

**Zeitschrift:** Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

**Herausgeber:** Schweizerische Botanische Gesellschaft

**Band:** 69 (1959)

**Artikel:** Über osmotische Zustandsgrössen einiger Hydrophyten

**Autor:** Tramèr, P. Odilo

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-48680>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.01.2026

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

# Über osmotische Zustandsgrößen einiger Hydrophyten

Von P. Odilo Tramèr, Ascona

Eingegangen am 26. August 1959

Inhalt	Seite
A. Meeresalgen und <i>Posidonia oceanica</i> .....	324
I. Der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse ( $O_g$ ) und die Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse ( $S_{ig}$ und $S_{gz}$ ) .....	324
1. $O_g$ bei Meeresalgen.....	324
2. $O_g$ bei <i>Posidonia oceanica</i> .....	325
3. Der Einfluß des Lichtes und des Salzgehaltes auf $O_g$ .....	326
II. Der osmotische Wert im normalen Zustand ( $O_n$ ) und die Saugkraft des Zellinhaltes im normalen Zustand ( $S_{in}$ ) .....	327
$O_n$ -Messungen an <i>Posidonia</i> mit Hilfe der Kapillarenmethode nach Ursprung und Blum.....	328
III. Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand bei Meeresalgen ( $S_{zn}$ ) .....	329
B. Süßwasserpflanzen .....	332
I. Der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse ( $O_g$ ) und die Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse ( $S_{ig}$ und $S_{gz}$ ) .....	332
1. Verteilung von $O_g$ ( $S_{gz}$ ) bei Schwimmblättern von <i>Nymphaea alba</i> und <i>Marsilia quadrifolia</i> .....	332
2. $O_g$ bei Luftblättern von <i>Nymphaea alba</i> und <i>Marsilia quadrifolia</i> und dessen Abhängigkeit von den Außenfaktoren .....	333
II. Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand mit Hilfe der Streifenmethode nach Ursprung und Blum ( $S_{zn}$ ) .....	333
a) Versuchsanordnung mit oder ohne Gebrauch von Paraffinöl.....	333
b) Ergebnisse der $S_{zn}$ -Messungen .....	334
1. Die Verteilung von $S_{zn}$ an verschiedenen Stellen desselben Blattes von <i>Nymphaea alba</i> .....	334
2. Tagesperioden von $S_{zn}$ bei Luft- und Schwimmblättern von <i>Nymphaea alba</i> .....	335
3. Tagesperioden von $S_{zn}$ bei <i>Nymphoides peltata</i> , <i>Marsilia quadrifolia</i> und <i>Trapa natans Verbanensis</i> .....	337
	323

## A. Meeresalgen und *Posidonia oceanica*<sup>1</sup>

### I. Der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse ( $O_g$ ) und die Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse ( $S_{ig}=S_{zg}$ )

#### 1. $O_g$ bei *Neomonospora furcellata*

Die hier wiedergegebenen osmotischen Messungen an der Rotalge *Neomonospora furcellata* wurden im Monat August 1958 an der Zoologischen Station des Aquariums in Neapel ausgeführt. Auf einer Meeresexkursion an die Küste der Insel Procida in Begleitung der Professoren F. und G. Feldmann konnten einige Exemplare von *Neomonospora furcellata* am natürlichen Standort gesammelt und sogleich nach der Rückkehr in die Station untersucht werden. Der Transport der Algen erfolgte in den stets vom Personal der Station gebrauchten Holzgefäßen. Die Algen wurden dann bei schwachem künstlichem Licht in einer flachen Eternitschüssel aufbewahrt. Somit konnten Veränderungen des Seewassers auf ein Minimum reduziert werden.

Als Osmotikum wählte ich nach den Angaben von Höfler und andern Forschern sowie nach persönlichen Erfahrungen aus den Jahren 1953 und 1955 reines, draußen im freien Meer (zirka 3 Meilen vom Ufer und in 20 m Tiefe) geschöpftes Seewasser, wie es im Neapeler Aquarium stets zur Verfügung steht. 200 cm<sup>3</sup> wurden auf dem Wasserbad bei 65°C auf die Hälfte eingedampft und auf 30°C abgekühlt, deren Volumen gemessen und durch Mischung mit einfachem Seewasser auf bestimmte Konzentrationen gebracht. So wählte ich z. B. 9 cm<sup>3</sup> eingedampftes Seewasser und mischte es mit 1 cm<sup>3</sup> gewöhnlichem Seewasser in einem Pulverfläschchen mit 30 cm<sup>3</sup> Inhalt, so daß eine Lösung von 190%igem Seewasser entstand. Kleinere Abstufungen wurden nach gleichem Vorgehen hergestellt, z. B. 5,1 cm<sup>3</sup> konzentriertes Seewasser und 4,9 cm<sup>3</sup> gewöhnliches Seewasser ergaben 151%iges Seewasser.

---

<sup>1</sup> Die hier mitgeteilten Untersuchungen wurden angeregt durch die Herren Professoren G. Blum und F. Gessner. Sie wurden teils an der Zoologischen Station von Neapel, teils im Laboratorium der Brissago-Inseln, teils am Hydrobiologischen Institut von Pallanza ausgeführt. Den beiden Herren sowie den Direktoren und Mitarbeitern der genannten Institute, die mir mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind, sei hier bestens gedankt. Auch dem Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, mit dessen finanzieller Hilfe der Aufenthalt an den obgenannten Forschungsstätten in den Juli- und Augustmonaten 1956–1959 ermöglicht wurde, spreche ich an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

Nach den von F. Wendicke (1913) im Golfe von Neapel ausgeführten hydrographischen Untersuchungen hat das Seewasser in 20 m Tiefe im Juni eine Temperatur von 17,67 °C, einen Salzgehalt von 37,79%<sub>00</sub>. Der Salzgehalt erfährt von der Oberfläche mit 37,53%<sub>00</sub> bis 2 m Tiefe eine leichte Abnahme, dann eine stetige, wenn auch nur geringe Zunahme. Im großen und ganzen bleibt aber der Gehalt an Salzen ziemlich konstant, was auch für die verschiedenen Jahreszeiten gilt. Nach mehrmaligen Messungen übt es eine Saugkraft von zirka 25 Atm. aus.

Da es sich bei meiner Versuchspflanze um eine Spezies handelte, die zur Gattung *Griffithia* gehört, bei der nach meinen eigenen Erfahrungen nur konzentriertes Seewasser als Osmotikum in Frage kommt, sah ich von der Herstellung anderer Lösungen vollständig ab.

