

Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 67 (1957)

Artikel: Zur Kenntnis der Saugkraft des Meerwassers und einiger Hydrophyten
Autor: Tramèr, P.O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47101>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Kenntnis der Saugkraft des Meerwassers und einiger Hydrophyten

Von P. O. Tramèr, Ascona¹

(Manuskript eingereicht am 24. Juni 1957)

I. Die Saugkraft des Meerwassers

Das Substrat, das der Pflanze das Wasser liefert, setzt dem Wasserentzug einen Widerstand entgegen, den wir durch die Kraft messen können, die zu seiner Überwindung erforderlich ist. Dieser Widerstand ist identisch mit der Saugkraft des Substrates und kann gemessen werden durch eine bekannte Saugkraft, die mit dem Substrat im Gleichgewicht ist, ihm also weder Wasser entzieht noch Wasser an dasselbe abgibt. Diese Saugkraft kann mit den gleichen Methoden untersucht werden wie die Saugkraft des Preßsaftes oder die Saugkraft des Bodens. Die hierfür in Frage kommenden Dampfdruckmethoden gehen von der Voraussetzung aus, es seien Lösungen mit gleichem Dampfdruck auch isosmotisch. Es wird der unbekannte Dampfdruck der Versuchslösung verglichen mit dem Dampfdruck einer Rohrzuckerlösung von bekannter Saugkraft und gleicher Temperatur. Unter den verschiedenen Möglichkeiten habe ich mich für die Kapillarenmethode von *U r s p r u n g* und *B l u m* (1930) entschieden. Mit den übrigen Dampfdruckmethoden hat sie den Vorteil, daß die Fehlerquelle der unvollkommenen Semipermeabilität wegfällt, und vor der Kryoskopie zeichnet sie sich aus durch das Fehlen der Temperaturkorrektion. Die Schattenseiten, die hauptsächlich in der Konstanthaltung der Temperatur bestehen, konnten dadurch umgangen werden, daß in einem Raume mit konstanter Temperatur gearbeitet wurde.

Um den Vergleich zwischen dem Dampfdruck der Versuchslösung (Meerwasser) und dem Dampfdruck der Rohrzuckerlösung von bekannter Saugkraft herstellen zu können, bediente ich mich der im Handel befindlichen gewöhnlichen Glasklötze als Exsikkatoren, die ich mit einer planparallelen Glasplatte verschloß. An der Innenseite des Deckels, der zum Zwecke hermetischen Verschlusses mit Vaseline bestrichen wurde, befestigte ich mittels eines Plastilinstreifens sieben Glaskapillaren, sechs davon wurden mit verschiedenen konzentrierten Rohrzucker-

¹ Die hier mitgeteilten Messungen wurden in den Augustmonaten der Jahre 1953 und 1955 an der Zoologischen Station des Aquariums in Neapel durchgeführt.

lösungen in Abstufungen von 0,75 bis 0,95 Mol gefüllt, die siebente Kapillare enthielt wie der Exsikkator das zu untersuchende Meerwasser. Dadurch konnten die infolge von Temperaturdifferenzen oder Verdunstung entstandenen Fehler kontrolliert werden.

Nach Verschluß des Exsikkators mit Vaseline maß ich mittels eines Okularmikrometers die Meniskendistanz in den Kapillaren. Tabelle 1 gibt in der ersten Kolonne die gemessenen Werte.

Tabelle 1

Die Saugkraft des Meerwassers mit der Kapillarenmethode: 9. Aug. 1955, Temp. 24° C

Inhalt der Kapillaren	Meniskendistanz in Okularmikrometerteilstrichen							
	anfangs	nach 1 Tag	Diff.	nach 2 Tagen	Diff.	nach 3 Tagen	Diff.	korrig. Diff. ²
0,75 Mol Rz. ¹	45,5	25	—20,5	18	—27,5	15	—30,5	—26,5
0,80 Mol Rz.	45	35	—10	26	—19	23	—22	—18
0,85 Mol Rz.	44	39	— 5	36	— 8	34	—10	— 6
0,88 Mol Rz.	42,5	39	— 3,5	36,5	— 6	33	— 9,5	— 5,5
0,90 Mol Rz.	57	55	— 2	53	— 4	53	— 4	0
0,95 Mol Rz.	43,5	49,5	+ 6	51	+ 7,5	52	+ 8,5	+ 4,5
Vergleichskapillare	46,5	49	+ 2,5	50	+ 3,5	50,5	+ 4	

Abkürzungen:

¹ Rz. = Rohrzucker in destilliertem Wasser gelöst.

