fig. 1a'), Volumen und Druck der Lösung nehmen zu, weil letztere so lange Wasser in das Osmometer einsaugt<sup>4)</sup>, bis diese Saugkraft durch den Druck der Quecksilbersäule gerade äquili-

1) A. Ursprung und G. Blum, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1916, 34, p. 88.

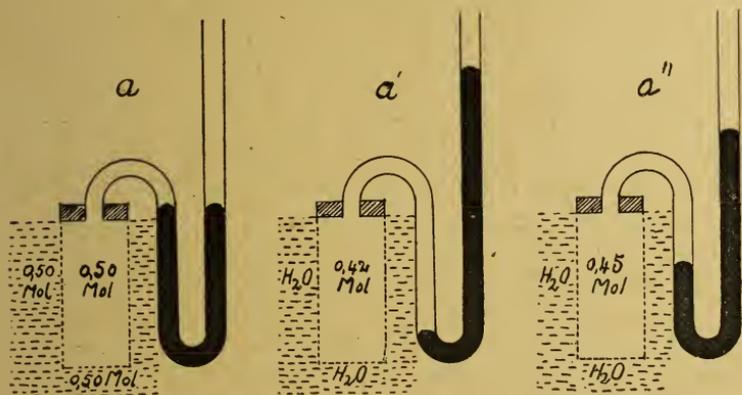
2) K. Höfler, Eine plasmolytisch-volumetrische Methode zur Bestimmung des osmotischen Wertes von Pflanzenzellen. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 1918, 95.

3) Die Naturwissenschaften, 1919 p. 515.

4) Wir bedienen uns hier dieser Vorstellung, weil sie einfach und auch bei der Zelle üblich ist; mit der physikochemischen Deutung des osmotischen Druckes steht sie in keinem Zusammenhang.

briert wird. Das Volumen sei im Gleichgewichtszustand auf 120 angewachsen; die eingeschlossene Zuckerlösung ist dann verdünnter geworden und auf  $0,5 \cdot \frac{100}{120} = 0,42$  Mol. gesunken. Der am Manometer ablesbare osmotische Druck dieser 0,42-moligen Rohruckerlösung beträgt 11,7 Atm.<sup>5)</sup> Im Gleichgewichtszustand ist die Saugkraft unseres Apparates  $a' = 0$ , weil der Quecksilberdruck das Wasser ebenso stark herauspreßt als die Zuckerlösung es einsaugt. Um die Saugkraft von Apparat a zu finden, d. h. um zu ermitteln, wie stark er Wasser einsaugt, übertragen wir ihn in Wasser und füllen gleichzeitig in den

Figur 1.



Volumen = 100	Volumen = 120	Volumen = 110
Konzentrat. = 0,50 Mol	Konzentrat. = 0,42 Mol	Konzentrat. = 0,45 Mol
Rohrz.	Rohrz.	Rohrz.
osmot. Druck = 0,0 Atm.	osmot. Druck = 11,7 Atm.	osmot. Druck = 5,9 Atm.
Saugkraft = 14,3 Atm.	Saugkraft = 0,0 Atm.	Saugkraft = 6,8 Atm.

rechten Manometerschenkel so viel Quecksilber nach, daß Wasser weder aufgenommen noch abgegeben wird. Die Saugkraft der 0,5-moligen Rohruckerlösung ist dann durch den Quecksilberdruck gerade äquilibrirt und kann am Manometer zu 14,3 Atm. abgelesen werden. Dabei ist natürlich darauf zu achten, daß das Volumen der Zuckerlösung im Osmometer samt Manometer weder zu- noch abgenommen hat, weil wir sonst nicht die Saugkraft einer 0,5-moligen, sondern die einer verdünnteren bzw. konzentrierteren Lösung messen würden.

Während wir in a und a' Gleichgewichtszustände haben, stellt a'' ein Zwischenstadium dar, das von a nach dem Übertragen in Wasser durchlaufen wird; in a'' besteht somit kein Gleichgewicht. Es sei das Volumen in a'' 110, dann berechnet sich die Konzentration zu  $0,5 \cdot \frac{100}{110} = 0,45$  Mol. Aus der Zeichnung ergibt sich, daß, wenn das

5) Der osmotische Druck ist der Tabelle entnommen in Ursprung und Blum, Zur Methode der Saugkraftmessung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1916, 34, p. 533.

Volumen nicht auf 120, sondern nur auf 110 wächst, daß dann der Druck nicht auf 11,7 Atm., sondern nur auf  $\frac{11,7}{2} = 5,9$  Atm. ansteigt.

Die Saugkraft des Osmometers a'' ist gleich der Saugkraft der 0,45-moligen Rohrzuckerlösung (= 12,7 Atm.) vermindert um den Gegen-  
druck der Quecksilbersäule von 5,9 Atm., d. h.  $12,7 - 5,9 = 6,8$  Atm.  
Überhaupt ist die Saugkraft des Osmometers stets gleich der Saug-  
kraft des Inhaltes vermindert um den Manometerdruck. Statt Mano-  
meterdruck können wir auch Wanddruck schreiben und erhalten:

	Saugkraft des Osmometers } = { Saugkraft des Inhaltes } - Wanddruck		
Osmometer a	14,3 Atm.	=	14,3 Atm. - 0,0 Atm.
Osmometer a'	0,0 „	=	11,7 „ - 11,7 „
Osmometer a''	6,8 „	=	12,7 „ - 5,9 „

Um die Übersicht zu erleichtern, haben wir unter jedem Osmometer die Werte für Volumen, Konzentration, osmotischen Druck und Saugkraft zusammengestellt.

2. Ersetzen wir an unserem Osmometer das weite Manometerrohr durch ein möglichst enges, so daß die Volumänderung beim Übertragen von 0,5 Mol Rohrzucker in Wasser vernachlässigt werden kann, so bleiben Volumen und Konzentration konstant. Die Verhältnisse werden dadurch bedeutend einfacher und wir erhalten, indem wir die a' a'' entsprechenden Zustände mit b b' b'' bezeichnen:

	b		b'
Volumen	= 100		Volumen = 100
Konzentration	= 0,5 Mol. Rohrz.		Konzentration = 0,5 Mol. Rohrz.
osmot. Druck	= 0,0 Atm.		osmot. Druck = 14,3 Atm.
Saugkraft	= 14,3 Atm.		Saugkraft = 0,0 Atm.
			b''
Volumen	= 100		
Konzentration	= 0,5 Mol. Rohrz.		
osmot. Druck willkür.	= 5,9 Atm. gesetzt		
Saugkraft	= 14,3 - 5,9 = 8,4 Atm.		

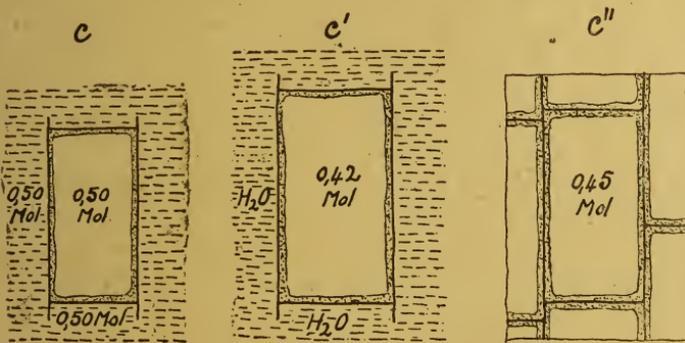
Für b' und b'' ergeben sich somit, wie leicht ersichtlich zum Teil auch andere Werte für den osmotischen Druck und die Saugkraft als für a' und a''.

3. Von diesen leicht zu übersehenden Verhältnissen im physikalischen Apparat wenden wir uns nun zur lebenden Zelle<sup>6)</sup>. Bringen wir eine lebende Zelle, deren normales Volumen in der intakten

6) Um die Darstellung nicht unnötig zu komplizieren, nehmen wir an, die Zelle besitze einen dünnen Plasmaschlauch, eine nicht quellbare Wand und keine zu kleinen Dimensionen.

Pflanze 110 sei (wie in Fig. 2 c''), in eine Rohrzuckerlösung, die Grenzplasmolyse hervorruft — es sei das z. B. eine 0,5-molige Lösung —, so verkleinert sich in der Regel das Volumen; die Verkleinerung gehe in unserem Falle von 110 auf 100 (Fig. 2 c). Übertragen wir hierauf die Zelle in Wasser, so wächst das Volumen z. B. bis 120 (Fig. 2 c'). Wir setzen voraus, daß die Plasmahäute gleich der Osmometerwand semipermeabel sind, also keine osmotisch wirksamen Inhaltstoffe austreten lassen und daß die chemische Zusammensetzung des Zellsaftes unverändert bleibt. c und c' sind wiederum Gleichgewichtszustände; c'' ist ein Zwischenstadium, das hier ebenfalls einen Gleichgewichtszustand darstellt, da die Zelle c'' nicht in Wasser liegt, sondern sich im Gewebe der Pflanze befindet.

Figur 2.