*Neomonospora furcellata* zeigte gleich nach Einlegen ins Osmotikum (d. h. 5–10 Minuten) deutliche Plasmolyse bei allen Konzentrationen, die zwischen 151 %igem und 160 %igem Seewasser lagen. Höhere Konzentrationen verursachten deutliche Quellungen an den Zellmembranen, wenn nicht gar Absterben der Zellen. Der niedrigste Wert von konzentriertem Seewasser, der Plasmolyse mit nachheriger Deplasmolyse hervorrief, war 151 %ige Lösung. Diesem Wert von  $O_g$  entspricht ein  $Sz_g$  oder  $Sz_g$  von 37,5 Atm., sofern für das gewöhnliche Seewasser 25 Atm. angenommen wird. In meinen 1955 ausgeführten und 1957 publizierten Messungen von *Griffithia* kam ich auf dieselben Ergebnisse, was die  $O_g$ -Werte betrifft, d. h. 1,51 Mol Seewasser. Ich gebrauche nunmehr den Ausdruck 151 %iges Seewasser, weil er mir unmißverständlich erscheint als der frühere. Die höheren Werte für  $Sz_g$  sind auf höhere Werte der Saugkraft des Meerwassers zurückzuführen, die wohl infolge Fehlens eines Raumes mit konstanter Temperatur in der Nähe des Laboratoriums durch Verdunstung der zur Untersuchung gelangten Lösung entstanden sein dürften. Diesem Mangel ist nun abgeholfen worden, indem die Leitung der Zoologischen Station eine große Zahl von Räumen mit konstanter Temperatur in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstätten geschaffen hat, wofür ihr auch an dieser Stelle der aufrichtigste Dank ausgesprochen sein soll.

In diesem Zusammenhang wurden dann auch die übrigen Spezies, von denen in der Publikation von 1957 die Rede ist, einer neueren Prüfung unterworfen, wobei sich dieselben Resultate zeigten. Die Korrektur ist also stets bei den  $Sz_g$ -Werten anzubringen.

## 2. $O_g$ bei *Posidonia oceanica*

Bezüglich *Posidonia oceanica* schrieb der im Jahre 1958 verstorbene Algenforscher G. Funk (1955): «Das Seegras mit den etwa 1 cm breiten Blättern und den dicken Rhizomen, die noch dicht mit den Fasern der abgestorbenen Blattscheiden bedeckt sind, besiedelt... in viel größerem Umfang den Golf, und zwar nur auf Sandgrund in Tiefen von 0,5 bis etwa 50 m.»

Die zur Untersuchung gelangten Blätter wurden von den Fasern der abgestorbenen Blattresten befreit und in reinem Seewasser aufbewahrt. Mit einem scharfen Rasiermesser wurden dann möglichst dünne Längs- und Querschnitte gefertigt. Bei 23°C Wasser- und 28°C Laboratoriumstemperatur konnte ein  $O_g$  von 152 %igem Seewasser gemessen werden, was einem  $Sz_g$  von 38 Atm. entspricht. Ganz junge Blätter zeigten auch bei 151 %igem Seewasser Plasmolyse.

### 3. Der Einfluß des Lichtes und des Salzgehaltes auf $O_g$ von *Neomonospora* und *Posidonia*

Einzelne Ästchen der Versuchspflanze *Neomonospora furcellata* wurden in zur Hälfte verdünntes Seewasser eingelegt und eine Stunde darin belassen; es ergab sich eine Verminderung des  $O_g$ -Wertes um 6 %, d. h.  $O_g = 145\%$ iges Seewasser, also  $Sz_g = 36,25$  Atm.

Bei Einlegen in 150 %iges Seewasser quollen die Zellwände, und die Zellen starben rasch ab.

Einlegen von Ästchen derselben Versuchspflanze in 50 %iges Seewasser ergab nach einem Tag ein  $O_g = 140\%$ iges Seewasser, also ein  $Sz_g$  von 35 Atm.

Daraus kann man ersehen, daß *Neomonospora* eine Schwankung des Salzgehaltes mit Herabsetzung des Grenzplasmolysewertes beantwortet, der aber nicht mehr rückgängig gemacht werden kann.

75 %iges Seewasser hatte nach einer Stunde Versuchsdauer eine Veränderung des  $O_g$ -Wertes auf 148 %iges Seewasser, also ein  $Sz_g$  von 37,2 Atm. zur Folge, nach einem Tag Versuchsdauer eine solche von 142 %igem Seewasser, also ein  $Sz_g$  von 35,5 Atm.

Alle beobachteten Zellen zeigten deutlich Deplasmolyse, waren also noch lebend, was übrigens auch an der Färbung des Zellsaftes festgestellt werden konnte. Abgetötete Zellen wiesen eine hellrote Färbung auf, während lebende Zellen eher durch dunkelrote Tönung erkennbar waren.

Tabelle 1  
Einfluß des Salzgehaltes auf  $O_g$

Arten	Variationen des Salzgehaltes	Versuchsdauer	$O_g$	$Sz_g$ in Atm.
<i>Neomonospora</i> ...	— 50 %	1 Stunde	145 %iges Seewasser	36,25
<i>Neomonospora</i> ...	— 50 %	1 Tag	140 %iges Seewasser	35
<i>Neomonospora</i> ...	— 25 %	1 Stunde	148 %iges Seewasser	37,25
<i>Neomonospora</i> ...	— 25 %	1 Tag	142 %iges Seewasser	35,50
<i>Posidonia</i> .....	— 50 %	2 Tage	152 %iges Seewasser	38
<i>Posidonia</i> .....	— 100 %	1 Tag	147 %iges Seewasser	36,75

*Posidonia oceanica* zeigte im normalen Seewasser einen Grenzplasmolysewert von 152%igem Seewasser, also ein  $Sz_g$  von 38 Atm. Aus der obigen Tabelle ist also zu ersehen, daß *Posidonia* auf geringe Schwankungen des Salzgehaltes nicht reagiert, während die Alge auch in kürzester Zeit auf geringste Schwankungen anspricht.

*Neomonospora* reagiert sehr rasch auf geringste Schwankungen des Salzgehaltes bis zu 50%, der Grenzplasmolysewert wird herabgesetzt. Es gelingt aber der Alge nicht mehr, auf normales Seewasser zu reagieren, eine Rückkehr in normale Konzentrationen wird mit Quellung beantwortet. *Neomonospora* erträgt Steigerungen des Salzgehaltes nur bis 153%iges Seewasser, und dies nur durch langsame Zunahme und längeres Verweilen in den Zwischenstufen.

Dem Einfluß des Lichtes wurde bei diesen Untersuchungen nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt. Bei Lichtmangel konnte stets eine Herabsetzung des osmotischen Wertes bei Grenzplasmolyse festgestellt werden, bei 24ständigem Lichtentzug zeigte *Neomonospora*  $O_g = 140\%$ iges Seewasser, also  $Sz_g = 35$  Atm.

Diese Rotalge erträgt keinerlei direkte Besonnung, was schon bei früheren Untersuchungen an *Griffithia* sich zeigte.