² korrig. Diff. = unter Berücksichtigung der Vergleichskapillare korrigierte Werte.

Nach 24 Stunden wurde die erste Kontrolle durchgeführt, wobei sich für die Kapillare mit der 0,75moligen Rohrzuckerlösung bereits eine Meniskendistanzabnahme von 20,5 Teilstrichen ergab, was auf eine erhebliche Abgabe von Wasserdampf an die Versuchslösung schließen ließ. Für die mit der konzentriertesten Lösung gefüllte Kapillare konstatierte ich eine Zunahme der Meniskendistanz um 6 Teilstriche, was darauf hinwies, daß die gesuchte Konzentration des Meerwassers näher bei 0,95 Mol Rohrzucker lag als bei 0,75 Mol. Nach drei Tagen war Konstanz der Meniskendistanzen eingetreten: Die mit 0,90 Mol Rohrzucker gefüllte Kapillare zeigte eine Verkürzung um 4 Teilstriche; dieselbe Meniskendistanzabnahme konnte auch für die Kontrollkapillare festgestellt werden. Infolgedessen mußte ich den Schluß ziehen, daß die Summe der Fehler 4 Teilstriche umfaßte. Alle erhaltenen Werte wurden deshalb um 4 Teilstriche in negativem Sinne korrigiert, und somit stellte sich für die mit 0,90 Mol Rohrzucker gefüllte Kapillare der Wert Null heraus. Dies besagt, daß das zur Untersuchung gelangte Meerwasser und die 0,90 Mol Rohrzucker enthaltende Kapillarlösung denselben Dampfdruck und auf Grund physikalischer Gesetze auch denselben

osmotischen Druck besitzen, d. h. zirka 30 Atm. *Bottazzi*¹ (1906) und nach ihm andere Forscher, die in Neapel gearbeitet haben, sind mit Hilfe der Methode der Gefrierpunkterniedrigung zu ähnlichen Resultaten gekommen.

II. Die Messung osmotischer Zustandsgrößen einiger Hydrophyten

a) *O_g*-Werte einiger Meeresalgen

Betreffs früherer Untersuchungen verweise ich auf die Arbeiten von *Höfler* (1932), *Hoffmann* (1932) und *Büning* (1935), die sich mit denselben Spezies beschäftigt haben. Als Osmotikum empfiehlt *Höfler* reines, draußen im freien Meer geschöpftes Seewasser, wie es in den Küstenlaboratorien in Neapel und anderswo zur Verfügung steht. Solches Seewasser wird auf dem Wasserbad bei 60 bis 70° C auf die Hälfte eingedampft, das Volumen gemessen und entweder die zufällig hergestellte Konzentration verwendet oder gewöhnlich durch Mischung mit einfachem Seewasser auf bestimmte Konzentrationen gebracht. Grünalgen konnten auch mit Rohrzucker, der in Seewasser gelöst wurde, plasmolysiert werden, während *Griffithsia* nur konzentriertes Seewasser ertrug. Die Lösungen mußten infolge der hohen Temperaturen, die in den Laboratorien herrschten, täglich erneuert werden.

Mit Hilfe der grenzplasmolytischen Methode versuchte ich den osmotischen Wert des Zellinhaltes bei Grenzplasmolyse und den Ein-

Tabelle 2
Einfluß der Besonnung

Arten	Expositions-dauer	Grenzplasmolysewert	Sz _g in Atm.
Cladophora	1 Stunde	1,65 Mol Seewasser	49,5 Atm.
Cladophora	2 Stunden	1,70 Mol Seewasser	51,1 Atm.
Cladophora	3 Stunden	1,75 Mol Seewasser	52,2 Atm.
Chaetomorpha	1 Stunde	1,60 Mol Seewasser	48,0 Atm.
Chaetomorpha	2 Stunden	1,62 Mol Seewasser	48,6 Atm.

Tabelle 3
Einfluß der Temperatur

Arten	Temperatur-variationen	Grenzplasmolysewert	Sz _g in Atm.
Cladophora	Zunahme um 10° C	1,55 Mol Sw. ²	46,5 Atm.
Cladophora	Abnahme um 10° C	1,55 Mol Sw.	46,5 Atm.
Chaetomorpha	Zunahme um 10° C	1,52 Mol Sw.	45,6 Atm.

¹ *Bottazzi* stellte für das Meerwasser im Golf von Neapel eine Gefrierpunkts-erniedrigung von $\Delta = 2,30^\circ \text{C}$ fest.