Volumen = 100	Volumen = 120	Volumen = 110
osmot. Wert = 0,50 Mol	osmot. Wert = 0,42 Mol	osmot. Wert = 0,45 Mol
Rohrz.	Rohrz.	Rohrz.
osmot. Druck = 0,0 Atm.	osmot. Druck = 11,7 Atm.	osmot. Druck = 5,9 Atm.
Saugkraft = 14,3 Atm.	Saugkraft = 0,0 Atm.	Saugkraft = 6,8 Atm.

In Fig. 2 c wurde leider unterlassen die Grenzplasmolyse anzudeuten.

In c hätten wir somit das Volumen 100. Die Zusammensetzung des Zellsaftes und die Konzentration seiner einzelnen Bestandteile ist nicht bekannt, wir kennen nur seinen osmotischen Wert, der nach unserer Annahme bei Grenzplasmolyse 0,50 Mol Rohrzucker beträgt. Könnten wir an der Zelle c, wie am Osmometer a ein Manometer anbringen, so würde auch hier das Quecksilber in beiden Schenkeln gleich hoch stehen, der osmotische Druck ist somit = 0. Die Saugkraft beträgt 14,3 Atm., weil c das Wasser natürlich gleich stark ansaugen muß wie a.

Nach dem Übertragen von c in Wasser steigt das Volumen infolge der Wasseraufnahme auf 120 (Fig. 2 c') und der osmotische Wert fällt entsprechend auf 0,42 Mol Rohrzucker. Die Zellwand erleidet in c' denselben Druck, wie die Osmometerwand in a', der osmotische

Druck beträgt somit in  $c'$  wie in  $a'$  11,7 Atm. Ebenso ist die Saugkraft der mit Wasser gesättigten Zelle  $c' = 0$ .

Im Zwischenstadium  $c''$ , mit dem Volumen 110 und dem osmotischen Wert 0,45 Mol Rohrzucker übt der Zellinhalt auf die Wand — wie in  $a''$  — den osmotischen Druck 5,9 Atm. aus und saugt aus den umgebenden Zellen das Wasser mit 6,8 Atm. an<sup>7)</sup>. Um die Übersicht zu erleichtern, haben wir unter jeder Zelle die zugehörigen Werte für Volumen, osmotischen Wert, osmotischen Druck und Saugkraft angegeben.

4. Ist die Zellwand nicht dehnbar, so können wir — ähnlich wie in  $b$  — das Volumen in allen drei Stadien als konstant betrachten; das gleiche gilt für den osmotischen Wert, da wir die Plasmahaut als semipermeabel und die chemische Zusammensetzung des Zellinhaltes während des Versuches als konstant voraussetzen.

Wir sind nun genügend orientiert um beurteilen zu können in welchem Sinne die Ausdrücke osmotischer Druck, Turgorkraft, Saugkraft etc. benützt werden dürfen.

Osmotischer Wert. In den Osmometern  $a'$   $a''$  kennen wir die chemische Zusammensetzung und die Konzentration des Inhaltes und sind daher in der Lage dies anzugeben. In den Zellen  $c'$   $c''$  ist das nicht der Fall; wir kennen nur die Rohrzuckerkonzentrationen, welche den gleichen osmotischen Wert besitzen wie die Zellinhalte und können somit sagen der osmotische Wert beträgt für Zelle  $c$ : 0,50 Mol. Rohrzucker, für Zelle  $c'$ : 0,42 Mol. Rohrzucker, für Zelle  $c''$ : 0,45 Mol. Rohrzucker.

So exakt drücken sich die Autoren leider nur sehr selten aus. Wird der Ausdruck osmotischer Wert überhaupt benützt, so schreibt man nicht nur der Zelle  $c$ , sondern auch den Zellen  $c'$  und  $c''$  einen osmotischen Wert von 0,50 Mol. Rohrzucker zu. Man berücksichtigt eben gewöhnlich die Volumänderung nicht und begeht dadurch Fehler, die bei stark dehnbaren Wänden bedeutende Beträge erreichen können. Um Mißverständnisse zu vermeiden sollte daher stets angegeben werden, ob der osmotische Wert für Grenzplasmolyse gemeint ist oder ob man ihn für Wassersättigung oder für normales Zellvolumen umgerechnet hat. Man sollte also schreiben:

Osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse	= 0,50 Mol Rohrzucker,
Osmotischer Wert bei Wassersättigung	= 0,42 Mol Rohrzucker,
Osmotischer Wert bei normalem Volumen	= 0,45 Mol Rohrzucker,

wobei unter „normalem Volumen“ das Volumen der Zelle in der intakten Pflanze verstanden ist.

Statt von osmotischem Wert können wir auch von Rohrzuckerwert reden oder, wenn wir Salpeter als Plasmolytikum benützen, von Salpeterwert.

7) Nähere Begründung in Ursprung und Blum, Zur Methode der Saugkraftmessung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1916, 34, p. 534.

Unrichtig wäre es aber bereits zu sagen die Konzentration des Zellsaftes der Zelle  $c$  sei 0,50 Mol. Rohrzucker, weil die chemische Zusammensetzung des Zellsaftes und daher auch die Konzentration eventl. vorhandenen Rohrzuckers gar nicht bekannt ist, sondern nur der osmotische Wert des Zellinhaltes. Immerhin ist von allen fehlerhaften Benennungen diese noch die harmloseste, denn eine Verwechslung mit dem Innendruck oder der Saugkraft ist ausgeschlossen und jedermann merkt, was der Autor sagen will.

Osmotischer Druck. Um auszudrücken, daß bei 0,5 Mol. Rohrzucker Grenzplasmolyse eintritt, sagt man gewöhnlich der „osmotische Druck der Zellen  $c$  oder  $c'$  oder  $c''$  betrage 0,5 Mol. Rohrzucker oder 14,3 Atm.“. Häufig wird auch einfach von einem „Druck von 14,3 Atm.“ gesprochen. Betrachten wir zunächst die Osmometer  $a$   $a'$   $a''$ , so wird niemand unter osmotischem Druck oder Druck etwas anderes verstehen als den vom Manometer angezeigten Druck von 0,0 Atm. für  $a$ , von 11,7 Atm. für  $a'$  und von 5,9 Atm. für  $a''$ . Sicher wird es keinem Menschen einfallen zu sagen „der osmotische Druck betrage im Osmometer  $a$  0,50 Mol. Rohrzucker = 14,3 Atm.“, wie das für lebende Zellen üblich ist. Ließen sich an den Zellen  $c$ ,  $c'$  und  $c''$  ohne Schädigung Manometer anbringen, so würde auch hier unter osmotischem Druck einzig der vom Manometer angezeigte Druck verstanden werden. Dieser osmotische Druck ist nun aber natürlich genau gleich groß und lastet in genau derselben Weise auf der Zellwand, ob wir ein Manometer anbringen oder nicht. Es liegt also zweifellos kein Grund vor unter osmotischem Druck bei der Zelle etwas anderes zu verstehen als beim Osmometer.

Die Unsitte, den osmotischen Wert einer Zelle als „osmotischen Druck“ zu bezeichnen, ist schon wegen der Einheiten (Mol., Atm.) in denen man mißt zu verwerfen; sie kann aber auch leicht zu bedenklichen Mißverständnissen führen. Mißt man in Mol., sagt man also der „osmotische Druck“ der Zelle  $c$  betrage 0,50 Mol. Rohrzucker, so weiß jedermann, daß der osmotische Wert gemeint ist, weil kein Mensch einen vom Manometer angezeigten Druck in Mol. angibt. Mißt man aber in Atm., sagt man also der „osmotische Druck“ der Zelle  $c$  betrage 14,3 Atm., so erhält jeder nicht speziell vorbereitete Leser sicher eine grundfalsche Vorstellung, indem er den auf der Wand lastenden Innendruck zu 14,3 Atm. annimmt, während er tatsächlich 0 Atm. beträgt. Wie viele Leser sind aber soweit vorbereitet, daß sie stets automatisch einen „osmotischen Druck“ von 14,3 Atm. in einen osmotischen Wert von 0,50 Mol. Rohrzucker übersetzen? Wenn — wie wir später sehen werden — selbst erfahrene Fachbotaniker diese Übertragung unterlassen und zu Irrtümern verleitet werden können, um wie viel mehr wird das bei Anfängern der Fall sein. Man darf also jedenfalls die durch Grenzplasmolyse ermittelte Größe nicht in Atm. ausdrücken. Wer sie aber in Molen mißt und als „osmotischen Druck“ bezeichnet, den hindert nichts auch die Zeit in Litern und

die Länge in Kilogrammen zu messen. Für uns wird es am zweckmäßigsten sein einen „Druck“, der nicht auf das Manometer drückt, überhaupt nicht als Druck zu bezeichnen und die durch Grenzplasmolyse bestimmte Größe nur osmotischen Wert (bezw. Rohrzuckerwert, Salpeterwert) bei Grenzplasmolyse zu nennen und in Molen anzugeben. Der in Atmosphären zu messende osmotische Druck bleibt dann für den in der Zelle herrschenden Innendruck reserviert.