Es wurde mehrfach behauptet, alle mit der grenzplasmolytischen Methode erhaltenen Werte seien zu hoch. Der Grund dafür wird dem Umstände zugeschrieben, daß das Protoplasma fest an der Wand anhaftet und deshalb eine gewisse Zeit vergehe, bis die Loslösung erfolge. Bei der von mir untersuchten *Neomonospora*-Art konnte keine diesbezügliche Beobachtung gemacht werden, im Gegenteil, das Plasma löste sich augenblicklich. Quellungserscheinungen, die auch unter die zu hohe Werte verursachenden Faktoren zu rechnen sind, konnten nur bei höheren Konzentrationen festgestellt werden, z.B. über 153%iges Seewasser.

## II. Der osmotische Wert ( $O_n$ ) und die Saugkraft des Zellinhaltes im normalen Zustand ( $Si_n$ )

### 1. Meßmethode

Versuchspflanze war *Posidonia oceanica*. Als Untersuchungsmethode kam für mich nur die von Ursprung und Blum ausgearbeitete Kapillarenmethode in Frage (Ursprung 1935).

Die zur Untersuchung gelangten *Posidonia*-Blätter stammten von Exemplaren, die 1–2 Tage im Laboratorium in fließendem Seewasser gehalten und von allen anhaftenden Unreinigkeiten befreit worden waren. Es wurde sehr darauf geachtet, daß sie stets von einer zirka 3 cm tiefen Wasserschicht bedeckt waren.

Zur Gewinnung des Zellinhaltes wurden die zirka 3 cm langen Blattstücke mit Filtrierpapier möglichst rasch abgetrocknet und in kleinste Stücke zerschnitten. Ein 10 cm langer Präparatenzylinder mit Korkstopfen wurde damit abgefüllt und in einer mit Deckel versehenen Blechdose für zirka 10 Minuten in ein siedendes Wasserbad gestellt. Dadurch sollte das Abtöten der Blattstücke und damit das Austreten des Zellsaftes erleichtert werden. Nach Mosebach, der 1936 bei Meeresalgen denselben Weg zur Gewinnung des Preßsaftes einschlug, erfährt der Zellsaft keine Änderung des osmotischen Wertes. Die abgetöteten Blattstücke gelangten gleich darauf in eine Handpresse, wobei der austretende Saft mit Hilfe von Plastiksäcklein aufgefangen und in einen bereitstehenden Exsikkator gegossen wurde, dessen Deckel mit einer bestimmten Zahl von Glaskapillaren, die die Vergleichslösung (NaCl) in abgestuften Konzentrationen enthielten, versehen war. Der Exsikkator wurde nach hermetischem Verschluß mit Vaseline in einem Raum mit konstanter Temperatur ( $18^{\circ}\text{C}$ ) aufbewahrt. Daselbst wurde auch das Ablesen der Meniskendistanz in den Kapillaren mit Hilfe des Okularmikrometers durchgeführt.

Tabelle 2

zeigt die mit Hilfe der Kapillarenmethode erhaltenen Ergebnisse: Vergleichslösung NaCl,  
Versuchspflanze: *Posidonia*

Inhalt der Vergleichskapillaren	Meniskendistanz in Okularmikrometerteilstrichen					
	anfangs	nach 1 Tag	Differenz	n. 3 Tagen	Differenz	korr. D.
0,50 Mol NaCl	65	65	0	50	-15	-14
0,55 Mol NaCl	76,5	72	-4,5	64,5	-12	-11
0,60 Mol NaCl	89	87	-2	87	-2	-1
0,65 Mol NaCl	90	87	-3	98	+ 8	+ 7
0,70 Mol NaCl	66	70	+4	79	+13	+12
0,75 Mol NaCl	44	53	+9	75	+31	+30
Kontrollkap. mit Seewasser	61	61	0	62	+ 1	

Tabelle 3

zeigt die mit Hilfe der Kapillarenmethode erhaltenen Ergebnisse, sofern  $\text{KNO}_3$  als Vergleichslösung verwendet wurde

Inhalt der Vergleichskapillaren	Meniskendistanz in Okularmikrometerteilstrichen					
	anfangs	nach 1 Tag	Differenz	n. 3 Tagen	Differenz	korr. D.
0,65 Mol $\text{KNO}_3$	70	64	-6	58	-12	-9
0,70 Mol $\text{KNO}_3$	78	76	-2	69	-9	-6
0,72 Mol $\text{KNO}_3$	76	71	-5	68	-8	-5
0,75 Mol $\text{KNO}_3$	61	59	-2	55	-6	-3
0,80 Mol $\text{KNO}_3$	70	72	+2	73	+ 3	0
Kontrollkap. mit Seewasser	65	66	+1	68	+ 3	

Zum Vergleich füge ich die Tabelle 4 bei, aus der hervorgeht, daß die Saugkraft des Seewassers im August 1958 im Golfe von Neapel 25 Atm. betrug, sofern bei verbesserten Meßbedingungen einwandfreie Temperaturkonstanz Voraussetzung war.

Tabelle 4  
Saugkraft des Meerwassers mit Kapillarenmethode

Inhalt der Vergleichskapillaren	Meniskendistanz in Okularmikrometerteilstrichen					
	anfangs	nach 1 Tag	Differenz	n. 3 Tagen	Differenz	korr. D.
0,75 Mol Rz. <sup>1</sup>	51	50	-1	48	-3	-1
0,80 Mol Rz.	80	85	+5	87	+7	+5
0,82 Mol Rz.	69	72,5	+3,5	77	+8	+6
0,85 Mol Rz.	71,5	74	+2,5	78	+6,5	+4,5
0,90 Mol Rz.	78	81,5	+3,5	90	+12	+10
Kontrollkap. mit Seewasser	62	62	0	64	+2	

Ergebnis: Mit Hilfe der Kapillarenmethode konnte bei *Posidonia* ein osmotischer Wert des Zellinhaltes im normalen Zustande von 30 Atm. festgestellt werden. Mosebach (1936) hatte für *Sargassum linifolium* denselben Wert erhalten, und zwar unter Anwendung der kryoskopischen Methode. In Atmosphären umgerechnet, hat also der Zellinhalt der Blätter von *Posidonia oceanica* im normalen Zustand eine Saugkraft von 30 Atm., zirka 5 Atm. mehr als das sie umgebende Seewasser.

### III. Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand ( $Sz_n$ ) bei *Posidonia* und *Sargassum linifolium*

Messungen der Saugkraft der Zelle im normalen Zustand ( $Sz_n$ ) mit Hilfe der Streifenmethode führten zu keinem Resultat, da weder Längs- noch Querstreifen durch das Blatt von *Posidonia* Längenveränderungen aufwiesen. Es mag sich auch hier um Quellungserscheinungen handeln, wie dies schon bei Grünalgen der Fall war, wovon in der Veröffentlichung vom Jahre 1957 die Rede war.

Es wurde deshalb auf die Dampfdruckmethode unter Kontrolle der Gewichtsänderung, die bei *Elodea* mit Erfolg angewendet worden war, zurückgegriffen. Da die Zoologische Station von Neapel bis anhin noch nicht im Besitze einer Mettler-Analysenwaage ist, die für solche Wägungen als unentbehrlich befunden wurde, mußten die Algen in geschlossenen

<sup>1</sup> Rz. = Rohrzuckerlösung.