² Sw. = Seewasser.

Tabelle 4
Einfluß des Salzgehaltes

Arten	Variationen des Salzgehaltes	Grenzplasmolysewert	Sz _g in Atm.
Cladophora	+ 75 %	1,80 Mol Sw.	54,0 Atm.
Cladophora	— 25 %	0,40 Mol Rz.	41,2 Atm.
Cladophora	— 50 %	0,40 Mol Rz.	41,2 Atm.
Chaetomorpha	— 50 %	1,50 Mol Sw.	45,0 Atm.

fluß der Außenfaktoren auf denselben zu erfassen. Bei Anwendung von eingedampftem und in Abstufungen von 0,02 oder 0,05 Mol verdünntem Seewasser als Osmotikum gelang es mir, für *Cladophora* einen O_g-Wert von 1,55 Mol Seewasser festzustellen, was einem osmotischen Druck von 46,5 Atm. entspricht. Versuche mit Rohrzucker, in Seewasser gelöst, ergaben ungefähr dieselben Werte: 0,42 bis 0,45 Mol Rohrzucker. Für *Chaetomorpha* fand ich einen osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse von 1,52 Mol Seewasser und für *Griffithsia* 1,51 Mol Seewasser.

Von den Außenfaktoren hatten die Besonnung von 1 bis 2 Stunden und die Zunahme des Salzgehaltes den größten Einfluß auf die Änderung des O_g-Wertes, wie die Tabellen 2 bis 4 zeigen. Mehr als dreistündige Besonnung und Erhöhung der Temperatur um mehr als 10° C und höhere Salzkonzentrationen führten zu Membranquellung, was eine einwandfreie Messung des O_g-Wertes verhinderte. *Griffithsia* ertrug keinerlei Veränderung der genannten Faktoren.

b) Sz_n-Messungen einiger Meeresalgen

Zur Messung der Saugkraft der Zelle braucht man nach Ursprung (1935, S. 1347—1364) nur jene Konzentration des Osmotikums zu ermitteln, in welcher das variable Volumen der Zelle konstant bleibt. Zu diesem Zwecke mußte ich zuerst das Volumen der Zelle im normalen Zustand, das heißt in meinem Falle im Seewasser, und darauf nach erfolgter Einwirkung des Osmotikums feststellen. Die in Frage kommenden Spezies *Cladophora* und *Chaetomorpha* weisen relativ große und leicht zu messende Zellen auf. An sich wäre es geraten, das Zellvolumen zu messen, aber da es im Grunde gar nicht auf das Volumen als solches ankommt, sondern nur auf die Feststellung, ob dieses zu- oder abnimmt, so wählte ich den einfacheren Weg und maß nur die Fläche. Ich konnte aber in keinem einzigen Falle mit den mir zur Verfügung stehenden optischen Instrumenten weder eine Zu- noch eine Abnahme der Zellfläche konstatieren. Das Einlegen der Algenfäden in verdünntere Lösungen, als es das gewöhnliche Seewasser darstellt, führte immer zu Membranquellungen; der Gebrauch von eingedampftem Seewasser, in welchem eine Abnahme der Zellfläche zu erwarten wäre, er-

gab keine einwandfreien Resultate. Stark konzentrierte Lösungen von eingedampftem Seewasser hatten auch wieder Membranquellungen zur Folge. Dieselben Beobachtungen waren schon von Hoffmann und Büning u. a. gemacht worden, wobei letzterer bemerkt, daß eine Verkürzung der Zelle schon bei der geringsten Konzentrationszunahme des Osmotikums beginnt, nur lasse sich diese Volumenänderung infolge der Membranquellung nicht feststellen. Da die mir in Neapel zur Verfügung stehende Zeit beschränkt war, konnte ich nicht näher auf diese Frage eingehen. Ich wandte mich deshalb der Untersuchung der osmotischen Zustandsgrößen einiger Süßwasserpflanzen zu, da sich ja dort im Grunde dieselben Probleme stellen.