Nun schreibt allerdings Jost<sup>8)</sup>, daß man sich in der Physik, auf Grund der van't Hoff'schen Anschauung daran gewöhnt habe, einer gewichtsmolaren Zuckerlösung auch in einem Reagenzglas einen osmotischen Druck von 24,8 Atm.<sup>9)</sup> zuzuschreiben. „Wenn äußerlich von diesem Druck nichts bemerkbar wird, so liegt das nach Ansicht der Physiker daran, daß er von dem „Oberflächendruck“ der Flüssigkeit getragen wird.“ Dazu sei bemerkt, daß es nach Findlay<sup>10)</sup> auch van't Hoff vollkommen klar war, „daß die Entstehung des Druckes vom Eindringen des Wassers in die Lösung herrührt“. Und in dem neuesten mir zugänglichen Lehrbuch der physikalischen Chemie<sup>11)</sup> lesen wir: „daß es strenge genommen nur Sinn hat von dem osmotischen Druck zu sprechen, der sich bei Berührung einer Lösung mit ihrem Lösungsmittel durch eine semipermeable Membran einstellt. An dem Zustandekommen dieses osmotischen Druckes sind sicherlich sowohl Lösungsmittel als gelöster Stoff beteiligt. In einer isolierten Lösung existiert kein osmotischer Druck. Wenn man dennoch kurz von dem osmotischen Druck einer Lösung spricht, meint man stets denjenigen, der sich bei Berührung mit dem reinen Lösungsmittel durch eine ideale semipermeable Membran einstellt.“ Solange bei der Deutung des osmotischen Druckes von einem wirklichen Wissen nicht die Rede sein kann, braucht auch in der physikalischen Chemie die Darstellung keine einheitliche zu sein. Sicher ist immerhin, daß „osmotische Drucke, von denen äußerlich nichts bemerkbar wird“ und „osmotische Drucke, die man am Manometer abliest,“ nicht dasselbe sein können und eben darum sollte man sie nicht mit demselben Namen bezeichnen. Tut man es dennoch, so werden Verwechslungen möglich, die nicht in jeder Wissenschaft die gleichen Folgen haben müssen, die aber jedenfalls in der Pflanzenphysiologie schon heute zu zahlreichen Mißverständnissen geführt haben.

Endlich hat man unter „osmotischem Druck“ auch schon die Kraft verstanden, mit der die Zelle Wasser anzieht, d. h. die Saugkraft. Daß es verkehrt ist eine Saugung, also einen Zug als Druck zu bezeichnen, bedarf wohl keiner weiteren Begründung. Die Sache liegt hier aber noch konfuser, indem tatsächlich nur der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse gemessen wurde; diese Größe nannte man

8) Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1913, 3. Aufl. p. 26.

9) Soll heißen 26,6 Atm.

10) Findlay, Der osmotische Druck. 1914 p. 82 Anm.

11) Jellinek, Lehrb. d. physik. Chemie. 2. Bd., 2. Teil p. 901.

„osmotischen Druck“ und glaubte es sei die Saugkraft. Nun ist die Saugkraft der normalen (nicht plasmolysierten) Zelle natürlich nicht gleich der Saugkraft des Zellinhaltes bei Grenzplasmolyse und wird auch nicht in Mol gemessen; noch weniger können wir die Saugkraft der Zelle ihrem Innendruck gleichsetzen. Diese beiden letzteren Größen sind auch numerisch nicht identisch, ja sie ändern sich gerade in entgegengesetztem Sinne, so daß die Saugkraft ihr Maximum erreicht, wenn der Innendruck Null ist und umgekehrt.

Turgor, Turgordruck. Pressen wir Luft in einen Kautschukballon, so wird die Wand gespannt, der Ballon wird straff. Im Gleichgewichtszustand ist der Innendruck = dem Gegendruck der Wand, d. h. dem Wanddruck und die Straffheit des Ballons wächst mit dem Innen- bzw. Wanddruck. Für das Zustandekommen der Straffheit sind Innendruck und Wanddruck in gleicher Weise notwendig, denn es ist klar, daß der Ballon ohne Innendruck nicht straff werden kann und ohne ausreichend feste Wand alsbald platzen muß. Ähnlich liegen die Dinge bei der lebenden Zelle, nur bedient man sich meist einer anderen Bezeichnungsweise.

Ein Kautschukballon wird durch den Innendruck und den gleich hohen Wanddruck straff; Zustand der Straffheit.

Eine lebende Zelle wird durch den  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Innendruck} \\ \text{Turgordruck} \end{array} \right.$  und den gleich hohen Wanddruck  $\left\{ \begin{array}{l} \text{straff} \\ \text{turgeszent} \end{array} \right.$ ; Zustand der  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Straffheit} \\ \text{Turgeszenz} \end{array} \right.$

Statt von Innendruck oder Turgordruck spricht man auch von Turgorkraft und Turgorspannung und versteht darunter den gesamten, vom Zellinhalt auf die Wand ausgeübten Druck. Dieser Innendruck deckt sich mit dem osmotischen Druck des Zellsaftes, solange nach unserer früheren Annahme der Plasmaschlauch dünn, die Wand nicht quellbar und die Dimension der Zelle nicht zu klein ist. Turgor wird bald im Sinne von Turgeszenz gebraucht, bald im Sinne von Turgordruck, bald von Wanddruck.

Außerdem benützt man aber „Turgor“, „Turgeszenz“, „Turgordruck“, „-kraft“, „-spannung“, noch gleichbedeutend mit osmotischem Wert bei Grenzplasmolyse und ferner ist unter dem einen oder andern dieser Ausdrücke auch schon die Saugkraft verstanden worden.

Nun ist klar, daß eine Benennung eindeutig sein muß, wenn man Unklarheiten und Mißverständnisse vermeiden will, und es fragt sich daher, in welchem Sinne diese Termini am besten verwendet werden. Da man unter einer turgeszenten Zelle stets eine Zelle versteht, deren Wände durch den Innendruck gespannt sind, wird man zweckmäßig auch von Turgeszenz, Turgor, Turgordruck nur bei turgeszenten Zellen reden. Hiernach müssen bei Grenzplasmolyse Turgeszenz, Turgor und Turgordruck Null sein und es folgt somit von selbst, daß wir unter Turgeszenz, Turgor, Turgordruck, -spannung etc. weder

den osmotischen Wert noch die Saugkraft verstehen dürfen. Zudem scheidet die synonyme Verwendung von Turgordruck etc. und osmotischem Wert auch deshalb aus, weil wir nach früherem einen Druck nicht in Molen und den osmotischen Wert nicht in Atmosphären messen können. Der Gipfel der Konfusion ist aber erreicht, wenn man den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse mißt, diese Größe Turgordruck nennt und darunter die Saugkraft versteht.

Hieraus geht hervor, daß wir Turgordruck und natürlich auch Turgorkraft, -spannung und ähnliches nur im Sinne von auf der Wand lastendem Innendruck anwenden dürfen. Auch die Ausdrücke Turgeszenz, Turgor können nur den Innendruck bzw. den numerisch gleichen Wanddruck bedeuten, wenn man für sie bestimmte Werte in Atmosphären angibt. Doch dürfte es sich empfehlen Turgeszenz und Turgor nur zur Bezeichnung des Zustandes der Zellenstraffheit zu benützen.

Saugkraft. Unter der Saugkraft einer Zelle läßt sich vernünftigerweise wohl nichts anderes verstehen als die Kraft, mit der die Zelle Wasser einzusaugen strebt. Es muß zu Mißverständnissen führen, wenn man den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse Saugkraft nennt; so würde man der Zelle  $c'$  die „Saugkraft 0,50 Mol. Rohrzucker oder 14,3 Atm.“ zuschreiben, während tatsächlich die Saugkraft 0 Atm. und der osmotische Wert dieser Zelle 0,42 Mol. Rohrzucker beträgt<sup>12)</sup>.

Es ist Saugkraft der Zelle = Saugkraft des Inhaltes — Wanddruck.

Die Saugkraft des Zellinhaltes ist gleich der Saugkraft einer isosmotischen Rohrzuckerlösung. Füllen wir diese Rohrzuckerlösung ins Osmometer und stellen es in Wasser, so ist ihre Saugkraft numerisch gleich der Höhe der Quecksilbersäule, die dem Wasser den Eintritt gerade verwehrt. Die Saugkraft des Zellinhaltes erhalten wir also einfach, indem wir für den osmotischen Wert des Zellinhaltes den zugehörigen osmotischen Druck aufsuchen<sup>13)</sup>.

Da Saugkraft der Zelle = Saugkraft des Inhaltes — Wanddruck ist, so wird die Saugkraft der Zelle positiv, d. h. die Zelle sucht Wasser einzusaugen, solange Saugkraft des Inhaltes  $>$  Wanddruck.

Ist aber Saugkraft des Inhaltes  $<$  Wanddruck, so wird die Saugkraft negativ, d. h. die Zelle sucht Wasser auszupressen; die Saugkraft geht über in den Blutungsdruck der Zelle.