Behältern an die Versuchsstätte (Ascona) geschafft werden, was im Januar 1958 geschah. Sie kamen wohlbehalten an Ort und Stelle an. *Posidonia* konnte nicht gemessen werden, da deren Blätter beim Transport eingegangen waren. Es kamen deshalb nur die sog. «Blätter» von *Sargassum linifolium* und deren Schwimmblasen zur Untersuchung.

Als Vergleichslösung dienten verdünntes Seewasser, das ebenfalls in einer Korbflasche transportiert wurde, und Rohrzuckerlösung mit Seewasser gemischt.

Tabelle 5

zeigt eine Meßserie von *Sargassum* - «Blättern»

Vergleichslösung Seewasser verdünnt und mit Rz. gemischt	Anfangsgewicht in Milligramm	Gewicht nach 2 Tagen in Milligramm	Gewichts- änderung in Milligramm	Gewichts- änderung in %
80 %iges Seewasser	27,20	29,26	+2,06	+7,6
90 %iges Seewasser	26,25	26,70	+0,45	+1,7
100 %iges Seewasser	18,23	18,25	+0,02	+0,1
0,1 Mol Rz. in Seewasser	19,07	19,02	-0,05	-0,7
0,2 Mol Rz. in Seewasser	27,70	26,30	-1,40	-5,0

Da die Genauigkeit der Mettler-Analysenwaage sich um 0,02 mg bewegt, liegt das Ergebnis innerhalb der Fehlerquelle. Danach würde also Sz<sub>n</sub> der *Sargassum*-«Blätter» gleich der Saugkraft des Meerwassers sein, also zirka 25 Atm. betragen. Geringere Abstufungen als die in der Tabelle 5 aufgeführten ergaben keine einwandfreien Resultate. Je größer die Abstufungen der Vergleichslösungen waren, um so genauer wurden die Gewichtsänderungen. Hier sollten noch weitere Untersuchungen ange stellt werden, um die Gleichsetzung des Sz<sub>n</sub> von Algenzellen mit der Saugkraft des Meerwassers erhärten zu können. Da das von mir beigeschaffte Untersuchungsmaterial bald erschöpft war, beschränkte ich meine Messungen auf die Schwimmblasen.

Tabelle 6

zeigt die Gewichtsänderung bei Schwimmblasen von *Sargassum linifolium* nach Einschluß in Exsikkatoren mit verschiedenen konzentrierten Lösungen von Seewasser und Rohrzucker mit Seewasser gemischt

Vergleichslösung Seewasser und Rz. mit Seewasser gemischt	Anfangsgewicht in Milligramm	Gewicht nach 2 Tagen in Milligramm	Gewichts- änderung in Milligramm	Gewichts- änderung in %
80 %iges Seewasser	27,20	29,26	+2,60	+7,60
90 %iges Seewasser	26,19	27,12	+0,93	+3,50
100 %iges Seewasser	43,22	44,17	+0,95	+2,20
0,05 Mol Rz. in Seewasser	29,05	28,30	-0,75	-2,58
0,1 Mol Rz. in Seewasser	32,29	30,15	-2,14	-6,50
0,2 Mol Rz. in Seewasser	30,93	28,70	-2,23	-7,20
0,3 Mol Rz. in Seewasser	29,21	26,35	-2,86	-9,80

Daß bei Einschluß der Schwimmblasen im Exsikkator mit reinem Seewasser eine Gewichtsänderung in positivem Sinne konstatiert wurde, kann als Kompensation infolge der Verdunstung beim Wägeborgang und Abtrocknen aufgefaßt werden. Ganz klar sind die Gewichtsänderungen bei höheren Abstufungen, auch wenn kleinere Schwankungen durch fehlerbedingtes Übertragen einberechnet werden. Es dürfte darum wohl nicht ausgeschlossen sein, daß die Saugkraft der Schwimmblasenzellen im normalen Zustand gleich derjenigen des Seewassers ist, handelt es sich doch um Zellen, die sich im Zustand der Wassersättigung befinden müssen. Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand setzt sich zusammen aus Saugkraft des Zellinhaltes minus Wanddruck. Für die Verhältnisse bei Wassersättigung dürfen wir die Saugkraft des Zellinhaltes gleich dem Wanddruck setzen, sofern keine Außenkräfte einwirken. Wie groß dieselben in unserem Falle sind, entzieht sich bis anhin unserer Kenntnis, da die zu ihrer Feststellung nötigen Methoden fehlen. Auf jeden Fall zeigen die hier aufgeführten Resultate, daß zwischen der Saugkraft des Seewassers und der Saugkraft der Zellen von *Sargassum linifolium*-«Blättern» und Schwimmblasen beinahe Gleichgewicht herrscht. Mosebach konnte für die *Sargassum*-«Blätter» einen O<sub>n</sub>-Wert von 31,8 Atm. und für *Sargassum*-Schwimmblasen einen solchen von 31,7 Atm. feststellen, was in unserer Nomenklatur gleich S<sub>i</sub><sub>n</sub> heißen würde; infolgedessen müßte eben der Turgor zirka 6 Atm. betragen.

Verdunstungsversuche an *Ulva Lactuca*, *Sargassum linifolium*, *Nitophyllum punctatum* und *Cystosira barbata* ergaben bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45 % und einer Zimmertemperatur von 13° C folgende Resultate:

Tabelle 7

Versuchspflanze Art	Zeiteinheit	Anfangsgewicht in Milligramm	Gewichtsabnahme	
			in Milligramm	in %
<i>Ulva Lactuca</i> .....		166,60		
<i>Ulva Lactuca</i> .....	pro Minute		1	0,6
<i>Ulva Lactuca</i> .....	pro Stunde		46,40	35,8
<i>Ulva Lactuca</i> .....	in 4 Stunden		119,00	71,6
<i>Sargassum linifolium</i> .....		28,35		
<i>Sargassum linifolium</i> .....	pro Minute		0,4	1,4
<i>Sargassum linifolium</i> .....	pro Stunde		16,25	57,4
<i>Sargassum linifolium</i> .....	in 2 Stunden		23,26	87,7
<i>Nytophyllum punctatum</i> ...		144,51		
<i>Nytophyllum punctatum</i> ...	pro Minute		0,91	0,6
<i>Nytophyllum punctatum</i> ...	pro Stunde		48,41	33,5
<i>Nytophyllum punctatum</i> ...	in 4 Stunden		102,95	71
<i>Cystosira barbata</i> .....		83,00		
<i>Cystosira barbata</i> .....	pro Minute		1,00	1,2
<i>Cystosira barbata</i> .....	pro Stunde		34,80	42,0
<i>Cystosira barbata</i> .....	in 4 Stunden		67,00	81,0

Aus diesen Messungen geht hervor, daß nicht alle Algen ihren Wassergehalt gleich schnell variieren. *Ulva Lactuca* und *Nitophyllum* verhalten sich fast gleich, sie verlieren ihr Wasser eher langsam, sie ertragen langes Verweilen außerhalb des feuchten Elementes, während *Sargassum* schon nach 2 Stunden den gesamten Wassergehalt einbüßt. Wenn wir daher *Sargassum linifolium* während dreier Tage im Exsikkator zusammen mit einer Vergleichslösung eingeschlossen hatten und sich dabei positive Werte zeigten, so dürfte dieser Umstand dafür sprechen, daß die eingeschlagene Methode für Saugkraftmessungen verwertbar ist. Die für das Übertragen der «Blättchen» nötige Zeit nahm nie mehr als 1 Minute in Anspruch, das Wägen inbegriffen. Bei genügend rascher Arbeitsweise und Temperaturkonstanz dürften noch brauchbarere Werte erzielt werden.