Mosebach (1936), der nach dem kryoskopischen Verfahren nach Walter arbeitete, stellte fest, daß die osmotischen O_n -Werte der von ihm untersuchten Algen die osmotischen Werte des Meerwassers nur um wenige Atmosphären übertreffen (6,6 bis 3,8 Atm.). Es dürfte sich hier wohl um S_i -Werte handeln, wenn wir uns an die Nomenklatur von Ursprung und Blum halten.

c) S_z -Messungen einiger Süßwasserpflanzen

Hierüber existieren verschiedene Arbeiten von Gamma (1932), Bauer (1951) und Geßner (1956) u. a. Gamma fand für *Elodea*-Blättchen positive Saugkräfte (S_z) von 1,3 und 2,0 Atm. Gessner (1956) schreibt diesbezüglich, daß es nicht recht ersichtlich sei, wieso man von positiven Saugkräften bei Zellen, die sich im Zustand der Wassersättigung befinden, reden könne. Nach Ursprung soll die Saugkraftgleichung für wassergesättigte Zellen lauten: $S_z = S_i - W_s = 0$, wobei S_i und W_s den gleichen Wert erhalten. Nach Bauer, der sich mit denselben Versuchspflanzen wie Gamma beschäftigt hat, sind die sogenannten positiven Saugkräfte Gamma's auf eine falsche Technik zurückzuführen. Den Hauptgrund für die Verschiedenheit der Resultate bei Anwendung derselben Methode (Streifenmethode nach Ursprung) findet Bauer im Gebrauch von Paraffinöl, das nach seiner Ansicht einen atmungshemmenden Einfluß auf die Blattzellen ausüben soll. Zur Rechtfertigung seines Vorgehens, das heißt Messung der Blattstreifen in Wasser anstatt in Paraffinöl, schreibt er: «Daß in einem so einfach gebauten Blättchen wie dem von *Helodea densa* von der Schnittfläche her das Wassergleichgewicht merklich gestört werden könnte, hielt ich für ausgeschlossen, da ja mit Ausnahme der Zellen der Mittelrippe jede Zelle mit dem Außenwasser in unmittelbarer Berührung steht.» Zusammenfassend stellt Bauer fest: «Demnach wird aber auch mit der Ursprung'schen Streifenmethode die Saugkraft Null für Submerse erwiesen, wenn man das Paraffinöl durch Wasser ersetzt.»

Ohne auf die Interpretation der sogenannten positiven Saugkräfte bei Submersen näher einzutreten, wie sie von Bauer in seiner eben zitierten Arbeit gegeben wird, möchte ich bemerken, daß ich bei Sz_n -Messungen von Epidermisstreifen von *Nymphaea*-Blattstielen dieselbe Erfahrung gemacht habe wie der genannte Forscher. Maß ich die Streifen zuerst in Paraffinöl, bevor ich sie ins Osmotikum legte, erhielt ich stets Sz_n -Werte von 1,3 bis 1,5 Atm., während bei der Messung in Wasser, ohne Paraffinöl, für Sz_n sich keine positiven Werte herausstellten.

Um der Lösung dieser Frage näherzukommen, ging ich zur Anwendung der Dampfdruckmethode über, wobei ich allerdings die Kontrolle der Gewichtsänderung vorzog. Dieser Weg schien mir frei von all jenen Fehlerquellen, die mit der Kontrolle der Volumänderung zusammenhängen; auch das beim osmotischen Verfahren zu befürchtende Eindringen der Lösung in die Interzellularen fällt hinweg. Ferner kam ich auf diesem Weg ohne den Gebrauch von Paraffinöl aus, der sich als sehr lästig erwies und von Bauer als Grund für die verschiedenen Resultate angegeben wird. Über die Brauchbarkeit dieser Methode im allgemeinen orientiert Ursprung (1935, S. 1406).

Als Exsikkatoren benützte ich dieselben Glasklötze mit planparallelen Glasdeckeln, wie ich sie für die Kapillarenmethode gebraucht hatte. An Stelle der Kapillaren befestigte ich mittels eines Plastilinstreifens ein kleines Drahtnetz zur Aufnahme eines *Elodea*-Blättchens. Anstatt einen Exsikkator mit der Versuchslösung und die Kapillaren mit verschiedenen Rohrzuckerlösungen zu füllen, nahm ich verschiedene Exsikkatoren und versah einen jeden mit einer verschieden konzentrierten Rohrzuckerlösung. Einer der Exsikkatoren wurde mit destilliertem Wasser gefüllt. Nachdem ich einen jeden Exsikkator mit einem *Elodea*-Blättchen versehen hatte, wurde derselbe mit Vaseline hermetisch verschlossen und in eine Wärmekiste gestellt, deren doppelte Wände mit Glaswolle ausgekleidet waren.