Zusammenfassend ergibt sich der Vorschlag die Ausdrücke folgendermaßen zu gebrauchen:

Osmotischer Wert (Rohrzucker-, Salpeterwert) bei Grenzplasmolyse = die Rohrzucker- oder Salpeterkonzentration in Mol, welche Grenzplasmolyse hervorruft.

12) Man vergleiche auch das beim osmotischen Druck über die Saugkraft Gesagte.

13) Man vergleiche die Tabelle in Ursprung und Blum, Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1916, 34, p. 533.

Osmotischer Wert bei Wassersättigung = der auf das Volumen bei Wassersättigung umgerechnete osmotische Wert.

Osmotischer Wert bei normalem Volumen = der auf das normale Volumen umgerechnete osmotische Wert.

Osmotischer Druck = der vom osmotisch wirksamen Zellinhalt auf die Wand ausgeübte Innendruck in Atm.

Turgordruck = der gesamte auf die Wand ausgeübte Innendruck in Atm.

Synonym mit Turgordruck sind Turgorkraft, -spannung, -wert, event. auch Turgor und Turgeszenz, falls die beiden letzten Ausdrücke — was vorzuziehen — nicht einfach den Zustand der Zellenstraffheit angeben sollen.

Wanddruck = der dem Turgordruck numerisch gleiche, von der Wand auf den Inhalt ausgeübte Druck in Atm.

Saugkraft der Zelle = Kraft, mit der die Zelle Wasser einzusaugen strebt in Atm.

Saugkraft des Zellinhaltes = Kraft, mit welcher der Zellinhalt Wasser einzusaugen strebt.

Blutungsdruck der Zelle = Kraft, mit welcher die Zelle Wasser auszupressen strebt.

### Zahlenwerte für die verschiedenen Größen und die durch Verwechslung entstehenden Fehler.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, daß osmotischer Wert, osmotischer Druck bzw. Turgordruck und Saugkraft Größen sind, die ganz verschiedene Bedeutung haben und auch in ihren Zahlenwerten voneinander abweichen. Wie stark indes diese Abweichungen in Wirklichkeit sind, wissen wir noch nicht, da in der als Beispiel angeführten Zelle der osmotische Wert und die Volumänderung willkürlich gewählt waren. Es sollen daher einige Messungen mitgeteilt werden, aus denen die tatsächlichen Größenverhältnisse und die durch Verwechslung entstehenden Fehler sich ergeben.

Von dem Untersuchungsmaterial, das gerade zur Hand war, entsprachen unsern Anforderungen gewisse Markzellen junger Internodien von *Impatiens Noli tangere*; sie zeigten bei Plasmolyse und Wassersättigung genügend große Änderungen, hatten nahezu kreisförmigen Querschnitt und wurden als Zylinder aufgefaßt. Ein Vorversuch ergab den osmotischen Wert der betr. Zellschicht bei Grenzplasmolyse. Dann wurde der optische Längsschnitt ein und derselben Zelle gezeichnet 1. in Paraffinöl sofort nach Herstellung des Schnittes, 2. bei Grenzplasmolyse und 3. nach Wassersättigung<sup>14)</sup>.

Zur Volumbestimmung des Zylinders stellten wir die Länge der in der Zeichnung über 70 mm langen Zelle direkt mit dem Maßstab

14) Sättigung wurde angenommen, nachdem die Dimensionen der in Wasser liegenden Zelle während  $\frac{1}{3}$  Stunde keine Änderungen mehr zeigten.

fest; den mittleren Radius (denn kleine Abweichungen von der mathematischen Zylindergestalt sind fast unvermeidlich) berechneten wir aus der mit dem Planimeter gemessenen Fläche des optischen Längsschnittes und der Länge. Unter normalem Volumen verstehen wir hier das Volumen der Zelle in dem in Paraffinöl liegenden Schnitt. Ob dasselbe von dem Volumen in der intakten Pflanze abweicht, wurde nicht untersucht und ist für den hier verfolgten Zweck auch belanglos.

Es ergab sich durch Messung:

osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse = 0,38 Mol Rohrzucker,	} in will-	
normales Volumen (in Paraffinöl) . . . . . = 14122		kürlichen
Volumen bei Grenzplasmolyse (in 0,38 Mol Rohrz.) = 13209		Einheiten.
Volumen bei Wassersättigung (in Wasser) . . = 14779		

Hieraus folgt durch Rechnung:

osmotischer Wert bei normalem Volumen <sup>15)</sup> = 0,35 Mol Rohrz.
osmotischer Wert bei Wassersättigung <sup>15)</sup> . = 0,34 Mol Rohrz.

Häufig wurde der osmotische Wert statt in Mol Rohrzucker in Atmosphären angegeben; wir müssen diese, wie früher gezeigt, durchaus unstatthafte Umrechnung auch hier vornehmen, um den Fehler zu finden, der dadurch entstehen kann.

· Osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse . = 10,5 Atm.
· Osmotischer Wert bei normalem Volumen = 9,7 Atm.
· Osmotischer Wert bei Wassersättigung . = 9,3 Atm.

Weiter folgt:

Turgordruck der hier auch als osmotischer Druck bezeichnet werden darf und numerisch gleich ist dem Wanddruck	}	bei normalem Volumen = 5,4 Atm.
		bei Grenzplasmolyse . = 0,0 Atm.
		bei Wassersättigung . = 9,3 Atm.

Die Saugkraft der Zelle berechnet sich aus der Saugkraft des Zellinhaltes (= osmotischer Wert in Atmosphären umgerechnet) minus Wanddruck zu:

Saugkraft der Zelle bei normalem Volumen = 4,3 Atm.
Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse . = 10,5 Atm.
Saugkraft der Zelle bei Wassersättigung . = 0,0 Atm.

Die Genauigkeit dieser Zahlen hängt hauptsächlich ab von der Genauigkeit der Volummessung und läßt sich in einfacher Weise prüfen durch die direkte Messung der Saugkraft<sup>16)</sup>. Wir erhielten nun bei direkter Messung die Saugkraft bei normalem Volumen zu 4,48 Atm., nach obiger Berechnung . . . . . zu 4,3 Atm., also eine nahezu völlige Übereinstimmung.

15) Daß es erlaubt ist diese Werte aus dem osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse und der Volumänderung zu berechnen, zeigte ein Kontrollversuch, in welchem dieselbe Zelle vor und nach einstündigem Liegen in Wasser denselben osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse ergab.

16) Vgl. Ursprung und Blum, Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1916 p. 537, 1916 p. 539, 1918 p. 577, 1918 p. 599.

Zur besseren Übersicht geben wir noch eine tabellarische Zusammenstellung der gefundenen Werte:

	bei normalem Volumen	bei Grenzplas- molyse	bei Wasser- sättigung	Änderung beim Übergang von Wassersättigung zu Grenzplasmolyse
Volumen . . . . .	14122	13209	14779	— 10,6%
osmot. Wert in Mol. Rohrz. . .	0,35	0,38	0,34	+0,04 Mol.; +11,8%
osmot. Wert in Atm. = } Saugkraft d. Zellinhaltes } . .	9,7	10,5	9,3	+ 1,2 Atm.; + 13%
Turgordruck, osmot. Druck } num. = Wanddruck } . .	5,4	0,0	9,3	— 9,3 Atm.
Saugkraft der Zelle . . . . .	4,3	10,5	0,0	+ 10,5 Atm.

Wie Kolonne 4 zeigt, ändern sich beim Übergang von Wassersättigung zu Grenzplasmolyse am stärksten der Turgordruck bzw. Wanddruck und die Saugkraft der Zelle. Während die Saugkraft des Zellinhaltes nur um 1,2 Atm. wächst, nimmt die Saugkraft der Zelle um 10,5 Atm. zu. Das Ansteigen der Saugkraft der Zelle ist somit weitaus in erster Linie durch die Abnahme des früher kaum beachteten Wanddruckes bedingt, während der gewöhnlich allein berücksichtigte osmotische Wert keine so wichtige Rolle spielt<sup>17)</sup>. Dessen ungeachtet ist der osmotische Wert und damit auch die Saugkraft des Zellinhaltes natürlich die notwendige Voraussetzung für die Saugkraft der Zelle; mit der Saugkraft des Inhaltes steigt *cet. par.* die Saugkraft der Zelle an und bei Grenzplasmolyse fallen beide zusammen.

Aus Kolonne 1 ersehen wir, daß eine Zelle gleichzeitig einen Turgordruck und eine Saugkraft von mehreren Atmosphären aufweisen kann; eine Tatsache, die immerhin besondere Erwähnung verdient. Übrigens haben wir schon früher in den Palisaden durchaus turgeszenter Buchen- und Efeublätter Saugkräfte bis zu 16 und 17 Atm. nachgewiesen.

An Hand obiger Tabelle ist es nun leicht, für unsere Zelle die Größe der Fehler anzugeben, welche durch die Konfusion in der Terminologie entstehen können.