## B. Süßwasserpflanzen

### I. Der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse ( $O_g$ ) und die Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse ( $S_{ig}$ und $Sz_g$ )

#### 1. Verteilung von $O_g$ ( $Sz_g$ ) bei Schwimmblättern von *Nymphaea alba* und *Marsilia quadrifolia*

Seit den von Hannig (1912) mit Hilfe der grenzplasmolytischen Methode gefundenen Werten bei Wasser- und Sumpfpflanzen wurden die osmotischen Werte auch von Gamma (1932) vor allem bei Submersen untersucht. Allgemein wurden niedrige osmotische Werte konstatiert, was ja leicht verständlich ist, sind doch diese Hydrophyten allseitig oder wenigstens einseitig vom Wasser umspült und wachsen ausschließlich in vom Wasser durchtränktem Boden. Die Wasseraufnahme stellt also an sich kein Problem dar. Wenn trotzdem neuere Messungen vorgenommen wurden, so geschah dies vor allem deshalb, um die vorliegenden Messungen zu ergänzen und um die Tagesvariationen miteinzubeziehen. In diesem Zusammenhang wurde auch versucht, dem Einfluß der Außenfaktoren vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken.

Die obere Epidermis von *Nymphaea* zeigte bei wiederholten Messungen beim gleichen Blatt einen Grenzplasmolysewert von 0,42 Mol Rz., also ein  $Sz_g$  von 12 Atm., die untere Epidermis hingegen beim gleichen Blatt und unter denselben Außenbedingungen einen solchen von 0,25 Mol Rz. oder  $Sz_g = 6,7$  Atm. Jüngere Blätter zeigten für die obere Epidermis ein wenig niedrigere Werte: 0,38 Mol Rz. resp.  $Sz_g$  von 10,6 Atm.

Die Epidermis der Kronblätter wies ein  $O_g$  von 0,25 Mol Rz. auf, wobei also  $Sz_g$  6,7 Atm. beträgt, also gleich wie die untere Epidermis der grünen Schwimmblätter.

Kelchblätter zeigten bei der äußeren Epidermis einen Grenzplasmolysewert von 0,37 Mol Rz., also  $Sz_g = 10,3$  Atm.

Die Epidermis der Blattstiele hatte ein  $O_g$  von 0,37 Mol Rz., also  $Sz_g = 10,3$  Atm.

Luftblaschen von *Marsilia* ergaben ein  $O_g$  von 0,38 Mol Rz., ein  $Sz_g$  von 10,6 Atm.

## 2. $O_g$ bei emersen Blättern von *Nymphaea* und *Marsilia*

Tabelle 8

### Untere Epidermis von *Nymphaea*

Osmotische Zustandsgröße	Zeit rel. F.	8.00 53%	11.00 46%	14.30 36%	17.00 38%	5.00 50%	8.30 65%	13.00 37%	16.00 65%
$O_g$ in Mol Rz. ....		0,35	0,40	0,36	0,32	0,40	0,38	0,38	0,45
$Sz_g$ in Atm. ....		9,7	11,2	10,0	8,8	11,2	10,6	10,6	11,3
		besonnt	nicht besonnt			besonnt	n. bes.	bes.	

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, scheint die Luftfeuchtigkeit trotz beträchtlicher Schwankungen keinen nennenswerten Einfluß auf die Saugkraft bei Grenzplasmolyse zu haben. Da es sich um Pflanzen handelt, deren Wasseraufnahme sichergestellt ist, dürfte wohl die Zuckerbildung in den Blattzellen den osmotischen Wert ansteigen lassen und nicht die Abnahme der Luftfeuchtigkeit. Bei Landpflanzen ist es nämlich dieser Faktor, der den größten Einfluß auf die Blattsaugkraft bei Grenzplasmolyse ausübt, wie von Gehler (1930), Gasser (1942) und I. Bauer (noch nicht veröffentlicht) u.a. nachgewiesen wurde.

*Marsilia quadrifolia* zeigte bei 26 °C und 73 % rel. Luftfeuchtigkeit vormittags 10.00 bei einem sonnigen Blatt einen  $O_g$ -Wert von 0,43 Mol Rz., also einen  $Sz_g$ -Wert von 12,2 Atm.

## II. Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand ( $Sz_n$ ) unter Anwendung der Streifenmethode

### a) Versuchsanordnung

Submerse Blatteile wurden nicht, wie gewöhnlich, mit Paraffinöl gemessen, bevor sie in die Vergleichslösung kamen, sondern in Wasser. Von L. Bauer (1951) wurde nämlich darauf hingewiesen, daß bei submersen Pflanzen, wie *Elodea*, bei Anwendung von Paraffinöl ein atmungshemmender Einfluß konstatiert werden kann. Zum Vergleich wurden dieselben Organe auch unter Paraffinöl untersucht. Die zur Untersuchung gelan-

genden Blatteile wurden also unter Wasser abgeschnitten, in eine Wasserschale gelegt und im Laboratorium in Streifen geschnitten, sogleich gemessen und in die Rz.-Lösung gebracht. Sofern es sich wirklich um submerse Blatteile handelte, ergaben sich, bei sonst gleichen Außenbedingungen, keine positiven  $Sz_n$ -Werte, wie dies aus Tabelle 9 hervorgeht<sup>1</sup>.

Tabelle 9

Einfluß des Gebrauchs von Paraffinöl bei Messung submerser Organe

Organ und Pflanze	$Sz_n$ -Messung mit Paraffinöl	$Sz_n$ -Messung ohne Paraffinöl	Differenz
Feuchte Blattbasis .....	4,0 Atm.	3,6 Atm.	0,4 Atm.
Feuchte Blattbasis .....	1,3 Atm.	1,3 Atm.	0,0 Atm.
Untere Epidermis eines Schwimmblasses	4,0 Atm.	0,0 Atm.	4,0 Atm.
Epidermis des Blattstieles .....	1,8 Atm.	0,0 Atm.	1,8 Atm.