Die *Elodea*-Pflänzchen, deren Blättchen zur Untersuchung gelangten, wuchsen in einem Zimmeraquarium mit einer Wassertemperatur von 14° C. Es wurde darauf geachtet, daß für eine Serie immer Blättchen desselben Quirls gebraucht wurden. Um die Wasserverluste auf ein Minimum zu reduzieren, stellte ich das Aquarium gleich neben die Waage und die Wärmekiste. So gelang es mir tatsächlich, innerhalb eines Zeitraumes von höchstens 30 Sekunden das Blättchen abzuzupfen, abzutrocknen, zu wägen und in den Exsikkator zu bringen. Der damit verbundene Wasserverlust betrug im Mittel 0,09 mg oder 4 % des Anfangsgewichtes. Absolute Gewichtskonstanz trat meist erst nach 2 bis 3 Tagen ein, wobei aber die Blättchen immer noch lebend waren. Ich unterwarf sie zur Probe jeweils nach Abschluß der Wägung der Plasmolyse und Deplasmolyse. Reagierten sie nicht mehr, wurden die Messungen verworfen. Die Wägung erfolgte mit Hilfe einer Mettler-Halbmikro-

Analysenwaage, deren Genauigkeit innerhalb des optischen Bereiches $\pm 0,02$ mg beträgt. Die Gleichgewichtslage wird in zirka 10 Sekunden erreicht.

So oft ich auch den Versuch wiederholte, konstatierte ich stets Gewichtskonstanz bei jenem *Elodea*-Blättchen, das sich im Dampf-raume mit destilliertem Wasser befand. Die von mir untersuchten *Elodea*-Blättchen hatten stets denselben Dampfdruck und infolgedessen auf Grund physikalischer Gesetze auch denselben osmotischen Druck wie destilliertes Wasser. Auch wenn man die osmotische Methode durch die Dampfdruckmethode unter Kontrolle der Gewichtsänderung ersetzt, ergeben sich für *Elodea*-Blättchen keine positiven Sz_n -Werte. Es scheint sich also bei diesen allseitig von Wasser umschlossenen Blattzellen um Zellen im Zustand der Wassersättigung zu handeln, wobei Sz_n gleich Sz_s , das heißt die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand gleich Null zu setzen ist.

Tabelle 5
 Sz_n -Messung von *Elodea*-Blättchen mit der Dampfdruckmethode
 unter Kontrolle der Gewichtsänderung am 26. März 1957

Vergleichslösung in Mol Rz.	Anfangsgewicht in Milligramm	Gewicht nach 3 Tagen in Milligramm	Gewichtsänderung in Milligramm	Gewichtsänderung in %
Dest. Wasser	3,60 mg	3,60 mg	0	0
0,02 Mol	4,69 mg	4,62 mg	— 0,07 mg	— 1,5 %
0,05 Mol	3,48 mg	3,09 mg	— 0,39 mg	— 11,2 %
0,10 Mol	3,56 mg	3,06 mg	— 0,50 mg	— 14,0 %
0,15 Mol	3,72 mg	3,10 mg	— 0,62 mg	— 16,6 %
0,20 Mol	4,66 mg	3,80 mg	— 0,86 mg	— 18,6 %
0,30 Mol	4,51 mg	3,40 mg	— 1,11 mg	— 24,6 %

Zusammenfassung

1. Die von Ursprung und Blum 1930 publizierte Kapillarenmethode eignet sich für die Messung der Saugkraft des Meerwassers, sofern bei der Untersuchung konstante Temperaturverhältnisse vorliegen. Die Saugkraft des im Golfe von Neapel im August 1955 gefaßten Seewassers betrug 30 Atm., was mit den früheren Messungen Bottazzis und Höflers mit Hilfe der Gefrierpunktserniedrigung ($\Delta = 2,30^\circ \text{C}$) übereinstimmt.
2. Die osmotischen Werte bei Grenzplasmolyse liegen für *Cladophora Chaetomorpha* und *Griffithsia* zwischen 1,51 und 1,55 Mol Seewasser oder 0,45 Mol Rohrzucker (in Seewasser gelöst), was einem osmotischen Druck von 45,3 und 46,5 Atm. entspricht.