Es sei gemessen worden der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse zu 0,38 Mol. Rohrzucker.

Versteht man darunter den osmotischen Wert bei normalem Volumen, so beträgt der Fehler 0,03 Mol. Rohrzucker.

Versteht man darunter den osmotischen Wert bei Wassersättigung, so beträgt der Fehler 0,04 Mol. Rohrzucker.

17) Die chemische Zusammensetzung des Zellsaftes ist hier unverändert geblieben.

Nennt man die gemessene Größe osmotischen Druck oder Turgordruck und gibt sie zu 10,5 Atm. an, so beträgt für Grenzplasmolyse — da der wirkl. Turgordruck 0,0 Atm. — der Fehler 10,5 Atm.

beträgt für norm. Volumen — da der wirkl. Turgordruck 5,4 Atm. — der Fehler 5,1 Atm.

beträgt für Wassersättigung — da der wirkl. Turgordruck 9,3 Atm. — der Fehler 1,2 Atm.

Versteht man unter der gemessenen Größe die Saugkraft der Zelle und gibt sie zu 10,5 Atm. an, so

beträgt für Grenzplasmolyse — da die wirkl. Saugkraft der Zelle 10,5 Atm. — der Fehler 0,0 Atm.

beträgt für normal. Volumen — da die wirkl. Saugkraft der Zelle 4,3 Atm. — der Fehler 6,2 Atm.

beträgt für Wassersättigung — da die wirkl. Saugkraft der Zelle 0,0 Atm. — der Fehler 10,5 Atm.

Um einen weiteren Einblick zu geben in die Größenordnung des Fehlers, den jene Autoren begingen, welche den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse gemessen, darunter aber die Saugkraft der Zelle verstanden haben, seien noch einige Beispiele angeführt. Es handelt sich um Efeublätter, an denen der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse und die wirkliche Saugkraft der Zelle für jedes Gewebe gleichzeitig an symmetrischen Stellen desselben Blattes gemessen wurden, so daß die mitgeteilten Zahlen für osmotischen Wert und Saugkraft vergleichbar sind<sup>18)</sup>.

	Wirkliche Saugkraft der Zelle	Osmot. Wert bei Grenzplasmolyse	Falsche Saugkraft der Zelle = osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse in Atmosph. umgerechnet.	Fehler	
Blattspreite	obere Epidermis . . . . .	8,7 Atm.	0,70 Mol.	21,5 Atm.	12,8 Atm.
	Palisadenparenchym . . . . .	11,4 "	0,80 "	25,5 "	14,1 "
	untere Epidermis . . . . .	7,4 "	0,70 "	21,5 "	14,1 "
	Schließzelle . . . . .	7,8 "	0,75 "	23,4 "	15,6 "
	Schwammparenchym an Parenchymseide grenzend .	7,3 "	0,90 "	ca. 30 "	ca. 23 "
	Parenchymseide . . . . .	7,5 "	0,80 "	25,5 "	18,0 "
Blattstielbasis	Epidermis . . . . .	9,4 "	0,70 "	21,5 "	12,1 "
	Kollenchym . . . . .	9,3 "	0,70 "	21,5 "	12,2 "
	innere Rinde . . . . .	9,3 "	0,75 "	23,4 "	14,1 "
	Hadromparenchym . . . . .	8,8 "	0,65 "	19,6 "	10,8 "
	Mark . . . . .	9,1 "	0,65 "	19,6 "	10,5 "

18) Zur Verhinderung einer eventuell falschen Kombination dieser Zahlen sei bemerkt, daß die verschiedenen Gewebe untereinander nicht vergleichbar sind, da ihre Messung vielfach zu verschiedenen Zeiten und z. T. auch an verschiedenen Blättern erfolgte.

Die Fehler, die bei diesen unrichtigen Saugkraftmessungen begangen wurden, betragen somit 10,5—23 Atm. Besonders instruktiv ist ein Vergleich des Fehlers mit der zugehörigen wirklichen Saugkraft; er zeigt, daß der Fehler stets größer ist als der gesuchte Wert, beim Schwammparenchym sogar das Dreifache der gesuchten Größe ausmacht.

An 2 Beispielen soll noch gezeigt werden, wie sich bei der wirklichen Saugkraft Gesetzmäßigkeiten ergeben, die beim osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse nicht zutage treten.

Die erste der beiden folgenden Tabellen gibt für eine Buche den Zusammenhang zwischen der Saugkraft der Blätter und der Höhe der Insertion, die zweite Tabelle gibt für dieselbe Buche den Zusammenhang zwischen dem osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse und der Höhe<sup>19)</sup>.

Saugkraft	Entfernung d. Blattes v. d. unters. Wurzelspitze			
	2,7 m	8,7 m	11,1 m	13,0 m
obere Epidermis .	7,5 Atm.	9,3 Atm.	9,9 Atm.	10,5 Atm.
Palisaden . . . .	15,0 "	15,6 "	17,1 "	17,1 "
Schwammparench. .	11,1 "	12,4 "	14,3 "	14,3 "
untere Epidermis .	5,9 "	8,4 "	9,3 "	9,9 "
Schließzellen . .	8,1 "	9,9 "	9,9 "	10,5 "

Osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse	Entfernung d. Blattes v. d. Bodenoberfläche		
	1,5 m	5,5 m	14 m
obere Epidermis .	0,48 Mol Rohrz.	0,47 Mol	0,49 Mol
Schwammparench. .	0,72 "	0,76 "	0,75 "
untere Epidermis .	0,52 "	0,50 "	0,52 "

Während die Saugkraft in allen Geweben mit der Insertionshöhe regelmäßig ansteigt, erfolgt beim osmotischen Wert gar keine oder doch keine regelmäßige Zunahme.

Ein noch schöneres Beispiel bietet uns das Verhalten einer Palisadenreihe (oberste Palisadenschicht), die vom Hauptnerv eines Efeublattes in eine möglichst gefäßbündelfreie Partie der Spreite führt. Die Nummerierung der Zellen beginnt beim Hauptnerven; die Zellen 2 und 3 liegen den trachealen Wasserleitungsbahnen am nächsten; die erste Tabelle bringt für eine Reihe von 35 Palisadenzellen die Saugkraft in Atmosphären.

19) Die Saugkraftmessung wurde schon früher ausgeführt, die Messung des osmotischen Wertes derselben Buche datiert vom Sommer 1919.

Zelle	1	2	3	4	8	9	10	13	14	15	16
Saugkraft in Atm.	10,5	9,9	9,9	11,6	12,1	11,7	12,7	12,4	13,0	13,0	13,0

Zelle	17	18	20	21	22	23	26	27	28	34	35
Saugkraft in Atm.	13,7	13,3	14,3	14,8	14,3	14,96	15,3	14,96	15,3	15,6	16,4

Da der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse mit der Entfernung vom Nerv keine regelmäßige Änderung erfährt, zeigen aufeinanderfolgende Schnitte verschiedenes Verhalten. Es konnten daher die Resultate für den osmotischen Wert nicht in so einfacher Weise dargestellt werden wie für die Saugkraft, sondern es mußten für jede Rohrzuckerkonzentration die Nummern der plasmolysierten Zellen angegeben werden. Es wurden an senkrecht zum Hauptnerv gerichteten Serienschnitten die obersten Palisadenreihen links und rechts vom Nerv untersucht. Auch hier beginnt die Nummerierung beim Nerv. In der Tabelle wurde außerdem noch für jeden Schnitt die Gesamtzahl der untersuchten Palisaden angegeben.

Konzentration der Rohrzuckerl. in Mol	Nummer der plasmolysierten Palisaden		Gesamtzahl der Palisaden	
	links	rechts	links	rechts
0,76	9, 14	11, 16, 25, 34	42	50
0,78	6, 10, 28, 34	5, 8, 11, 19, 29	38	48
0,80	3, 6	4, 5, 8, 14, 15, 16, 47	20	52
0,82	2, 4, 7, 8, 16, 26	2, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 16, 17	28	32
0,84	2, 5—8, 10—12, 14, 16, 19, 21, 22, 24, 25, 31, 33, 35	5, 8, 10, 11, 13—15, 18, 19 22—26, 28—31, 34, 36—39 41—44, 46	36	47
0,86	3, 5, 7, 8, 11—14, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 31, 34, 36	1, 3, 4, 5, 8—12, 14, 15, 17, 19, 20, 22—24, 26—28, 30—32, 36—38, 40, 41	37	43
0,88	1, 3, 4—26, 28—41	1—13, 15—40, 42—45	45	49
0,90	1—52, 55—58	1—36, 38—40, 42, 43, 45	58	45
0,92	1—43, 45—48	1—62	48	62
0,94	1—57	1—61	57	61

Während die Saugkraft der Palisaden mit zunehmender Entfernung vom Hauptnerv ziemlich regelmäßig ansteigt und kleine Depressionen fast immer auf die Nähe feiner Nerven zurückgeführt werden können, ist das beim osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse nicht der Fall. So finden sich in den schwächeren Zuckerkonzentrationen niedrige, mittlere und hohe Nummern plasmolysiert und in ähnlicher Weise sind in den stärkeren Außenlösungen nichtplasmolysierte Zellen in den verschiedensten Entfernungen vom Hauptnerv anzutreffen.