Die ersten beiden Beispiele zeigen, daß bei Organen, die nicht ständig untergetaucht sind, keine Unterschiede festgestellt werden können. Handelt es sich jedoch um solche Pflanzenteile, die auch im normalen Zustand submers sind, so scheint nur die ohne Paraffinöl vorgenommene Messung einwandfreie Resultate zu liefern. Emeser Pflanzenteile können nur mit Anwendung von Paraffinöl gemessen werden, so unbequem dessen Gebrauch auch sein mag.

### b) Ergebnisse der $Sz_n$ -Messungen

#### 1. Die Verteilung von $Sz_n$ an verschiedenen Stellen des Blattes von *Nymphaea alba*

Kronblätter schwimmender oder emeser Blüten von *Nymphaea* zeigten Saugkräfte von 4–5 Atm., sei es, daß Längs- oder Querschnitte untersucht wurden. Die Schwankungen des  $Sz_n$  waren sehr gering und überstiegen nie 1,5 Atm. (s. Tabelle 11).

Schwimmblätter wiesen eine Saugkraft von 4,0 bis 4,8 Atm. auf, sofern das zur Untersuchung gelangende Blattstück sogleich in Paraffinöl gebracht wurde. Schnitt ich das Blatt zirka 20 cm unter Wasser ab und trug es so ins Laboratorium, so stieg die Saugkraft auf 5,3 Atm. und nach einer Stunde auf 7,0 Atm. Infolgedessen wurden stets Blattstücke, die gleich nach dem Abschneiden in Paraffinöl eingelegt wurden, untersucht.

Eingerollte submerse Blätter zeigten meist sehr niedrige Saugkräfte, 2,7 bis 4,0 Atm.

Die feuchte *Blattbasis* der Schwimmblätter wies eine Saugkraft von 1,6 Atm. auf, die nur auf 4,0 Atm. anstieg, sofern das Blatt längere Zeit besonnt gehalten wurde.

<sup>1</sup> Siehe auch Tramèr, 1957.

Wurde der *Blattrand* desselben Blattes gemessen, so ergaben sich Saugkräfte von 4,0 Atm. War derselbe nicht mehr benetzt, so stieg die Saugkraft auf 5,3 Atm., während die Blattbasis in diesem Falle ein  $Sz_n$  von 4,6 Atm. zeigte.

Die obere *Epidermis* wies eine Saugkraft von 4,0 Atm. auf, während bei der unteren *Epidermis* keine positiven Saugkräfte nachgewiesen werden konnten, wie dies schon bei der Versuchsanordnung hervorgehoben wurde.

Wurde bei einem Luftblatt die obere Epidermis allein untersucht, so ergaben sich Saugkräfte bis zu 7 Atm., während für die untere Epidermis nur ganz geringe Schwankungen festgestellt werden konnten, bis zirka 1,5 Atm.

Der Unterschied zwischen *Schwimmblättern* und *emersen Blättern* ist aus den Tabellen 12 und 13 ersichtlich. Bei Luftblättern konnten, wie zu erwarten war, stets höhere Saugkräfte festgestellt werden. Es wird bei der Besprechung der Tagesperioden noch näher darauf eingegangen werden. Obwohl auch *Kronblätter* als emerse Blätter angesehen werden müssen, sind ihre  $Sz_n$ -Werte doch geringer, sowie auch deren Schwankungen. Es mag hier wohl der Unterschied im Zuckergehalt eine Rolle spielen.

Bei der Blattstielepidermis untergetauchter Blätter konnten keine positiven Saugkräfte nachgewiesen werden.

Messungen von  $Sz_n$ -Werten von Blattparenchymen führten zu keinen brauchbaren Resultaten.

Tabelle 10

$Sz_n$  an verschiedenen Stellen desselben Blattes von *Nymphaea*

Blatt von <i>Nymphaea</i>	$Sz_n$ in Atm.	Rel. Luft- feuchtigkeit in %	Tempe- ratur in °C	Tages- zeit	Besonnung
Blattbasis.....	1,6	70	18	5.30	½ Stunde
Oberer Blattrand emers.....	5,3	70	18	5.30	½ Stunde
Blattbasis.....	1,3	75	25	14.30	keine
Oberer Blattrand schwimmend..	3,3	75	25	14.30	keine
Blattbasis.....	3,6	57	26,5	14.30	keine
Blattbasis.....	4,0	57	26,5	14.30	keine
Blattbasis.....	0,7	57	26,5	14.30	n. 1 ½ Std. i. Lab. <sup>1</sup>
Blattbasis.....	3,1	80	20	8.00	keine
Blattbasis.....	1,3	80	20	8.00	n. 2 Std. i. Lab. <sup>1</sup>

## 2. Tagesperiodizität von $Sz_n$ bei Kronblättern, Luft- und Schwimmblättern von *Nymphaea alba*

In allen übrigen Einzelmessungen von Kronblättern fand ich stets 4,0 Atm. Es erhellt aus dieser Übersicht, daß die Schwankungen der Saugkraft bei Kronblättern äußerst gering sind, was ja leicht einzusehen

<sup>1</sup> Wie diese beiden Fälle zeigen, fällt die Saugkraft bei Blättern, deren Blattstiel abgeschnitten wurde, nach 1-2 Stunden beinahe auf Null.

ist, handelt es sich doch um Blüten von Pflanzen, für die die Wasserversorgung kein Problem darstellt. Abgeschnittene Blütenstiele, die im Wasser gehalten wurden, ergaben zunächst eine kleine Steigerung des Sz<sub>n</sub> der Blütenblätter bis 7,0 Atm. Nach mehr als 1 Stunde konnten dieselben nicht mehr gemessen werden, wahrscheinlich wegen der Schrumpfung der Zellen.

Tabelle 11

Sz<sub>n</sub>-Tagesperioden bei Kronblättern von *Nymphaea*

Datum	Tageszeit	Sz <sub>n</sub> in Atm.	Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Besonnung
5. Aug.	9.00	4,0	86	18,5	ja, seit 8.00
5. Aug.	11.30	5,3	63	24	ja, seit 8.00
5. Aug.	16.00	4,6	62	25	teilweise bewölkt
6. Aug.	9.30	4,2	80	22	teilweise bewölkt
6. Aug.	11.00	5,3	75	23	1 Stunde bewölkt
6. Aug.	14.00	4,4	68	25	1 Stunde bewölkt
6. Aug.	17.00	4,0	70	24	bewölkt
7. Aug.	8.00	4,0	95	20	bewölkt