3. Die Besonnung und die Erhöhung des Salzgehaltes haben eine Zunahme des O_g -Wertes zur Folge, aber nur innerhalb enger Grenzen, die je nach Spezies variieren. Für *Griffithsia* konnte keinerlei Variationsmöglichkeit konstatiert werden.
4. Die Zellmethode ergab bei Algen keine brauchbaren Resultate, wohl infolge von Wandquellung der Zellen.
5. Bei Saugkraftmessungen an Epidermiszellen von *Nymphaea*-Blattstielen mit Hilfe der Streifenmethode von Ursprung (1923) erhielt ich für Sz_n keine positiven Werte, sofern ich den Gebrauch von Paraffinöl ausschloß, was mit den Befunden Bauers (1951) an *Elodea*-Blättchen übereinstimmt.
6. Bei Anwendung der Dampfdruckmethode unter Kontrolle der Gewichtsänderung stellte ich fest, daß *Elodea*-Blättchen denselben Dampfdruck und somit auch denselben osmotischen Druck haben wie destilliertes Wasser. Es scheint sich bei den Zellen von Submersen (speziell *Elodea*) um Zellen im Zustand der Wassersättigung zu handeln, bei denen Sz_n gleich Sz_s , also gleich Null zu setzen ist.

Summary

1. The method of capillars, developed by professors Ursprung and Blum (1930) to measure osmotic pressure of compound liquids applies also to sea-water; for the Gulf of Naples waters (temp. 25° C) in August 1955 it gave as a result an osmotic pressure of 30 atm.
2. The method of incipient plasmolysis applied to some species of green (*Cladophora* and *Chaetomorpha*) and red algae (*Griffithsia*) has confirmed the experiences of Höfler (1932), Hoffmann (1932) and Bünnig (1935) as to form of plasmolysis, variations of permeability, technical difficulties arising out of wall swelling which make osmotic value of cells rather go up (about 1,51 to 1,55 M of sea-water or 0,45 M of cane sugar diluted in sea-water).
3. Among external factors that may influence the concentration of cell content I have noticed that exposure to sunlight inside a glass recipient will cause a noticeable rise of osmotic value which may be said also of saltiness increase.
4. Ursprung's simplified method to measure suction force applied to epidermis of *Nymphaea* stems has given as a result one suction force = 0, a result equal to the one found by Bauer (1951) for *Elodea* leaves.

5. When using the vapour tension method with weight variation control I obtained for *Elodea* the same suction force as for water: therefore cells must be in a saturation state, when suction force is equal to zero.

Anmerkung. Die vorliegenden Untersuchungen der Saugkraft des Meerwassers und der Meeresalgen an der Zoologischen Station des Aquariums in Neapel wurden ermöglicht durch das Entgegenkommen der zuständigen eidg. Kommission, und dank der Unterstützung des schweiz. Nationalfonds konnten die Messungen auch auf die Süßwasserpflanzen ausgedehnt werden. Ich möchte an dieser Stelle den betreffenden Instanzen sowie auch der Direktion der Zoologischen Station von Neapel für das Interesse, das sie meiner Arbeit entgegengebracht haben, meinen besten Dank aussprechen.

Literaturverzeichnis

- Bauer, L.: Über den Wasserhaushalt der Submersen. I. Zur Frage der Saugkräfte der Submersen. *Protoplasma*, 1951, XLI, Heft 2, 178.
- Bottazzi, F.: Estratto dall'Archivio di Fisiologia. Vol. III, Fasc. III. Marzo 1906.
- Bünnig, E.: *Protoplasma*, 1935, XXII, 444.
- Gamma, H.: Zur Kenntnis der Saugkraft und des Grenzplasmolysewertes der Submersen. *Protoplasma*, 1932, XVI, Heft 4.
- Gessner, F.: Der Wasserhaushalt der Hydrophyten und Helophyten in Handbuch der Pflanzenphysiologie, Springer, 1956.
- Hoffmann, C.: *Planta*, 1932, **16**, 413; und *Planta*, 1932, **17**, 805.
- Höfler, K.: *Protoplasma*, 1932, XVI, 189.
- Mosebach, G.: Kryoskopisch ermittelte osmotische Werte bei Meeresalgen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1936, **24**, 2.
- Ursprung, A., und Blum, G.: Zwei neue Saugkraft-Meßmethoden. I. Die Kapillarmethode zur Messung der statischen Saugkraft von Flüssigkeiten, Quellkörpern und Böden. II. Die Hebelmethode zur Messung der Saugkraft von Hartlaub und andern schwierigen Objekten. *Jahrb. wiss. Bot.*, 1930, **72**, 254.
- Zur Kenntnis der Saugkraft. VII. Eine neue vereinfachte Methode. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 1923, **41**, 338.
- Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4. Die Messung der osmotischen Zustandsgrößen pflanzlicher Zellen und Gewebe, 1935.