### Einige Beispiele für Unklarheiten und Verwechslungen.

Wir beginnen mit einigen der besten und verbreitetsten Hand- und Lehrbücher, da die in ihnen enthaltenen Unklarheiten natürlich am folgenschwersten sind.

In seinen „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ 3. Aufl. 1913 unterscheidet Jost p. 26 auf Grund der van't Hoff'schen Anschauung zwischen Turgordruck und osmotischem Druck und schreibt: „Turgordruck ist ja nur der nach außen zur Geltung kommende osmotische Druck, der osmotische Druck, der auf der Membran lastet. Entzieht man einer Zelle durch irgendwelche Mittel Wasser, so wird ihr Zellsaft konzentrierter, ihr osmotischer Druck steigt also. Dagegen nimmt ihr Turgordruck ab.“ Jost will also zweifellos in seinem Buch unter „osmotischem Druck“ den osmotischen Wert und unter „Turgordruck“ den auf der Wand lastenden Innendruck verstanden wissen. Im Gegensatz zu dieser Definition auf p. 26 versteht aber Jost selbst auf p. 19 unter „osmotischem Druck“ den auf die Wand ausgeübten Innendruck, indem er schreibt: „Der osmotische Druck, der im Osmometer an der Höhe der Quecksilbersäule erkannt werden kann, äußert sich in der lebenden Zelle durch die Spannung bzw. Verlängerung der Zellhaut“ und „In der unverletzten Zelle wird durch diesen osmotischen Druck, den man auch als „Turgordruck“ zu bezeichnen pflegt, das Protoplasma fest an die Zellhaut angepreßt.“ Ja sogar auf derselben p. 26, welche die obige Definition enthält, lesen wir: „Tatsächlich besteht die Festigkeit, die wir an dünnwandigen wachsenden Zellen beobachten, nur auf dem osmotischen Druck; schon ein geringer Wasserverlust hebt die Spannung der Zellhaut auf und vernichtet die Straffheit der Zelle.“ Ähnliches finden wir später bei Besprechung der Bewegungen durch Turgor und Wachstum. So heißt es p. 557 von diesen Bewegungen, daß sie „ihre nächsten Ursachen im osmotischen Druck oder im Wachstum der Zelle haben.“ Hier kann „osmotischer Druck“ nur den auf die Wand ausgeübten Innendruck bedeuten; denn der osmotische Wert, die Fähigkeit einer Zelle einen Druck auf die Wand erzeugen zu können, verursacht ebensowenig Bewegungen wie die Fähigkeit einer Zelle wachsen zu können. Auch p. 565 ist sicher der auf die Wand ausgeübte Innendruck gemeint in dem Satz: „Hat der osmotische Druck in dem Träger (von *Pilobolus*) eine gewisse Höhe erreicht, so reißt dessen Membran . . . auf.“ Dieselbe Bedeutung hat der „osmotische Druck“ p. 559, wo „jugendliche Zellen nur durch ihn eine gewisse unentbehrliche Festigkeit erlangen.“ Dann kommt der merkwürdige Satz: „Der Druck dehnt, wenn genügend Wasser zur Verfügung steht, die zarten Häute, er wird zum Turgordruck.“ Hier haben wir also einen „Druck“ der nicht drückt, aber durch Wasseraufnahme zu einem Druck wird, der drückt.

Wenn es schon sehr unzuweckmäßig ist von „osmotischem Druck“ zu sprechen, wo osmotischer Wert gemeint ist, so werden Mißverständnisse geradezu provoziert, indem man den osmotischen Wert kurzerhand als „Druck“ bezeichnet. p. 25 lesen wir, „daß Drucke von 5—10 Atm. etwas ganz gewöhnliches in der Pflanze sind“ und p. 558 heißt es, daß in den Zellen von Pilzen, die auf konzentrierten Lösungen kultiviert werden, „Drucke von 300 Atm. und mehr vorkommen können“. Natürlich ist hier unter „Druck“ der osmotische Wert gemeint; auch bemerkt Jost noch im gleichen Absatz, daß diese Zellen beim Übertragen in Wasser platzen. Ich befürchte aber, daß diese Bemerkung bald vergessen sein wird und daß der „Druck von 300 Atm.“, mit dem der Student im Examen glänzt, als auf der Wand lastender Innendruck verstanden ist. p. 557 bringt eine mit „Salpeterwert“ und „Druck in Atmosphären“ überschriebene Tabelle, aus der ich 2 Beispiele mitteile:

	Salpeterwert	Druck in Atm.
<i>Gunnera scabra</i> , Blattstiel (de Vries)	0,12—0,16	5,3—7,2
<i>Phaseolus</i> , Blattgelenk (Hilburg)	0,45	20,25

Die gleiche Seite enthält auch den Satz: „Hat man den Salpeterwert des Zellsaftes bestimmt, dann kann man die Druckhöhe in der Zelle durch Rechnung finden, denn es ist bekannt, daß eine 1 proz. Salpeterlösung (= 0,1 Mol.) einen Druck von etwa 4,5 Atm. ausübt.“ Unter „Druck“ und „Druckhöhe“ dürfte die Mehrzahl der Leser wiederum den auf der Wand lastenden Innendruck verstehen, um so mehr, als bei den in Rede stehenden Bewegungen der osmotische Wert an und für sich keine Rolle spielt. Hier hätte nun doch zum Mindesten — wenn man diese unglückliche Terminologie absolut beibehalten will — bemerkt werden müssen, daß die „Druck“-Tabelle über den auf der Wand lastenden Innendruck nichts aussagt. De Vries und Hilburg haben den Salpeterwert gemessen, und zwar de Vries den Salpeterwert des Preßsftes (wobei ein Mittelwert vieler Zellen bei normalem Volumen erhalten wurde), Hilburg den Salpeterwert bei Grenzplasmolyse (der größer ist als bei normalem Volumen). Im Zustand der Grenzplasmolyse, in dem Hilburg einen Druck von 20,25 Atm. gefunden haben soll, lastete auf der Wand natürlich der Druck Null; selbst nach dem Übertragen der Zelle in Wasser konnte er (wegen der Vergrößerung des Zellvolumens) 20,25 Atm. nicht erreichen und im intakten Gelenk mußte er einen nicht näher bekannten Zwischenwert besitzen.

Die Gefahr einer Verwechslung von osmotischem Wert (meist bei Grenzplasmolyse), osmotischem Druck und Saugkraft bringt das Kapitel über die Wasserversorgung. p. 43 dürfte nachdrücklicher betont sein, daß der bei Wüstenpflanzen bis zu 100 Atm. nachgewiesene „osmotische Druck“ den in Atmosphären umgerechneten osmotischen

Wert bei Grenzplasmolyse bedeutet, welcher mit der Saugkraft der Zelle nicht identisch ist. Von der Saugkraft der Zelle, auf die es an dieser Stelle ankommt, wissen wir streng genommen nur, daß sie zwischen 0 und ca. 100 Atm. liegt und das ist gewiß nicht sehr viel. p. 44 lesen wir bei Besprechung der Schimmelpilze, die in konzentrierten Zuckerlösungen wachsen: „Für die Saugkraft kommt ja in diesem Fall nur der Überschuß des osmotischen Druckes in der Zelle über den der Umgebung in Betracht.“ Das ist aber nicht richtig, weil neben dem sog. „osmotischen Druck“ (d. h. dem osmotischen Wert) von Zellinhalt und Außenlösung auch noch der Wanddruck eine Rolle spielt. Beträgt z. B. im Gleichgewichtszustand die Saugkraft des Zellinhaltes 30 Atm., die Saugkraft der Außenlösung 25 Atm., so ist der Saugkraftüberschuß der Zelle nicht 5 Atm., sondern Null, weil der Wanddruck 5 Atm. ausmacht. Eine weitere, durch Übersehen des Wanddruckes entstandene Unrichtigkeit begegnet uns p. 66. Es wird hier der Vorgang beschrieben, der sich abspielt, wenn der einzellige, wassergesättigte *Pilobolus* durch Transpiration Wasser abgibt. Erst verliert die Membran Wasser, hierauf das Plasma. „Das Protoplasma seinerseits sucht Deckung für den Wasserverlust in der Vakuole und so muß diese zunächst in ihrem oberen Teile konzentrierter werden; alsbald wird aber durch Diffusion ein Ausgleich der Vakuolenkonzentration an beiden Enden der Zelle herbeigeführt werden und damit ist dann die Störung des Gleichgewichtszustandes bis an die Stelle gelangt, wo eine erneute Aufnahme von Wasser aus dem Boden stattfinden kann.“ Nein! Das Gleichgewicht ist in der ganzen Zelle bereits in dem Moment gestört, in welchem oben Wasser austrat, denn schon in diesem Moment, also vor dem Diffusionsausgleich, nimmt der Wanddruck ab und damit die Saugkraft der ganzen Zelle zu. p. 66 steht auch, daß eine Zelle aus der benachbarten so lange auf osmotischem Wege Wasser entnehmen kann, „bis in beiden gleiche Konzentration herrscht“. Also eine Verwechslung von osmotischem Wert bzw. Saugkraft des Zellinhaltes und Saugkraft der Zelle. In den bisher zitierten Beispielen aus dem Kapitel der Wasserversorgung verstand Jost unter „osmotischem Druck“ den osmotischen Wert oder die Saugkraft, p. 57 ist aber wieder der auf der Wand lastende Innendruck gemeint, heißt es doch von den Schließzellen: „Unter dem Einfluß des osmotischen Druckes werden nun die Zellmembranen gedehnt.“