Tabelle 12

Sz<sub>n</sub>-Tagesperioden bei Luftblättern von *Nymphaea alba*

Datum	Tageszeit	Sz <sub>n</sub> in Atm.	Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Besonnung
22. Juli	8.00	7,0	53	21	von 5.00 an bis 13.00
22. Juli	8.00	5,8	53	21	nein
22. Juli	11.00	7,0	46	25	ja
22. Juli	11.00	4,8	46	25	Schwimmblatt zum Vergleich
22. Juli	14.30	5,9	36	25	seit 13.00 keine Besonnung
22. Juli	17.00	6,2	38	19	seit 13.00 keine Besonnung
23. Juli	5.00	6,0	50	18	soeben besonnt
23. Juli	8.30	5,9	65	21,5	teilweise besonnt
23. Juli	13.00	8,2	37	26	seit 3 Stunden besonnt
23. Juli	17.00	6,7	37	26	seit 13.00 keine Besonn. mehr
24. Juli	5.30	5,7	70	23	teilweise besonnt
24. Juli	8.00	5,3	70	25	teilweise besonnt
24. Juli	13.00	7,0	65	25	besonnt seit 9.00
25. Juli	5.30	5,3	70	18	soeben besonnt
6. Aug.	9.30	6,7	80	22	teilweise besonnt
6. Aug.	11.00	6,7	75	23	teilweise besonnt
6. Aug.	14.00	7,5	68	25	teilweise besonnt
6. Aug.	17.00	8,2	70	24	noch besonnt
7. Aug.	8.00	5,8	95	20	nicht besonnt
7. Aug.	11.30	6,7	77	23	nicht besonnt
13. Aug.	6.30	7,0	68	17,5	nicht besonnt
13. Aug.	15.00	7,3	55	27	besonnt
13. Aug.	18.00	5,8	60	26	nicht besonnt

Aus dieser Tabelle scheint hervorzugehen, daß die nicht erheblichen  $Sz_n$ -Schwankungen (höchstens 2–3 Atm.) hauptsächlich auf die Besonnung der Blätter zurückzuführen sind. Die Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit machen sich beinahe gar nicht bemerkbar, obwohl sie recht bedeutend sind.

Tabelle 13

$Sz_n$ -Tagesperioden bei Schwimmblättern von *Nymphaea alba*<sup>1</sup>

Datum	Tageszeit	$Sz_n$ in Atm.	Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Besonnung
23. Juli	14.30	4,0	57	26,5	seit 13.00 keine
24. Juli	5.30	1,6	70	18	soeben besonnt
24. Juli	8.00	3,1	70	23	seit 3 Stunden besonnt
24. Juli	14.30	3,3	75	25	seit 3 ½ Std. nicht mehr bes.
25. Juli	7.00	5,3	90	24	besonnt
11. Aug.	10.00	5,3	75	23	seit 8.00
11. Aug.	12.00	6,7	58	25	seit 8.00
11. Aug.	14.00	6,7	65	27	nicht besonnt
12. Aug.	9.00	5,3	85	18	teilweise besonnt
12. Aug.	11.00	6,2	68	23	besonnt
12. Aug.	14.00	6,7	65	26	besonnt
12. Aug.	17.00	8,2	58	26	besonnt
13. Aug.	6.30	5,3	68	17	nicht besonnt

Die in dieser Tabelle enthaltenen Werte zeigen, daß die Schwankungen der Saugkraft bei Schwimmblättern äußerst gering sind. Wenn gegen Abend 8,2 Atm. festgestellt werden konnten, so ist dies wohl wie bei Luftblättern auf die Gegenwart von osmotisch wirksamer Substanz (Zuckerverbindungen) zurückzuführen. Die Schwankungen der Luftfeuchtigkeit haben sozusagen keinen nennenswerten Einfluß auf das  $Sz_n$ . Ist das Blatt besonnt, so steigen die Saugkraftwerte an, fehlt die direkte Besonnung, so fallen dieselben, aber nicht unter ein bestimmtes Niveau (5,3 Atm. bei emersen und Schwimmblättern), ausgenommen, es handle sich um die Blattbasis, wo stets niedrigere Werte gefunden wurden.

### 3. Tagesperiodizität von $Sz_n$ bei *Nymphoides peltata*, *Marsilia quadrifolia* und *Trapa natans Verbanensis*

Ein über Wasser gehaltenes Blatt zeigte nach 4 Stunden einen Wert von 5,3 Atm. Die vorliegende Tabelle weist darauf hin, daß auch bei diesen Schwimmblättern die Saugkraftwerte gegen Abend ansteigen, der Einfluß der Luftfeuchtigkeit und Temperatur aber sehr gering ist.

<sup>1</sup> Am 24. Juli 1959 wurde die Blattbasis beim Ansatz des Blattstieles gemessen, daher die niedrigen Werte.

Tabelle 14

*Sz<sub>n</sub>*-Tagesschwankungen bei Schwimmblättern von *Nymphoides peltata*

Datum	Tageszeit	Sz <sub>n</sub> in Atm.	Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Besonnung
17.Juli	10.00	2,7	70	20	
17.Juli	14.00	2,7	62	22	
17.Juli	17.30	3,2	65	20	
17.Juli	21.00	3,2	65	20	
18.Juli	5.30	2,6	66	18	
18.Juli	9.00	3,0	61	21	
18.Juli	13.30	3,2	58	23,5	
18.Juli	17.00	3,3	64	23	
19.Juli	9.00	3,0	75	19	nicht besonnt

Tabelle 15

*Sz<sub>n</sub>*-Tagesschwankungen bei Schwimm- und Luftblättern von *Marsilia quadrifolia*

Datum	Tageszeit	Sz <sub>n</sub> in Atm.	Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Besonnung
3.Juli	9.30	S <sup>1</sup> 2,9	61	25	seit 6.00
4.Juli	9.00	L 11,2	61	25	besonnt
4.Juli	10.45	S 4,0	60	25	besonnt
4.Juli	15.00	S 4,0	—	—	besonnt
5.Juli	10.00	L 6,7	73	26	teilweise besonnt
5.Juli	14.30	L 6,4	70	29	teilweise besonnt
5.Juli	14.30	S 4,6	70	29	teilweise besonnt
6.Juli	8.00	L 7,2	70	26	besonnt
19.Juli	9.00	L 5,3	88	16	besonnt
19.Juli	11.30	L 6,7	87	17	besonnt
19.Juli	13.30	L 8,2	80	18	teilweise besonnt und windig
19.Juli	17.00	L 6,7	82	18	teilweise besonnt und windig
19.Juli	21.00	L 5,3	85	15	dunkel
20.Juli	8.00	L 6,7	73	18	besonnt
20.Juli	11.00	L 9,1	65	22	besonnt
20.Juli	15.00	L 8,2	59	24	seit 2 Stunden nicht besonnt
21.Juli	7.00	L 5,7	90	24	teilweise besonnt

Wie aus den Tabellen 14, 15 und 16 hervorgeht, weisen Luftblätter stärkere Sz<sub>n</sub>-Schwankungen auf als Schwimmblätter. Das abendliche Ansteigen der Saugkraft, das auch bei diesen beiden Arten festgestellt werden konnte, dürfte wohl auch hier auf die osmotisch wirksamen Substanzen zurückgeführt werden, die sich infolge der Besonnung in den Blättern gebildet haben. Den größten Einfluß auf die Saugkraft der Blattzellen übt stets die Besonnung aus.

<sup>1</sup> S = Schwimmblatt, L = Luftblatt.