Klarer ist die Darstellung, die Jost in der 14. Auflage des Lehrbuches der Botanik für Hochschulen gibt. So nennt er als Ursache der Bewegungen der Gelenke und Schließzellen (p. 290, 307, 308) Schwankungen des „Turgordruckes“, des „Turgors“ oder der „Turgeszanz“. Weniger glückliche Stellen finden sich p. 191—194. So wird p. 192 unterschieden zwischen dem „osmotischen Drucke im Sinne des Chemikers“, der zunimmt, wenn die Zelle welkt und dem nach außen wirksamen osmotischen Druck“ oder „Turgordruck“,

der abnimmt, wenn die Zelle welkt. „Wenn wir sagen, eine Zelle hat einen osmotischen Druck von einer bestimmten Höhe, so sagen wir damit über die Höhe des Turgordruckes noch gar nichts aus.“ Hier bedeutet „osmotischer Druck“ den osmotischen Wert; aber kurz vorher (p. 192) bedeutet „osmotischer Druck“ wieder den auf der Wand lastenden Innendruck, in dem Satze: „Es wird also auch in die pflanzlichen Zellen Wasser einströmen, ohne daß Salz austritt, und somit wird ein osmotischer Druck entstehen. Das Protoplasma dehnt sich unter diesem Druck.“ Auf der folgenden Seite wird mitgeteilt, daß nach plasmolytischen Bestimmungen der „osmotische Druck“ in den Zellen 5—10—100 Atm. betragen kann. Was dürfte hier der Leser unter „osmotischem Druck“ verstehen? Meist wohl falscherweise den auf der Wand lastenden Innendruck; findet er doch p. 191 noch den Passus: „Solche einseitige Diffusion wird Osmose genannt; ihre Folge macht sich als ein Druck bemerkbar (osmotischer Druck), der im Innern der Zelle entsteht.“ p. 194 heißt es von Pilzzellen, die in Zuckerlösungen gedeihen: „Man begreift leicht, daß Zellen mit so hohen Drucken sofort platzen, wenn sie . . . in Wasser überführt werden und somit ihren Turgordruck ganz gewaltig steigern können.“ In der ersten Hälfte des Satzes besitzen also die Zellen so hohe Drucke, wie sie nach der zweiten Hälfte des Satzes gar nicht möglich sind. Wie viel Mißverständnisse ließen sich doch vermeiden durch Ausschaltung dieses vieldeutigen „Druckes“.

Auch in Pfeffer's Pflanzenphysiologie ist die Terminologie nicht konsequent durchgeführt. So bedeutet z. B. „osmotischer Druck“ auf p. 116 und den folgenden Seiten im allgemeinen den auf der Wand lastenden Innendruck; wenn aber p. 116 die Rede ist vom „osmotischen Druck, welcher in den hautumkleideten turgeszenten Zellen sehr gewöhnlich 5—10 Atm. erreicht“, so kann an dieser Stelle nur der osmotische Wert gemeint sein, weil der auf der Wand lastende Druck in der Regel gar nicht bekannt ist. Unter „Turgor“, „Turgorspannung“, „Turgorkraft“ und ähnlichen Ausdrücken wird gewöhnlich der auf die Wand ausgeübte Innendruck verstanden (vgl. z. B. I. p. 119, 173, 195); p. 121 muß es sich aber um den (in Atmosphären umgerechneten) osmotischen Wert handeln, wenn der „Turgordruck“ gewöhnlich zu 1,5—3,0 %  $\text{KNO}_3$ , also 5—11 Atm. und der „Turgor“ in der Zuckerrübe zu 5—6 % Salpeter, also 15—21 Atm. angegeben ist. Bezüglich der Kraft, mit der eine Zelle Wasser anzieht, schreibt Pfeffer I p. 195: „Natürlich kommt für die Wasseranziehung nur die Senkung des Turgors unter den Gleichgewichtszustand, nicht aber die absolute Höhe der Turgorkraft in Betracht.“ Das ist nicht ganz richtig; so würde sich nach Pfeffer die Saugkraft der Zelle  $c^{(20)}$  zu  $11,7 - 5,9 = 5,8$  Atm. berechnen, während sie tatsächlich 6,8 Atm. beträgt. Das Versehen beruht darauf, daß — in-

20) Siehe den ersten Abschnitt dieses Aufsatzes.

folge der Volumänderung — der Turgordruck im Gleichgewichtszustand, d. h. bei Wassersättigung kleiner ist als die Saugkraft des Zellinhaltes bei normalem Volumen.

Von Lehrbüchern sei noch Höber's Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe, 4. Aufl., erwähnt, die in den Fragen, welche uns hier beschäftigen, gerne zur Hand genommen wird. p. 69, 70 wird der osmotische Wert als „osmotischer Druck“ oder auch kurzweg als „Druck“, der osmotische Wert bei normalem Volumen sogar als „wahrer Innendruck“ bezeichnet. Daß und warum das unzweckmäßig ist, wurde früher ausführlich erörtert. In höchst unglücklicher Weise ist p. 70 der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse „Turgor“ (Pp) genannt und damit ein Ausdruck, der allgemein zur Bezeichnung der Zellstraffheit dient, umgekehrt gerade auf die schlaffe Zelle angewendet. Unter „Turgordruck“ oder „Turgorspannung“ (Po) wird der osmotische Wert bei normalem Volumen verstanden. Direkt unrichtig ist dann der Satz: „Pp — Po repräsentiert den von der elastischen Membran entfalteten Druck, die Turgeszenz<sup>21)</sup>.“ Unter Pp — Po versteht Höber die Differenz der osmotischen Werte bei Grenzplasmolyse und normalem Volumen, das ist für unsere Markzelle  $0,38 - 0,35 = 0,03$  Mol. Rohrzucker oder in Atmosphären umgerechnet  $10,5 - 9,6 = 0,9$  Atm.; der Wanddruck beträgt aber nicht 0,9 Atm., wie Höber will, sondern 5,4 Atm.

Im Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. X, Artikel Turgor, unterscheidet Ruhland p. 93 richtig zwischen dem osmotischen Wert und dem mit dem Osmometer bestimmbaren osmotischen Druck. Und p. 92 schreibt er entsprechend: „Lösungen, deren Konzentration gerade zur Aufhebung der Turgordrehung genügt, haben denselben osmotischen Wert wie der Zellsaft.“ Hier hätte nur noch hinzugefügt werden sollen: „wie der Zellsaft bei Grenzplasmolyse“, um die beliebte Verwechslung mit dem Zellsaft bei normalem Volumen zu vermeiden. Dagegen finden wir p. 91 „in den umwandeten turgeszenten Zellen einen osmotischen Druck von gewöhnlich etwa 5—10 Atm., welcher . . . das Protoplasma gegen die Zellwand preßt“. Was das Plasma gegen die Zellwand preßt, ist allerdings der osmotische Druck; was aber 5—10 Atm. beträgt, ist der (in Atmosphären ausgerechnete) osmotische Wert und die Höhe des osmotischen Druckes ist gewöhnlich gar nicht bekannt. Dieser Darstellung sind wir schon früher begegnet und wir treffen sie auch wieder bei Pütter Bd. III, p. 506, wo es heißt: „Die Höhe des osmotischen Druckes beträgt bei Landpflanzen 5—11 Atm.“ p. 92 Bd. X definiert Ruhland den „Turgordruck, unter welchem der gesamte vom Zellinhalt auf die Wand ausgeübte Druck zu verstehen ist“ und p. 95 heißt es, daß die, wie schon erwähnt meist unbekanntenen „Turgordrucke in

21) Diese Darstellung wurde auch wörtlich von Bottazzi in die „Ergebnisse der Physiologie“ 1908, 7, p. 210 übernommen.

höheren Pflanzen gewöhnlich etwa 5–11 Atm. betragen“. „In zahlreichen Fällen kommen aber auch höhere Drucke vor.“ Als Beispiel figurieren unter anderen die Wüstenpflanzen, in welchen nach Fitting „außerordentlich hohe Drucke, zum Teil von 50 bis über 100 Atm.“ erzeugt werden. Auch hier wurde faktisch nur der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse gemessen. Um aber den Leser sicher irre zu führen, folgt dann der Passus: „Für die Beurteilung der Widerstandskraft der Zellhäute gegen so hohe und noch höhere Drucke . . .“ Hierauf der Satz: „Auch sonst scheint der Turgordruck in trocken gehaltenen Pflanzen regelmäßig wesentlich höher zu steigen als in normal mit Wasser versorgten;“ während doch jedermann weiß, daß trocken gehaltene Pflanzen leicht welken, daß also der wirkliche Turgordruck, wie er p. 92 definiert wurde, nicht steigen sondern fallen muß.