Tabelle 16

 $Sz_n$ -Tageschwankungen bei Schwimmblättern von *Trapa natans Verbanensis*

Datum	Tageszeit	$Sz_n$ in Atm.	Rel. Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C	Besonnung
4. Aug.	11.30	4,0	65	23	besonnt
11. Aug.	12.00	4,0	58	25	besonnt
11. Aug.	14.00	5,3	65	27	teilweise sonnent
11. Aug.	18.00	4,2	74	21,5	teilweise sonnent
12. Aug.	9.00	4,0	85	18	teilweise sonnent
12. Aug.	11.00	5,3	68	23	besonnt
12. Aug.	14.00	5,9	65	26	besonnt
12. Aug.	17.30	6,7	58	26	besonnt
13. Aug.	6.30	4,0	68	17,5	nicht besonnt
13. Aug.	15.00	5,3	55	27	besonnt

### Zusammenfassung

1. Die osmotischen Werte bei Grenzplasmolyse liegen für *Neomonospora furcellata F.* bei 151 %igem Seewasser. Da der osmotische Wert des im Golfe von Neapel geschöpften Seewassers im August 1958 zirka 25 Atm. betrug, was mit Hilfe der Kapillarenmethode nach Ursprung und Blum bei absoluter Temperaturkonstanz festgestellt wurde, beläuft sich das  $Sz_g$  der Rotalge *Neomonospora* auf 37,5 Atm. *Posidonia oceanica* zeigte einen  $O_g$ -Wert von 152 %igem Seewasser, was einem  $Sz_g$  von 38 Atm. entspricht.
2. *Neomonospora* reagierte sehr rasch auf Abnahme des Salzgehaltes um 50 %, indem der Grenzplasmolysewert herabgesetzt wurde (35 Atm.). Es gelang jedoch nachher der Alge nicht mehr, sich an den normalen Salzgehalt anzupassen. Steigerungen des Salzgehaltes über 153 % wurden mit Quellung beantwortet. *Posidonia* reagierte auf geringe Schwankungen des Salzgehaltes überhaupt nicht, stärkere Schwankungen wurden ziemlich leicht durch Änderung des  $O_g$ -Wertes ertragen (36,75 Atm.). Rotalgen ertrugen keinerlei Besonnung, vollständige Dunkelheit wurde mit Herabsetzung des Grenzplasmolysewertes beantwortet.
3. Der osmotische Wert ( $O_n$ ) und die Saugkraft des Zellinhalttes im normalen Zustand ( $Si_n$ ) wurde bei *Posidonia* durch Auspressen des Zellsaftes und mit Hilfe der Kapillarenmethode festgestellt. Er betrug 30 Atm., also 5 Atm. mehr als das die Zellen umspülende Meerwasser, was den Befunden von Mosebach entsprechen dürfte.

4. Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand ( $Sz_n$ ) wurde bei den sog. «Blättern» und Schwimmblasen von *Saragassum linifolium* mit Hilfe der Dampfdruckmethode unter Kontrolle der Gewichtsänderung untersucht. Sofern die wenigen vorliegenden Messungen sich als einwandfrei erweisen sollten, dürfte das  $Sz_n$  der Zellen der Saugkraft des Meerwassers gleichwertig sein.
5. Die  $O_g$ - und  $Sz_g$ -Werte bei Schwimmblättern von *Nymphaea* und *Marsilia* schwankten 0,42 Mol Rohrzucker oder 12,0 Atm. für die obere Epidermis und 0,25 Mol Rohrzucker oder 6,7 Atm. für die untere Epidermis. Es ließen sich auch tägliche Schwankungen feststellen, die hauptsächlich auf die Besonnung zurückgeführt werden dürften.
6.  $Sz_n$ -Bestimmungen untergetauchter Organe ergaben bei Anwendung von Paraffinöl beim Zuschneiden der Streifen keine brauchbaren Resultate. Wurde Paraffinöl durch Wasser ersetzt, so stellte sich heraus, daß die Saugkraft der Blattstielepidermis und der unteren Epidermis des Blattes keine positiven Werte aufweist, was den Befunden Bauers bei *Elodea* entspricht.
7. Kronblätter von *Nymphaea* hatten niedrigere  $Sz_n$ -Werte als Luftblätter, auch waren die Tagesschwankungen sehr unbedeutend.
8. Die Blattbasis der Schwimmblätter von *Nymphaea* zeigte niedrige Saugkraftwerte, die fast auf Null fielen, wenn das zu untersuchende Blatt nach Lostrennung vom Blattstiel auf dem Wasser schwimmend gehalten wurde.
9. Die Tagesschwankungen der Saugkraft der Zellen im normalen Zustand zeigten bei Kron-, Luft- und Schwimmblättern von *Nymphaea*, daß die Besonnung den entscheidenden Einfluß ausübt. Luftfeuchtigkeit und Temperaturschwankungen wurden nur schwach beantwortet; wie zu erwarten war, zeigten die Luftblätter die bedeutenderen Schwankungen des  $Sz_n$  als Schwimmblätter. Dieselben Beobachtungen konnten auch bei *Marsilia quadrifolia*, *Nymphoides peltata* und *Trapa natans Verbanensis* gemacht werden.

### Literurnachweis

- Bauer, L. Über den Wasserhaushalt der Submersen. I. Zur Frage der Saugkräfte der Submersen, 1951, XLI, Heft 2, 178.
- Feldmann, J. Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. Revue Algologique, tome X, F. I-IV.
- Funk, G. Meeresalgen von Neapel. Pubblicazioni d. Stazione Zoologica di Napoli, 1955, vol. 25.
- Gamma, H. Zur Kenntnis der Saugkraft und des Grenzplasmolysewertes der Submersen. Protoplasma, 1932, XVI, Heft 4.
- Gasser, R. Zur Kenntnis der Änderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse durch Wasserunter- und -überbilanz. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 1942, 52.
- Gehler, M. G. Über das gegenseitige Verhalten von Saugkraft und Grenzplasmolysewert. Fribourg 1930.
- Gessner, F. Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Nymphaeaceen. Biologia generalis (Wien) 19, 247 (1951).
- Der Wasserhaushalt der Hydrophyten und Helophyten in «Handbuch der Pflanzenphysiologie», Springer 1956.
- Höfler, K. Protoplasma, 1932, XVI, 189.
- Mosebach, G. Kryoskopisch ermittelte osmotische Werte bei Meeresalgen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. (Berlin) 1936, 24, 2.
- Tramèr, P. O. Zur Kenntnis der periodischen Schwankungen der Saugkraft. Einsiedeln 1949.
- Zur Kenntnis der Saugkraft des Meerwassers und einiger Hydrophyten. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 1957, 67, 411.
- Ursprung, A., und Blum, G. Zwei neue Saugkraftmethoden. I. Die Kapillarenmethode zur Messung der statischen Saugkraft von Flüssigkeiten, Quellkörpern und Böden. 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.
- Wendicke, F. Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel. 1931. Mitteilungen a. d. Zool. Station zu Neapel, Bd. 22, Nr. 11.
-