Wenn schon in Lehr- und Handbüchern, die doch besonderes Gewicht auf Klarheit des Ausdrucks legen sollten, der Terminologie nicht genügende Beachtung geschenkt wird, so ist das in Abhandlungen noch weniger zu erwarten.

Copeland<sup>22)</sup>, der nur den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse maß und daher über die Straffheit der Zelle keinen zahlenmäßigen Aufschluß geben konnte, teilt die Größe des „Turgors“ mit und findet z. B. p. 2, daß an manchen Stengeln die jüngeren Blätter „mehr turgeszente Zellen“ haben als die älteren. Auch Hilburg<sup>23)</sup> bezeichnet den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse als „Turgor“ und erhält so den Befund p. 26: „daß Wassereinwirkung den Turgor in den Gelenkzellen zum Sinken bringt.“ Beide Autoren geben ihre Resultate indessen in %  $\text{KNO}_3$  an, was die Orientierung erleichtert. Ähnliches gilt unter den neueren Arbeiten auch von Bender<sup>24)</sup>, der den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse „osmotischen Druck“ nennt. Dagegen führt Buchheim<sup>25)</sup>, der den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse als „Turgordruck“ bezeichnet, oft noch die Umrechnung in Atmosphären an; auch spricht er häufig von „Innendruck“ und „Überdruck“, was die Möglichkeit einer falschen Deutung natürlich erhöht. Besser steht es bei Meier<sup>26)</sup>, doch sind auch hier, ob schon eine einwandfreie Terminologie angestrebt war, aus Versehen einige Unklarheiten stehen geblieben.

Schlimmer aber als Unklarheiten sind unrichtige Darstellungen oder gar falsche Auffassungen, die bei manchen Autoren sich finden

22) Copeland, Über den Einfluß von Licht und Temperatur auf den Turgor, Halle 1896.

23) Hilburg, Über Turgeszenzänderungen in den Zellen der Bewegungsgelenke. Unters. a. d. Bot. Inst. Tübingen. I. p. 23.

24) Bender, Der osmotische Druck in den Zellen der Moose. Diss. Berlin 1916.

25) Buchheim, Der Einfluß des Außenmediums auf den Turgordruck einiger Algen. Diss. Bern. 1915.

26) J. Meier, Zur Kenntnis des osmotischen Wertes der Alpenpflanzen. Diss. Fribourg 1916.

und wohl zum großen Teil auf die schon genannten Mängel der Hand- und Lehrbücher zurückzuführen sein dürften. So schreibt Pringsheim<sup>27)</sup> p. 106: „Finden wir also in der Pflanze ein Steigen der Turgordrucke nach der wachsenden Spitze zu, so sind damit die physikalischen Bedingungen für die Wasserbewegung jedenfalls gegeben“; ein Satz, der unrichtig ist, mag nun der Turgordruck wörtlich genommen werden, oder — wie bei Pringsheim — den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse bedeuten. Denn bei der Wasserbewegung kommt es auf die Saugkraft der Zellen an; diese fällt aber nur bei fehlendem Wanddruck mit dem osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse zusammen, während Pringsheim (siehe p. 112) auch an turgeszente Zellen denkt. Dazu gesellt sich mangelnde Präzision im Ausdruck, so bedeutet „Turgor“ p. 106 den auf der Wand lastenden Innendruck, p. 110 aber den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse.

Fitting<sup>28)</sup> bestimmt ebenfalls den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse, spricht aber meistens von „osmotischem Druck“ und in durchaus nicht einwandfreier Weise von „Saugkraft“. So besitzt (p. 234) *Anagallis coerulea* einen „osmotischen Druck“ von 0,3—0,5 GM  $\text{KNO}_3$  und einige Zeilen später entzieht diese Pflanze dem Boden das nötige Transpirationswasser mit einer „Saugkraft, entsprechend 0,3—0,5 GM  $\text{KNO}_3$ “. p. 235 Nr. 12 ist stetsfort von „Druck“ und „Druckkräften“ die Rede, während natürlich an Saugung und Saugkräfte gedacht ist. Später erfolgt dann die Umrechnung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse in Atmosphären und p. 255 wird mitgeteilt, daß „Druckwerte bis zu 100 und über 100 Atmosphären“ vorkommen; p. 271 sind es „Saugkräfte“ „bis zu und über 100 Atmosphären (= 3 GM  $\text{KNO}_3$ )“, einer Quecksilbersäule von 76 m entsprechend, die an die Böden angesetzt werden können“. p. 258 heißt es: „Die ungeheuren osmotischen Druckkräfte, die ich bei vielen Wüstenpflanzen gefunden habe, sind zwar, wie ich glaube, ein brauchbares Maß für die Größe der von diesen Pflanzen entwickelten Saugkräfte, lassen aber kein Urteil zu über die Größe des in der Turgeszenz der Gewebe zum Ausdruck kommenden Überdruckes, mit andern Worten des sog. Turgordruckes.“ Was hier vom Turgordruck sehr richtig gesagt ist, hätte um Irrtümer zu vermeiden auch auf die Saugkraft ausgedehnt werden sollen. Ist es doch klar, daß der ermittelte osmotische Wert nur bei Grenzplasmolyse sich mit der Saugkraft der Zelle deckt. Grenzplasmolyse wird aber auch bei Wüstenpflanzen nicht der normale Zustand sein.

---

27) Pringsheim E., Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 43, 1906.

28) Fitting, Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. f. Bot. 3, 1911.

Welches Unheil die Konfusion in der osmotischen Terminologie anrichten kann, zeigt Hannig<sup>29)</sup>, dessen ganze Arbeit auf der falschen Annahme zu basieren scheint, man könne durch Bestimmung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse auf die Saugkraft der Zelle schließen. Die gleiche Verwechslung wiederholt sich später bei Senn<sup>30)</sup>, der den osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse mißt und aus dem Umstand, daß die Epidermis z. B. von *Viscum* um 0,625 Mol  $\text{KNO}_3$  höher ist als die der Wirtspflanze, den Schluß zieht: „Der Parasit vermag somit auf den Wirt eine Saugwirkung auszuüben, welche bei *Viscum* . . . 0,625 Mol  $\text{KNO}_3$  also mehr als 21 Atm. erreicht.“ In allen diesen Fällen wird somit der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse gemessen, gesprochen wird aber vom „osmotischen Druck“, „Turgordruck“ u. ä., und gemeint ist die Saugkraft.

Diese Beispiele mögen genügen. Trotz der Ausstellungen anerkennen wir natürlich voll und ganz die wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse über den osmotischen Wert; der Tadel gilt allein der unrichtigen Darstellung bzw. den verkehrten Schlüssen und der Wurzel des Übels: der verkehrten Terminologie.

Also in Zukunft mehr Klarheit im Ausdruck, damit die Darstellung so ist, daß sie richtig verstanden werden muß, und nicht nur so, daß sie auch richtig verstanden werden kann.

## Das Maulspitzen der Fische.

### Das Entstehen und Vergehen seiner Mechanik.

Von Dr. Otto Thilo, Riga.

Ganz besonders auffallend ist das „Maulspitzen“ bei unseren Karpfen, wenn sie auf dem Trockenen liegend nach Luft schnappen. Das hat wohl schon ein jeder häufiger beobachtet. Infolgedessen weiß auch ein jeder, was der Volksausdruck „Karpfenmaul“ bedeutet. Wohl nur wenige wissen aber genauer, wie eigentlich ein „Karpfenmaul“ eingerichtet ist. Es fehlt eben bisher eine klare und deutliche Beschreibung seiner Mechanik.

Schon vor Jahren hat allerdings Vitus Graber Lit. G<sup>1)</sup> das Karpfenmaul genauer beschrieben und abgebildet, aber seine Beschreibung ist sehr schwer verständlich und daher will ich es denn hier versuchen möglichst kurz und klar die Eigentümlichkeiten des Kiefergerüsts der Karpfen und anderer Fische darzulegen. Man versteht sie ohne sonderliche Schwierigkeiten, wenn man ausgeht vom

29) Hannig, Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Druckes in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1912, 30, p. 194.

30) Senn, Der osmotische Druck einiger Epiphyten und Parasiten. Verh. d. naturf. Ges. Basel. 1913, 24, p. 179.

1) Lit. G = Literaturanhang unter G.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Ursprung Alfred, Blum Gebhard

Artikel/Article: [Dulrfen wir die Ausdrulcke osmotischer Wert, osmotischer Druck, Turgordruck, Saugkraft synonym gebrauchen? 193-216](#)