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

Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

**Band:** 52 (1942)

Artikel: Zur Kenntnis der Aenderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse durch

Wasserunter- und -überbilanz

**Autor:** Gasser, Rudolf

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-36057

#### 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: 28.10.2025** 

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

## Zur Kenntnis der Aenderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse durch Wasserunter- und -überbilanz.

Von Rudolf Gasser.

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Freiburg.)

Eingegangen am 6. Mai 1941.

	Inhaltsverzeichnis	Seite
I.	Einleitung	48
	Methode	49
	1. Messung des $Sz_g$ -Wertes	49
	2. Herstellung von Unter- und Ueberbilanz	53
	3. Die Bedeutung des Anfangswertes	55
•	4. Vorläufige Orientierung über eine nicht berücksichtigte Fehlerquelle	59
III.	. Änderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse (Sz <sub>g</sub> ) durch Unterbilanz	60
	A. Unterbilanz in trockener Luft	61
	a) Der Endwert liegt deutlich über dem Anfangswert	61
	a) Bisherige Untersuchungen	61
	$\beta$ ) Eigene Messungen	64
	1. Sz <sub>g</sub> steigt bei Unterbilanz fortwährend an	64
	2. Szg steigt bei Unterbilanz unregelmässig an	66
	b) Der Endwert ist nur wenig höher als der Anfangswert	68
	a) Bisherige Untersuchungen	68
	β) Eigene Messungen	68 70
	c) Der Endwert von Szg liegt deutlich unter dem Anfangswert	70
	a) Bisherige Untersuchungen	72
	β) Eigene Messungen	72
	<ol> <li>Sz<sub>g</sub> fällt bei Unterbilanz fortwährend</li> <li>Sz<sub>g</sub> fällt bei Unterbilanz unregelmässig</li> </ol>	74
	B. Unterbilanz in Lösungen	75
	a) Bisherige Untersuchungen	75
	$\stackrel{'}{eta}$ Eigene Messungen	75
	C. Unterbilanz im Dampfraum	76
	D. Verhalten von Szg in verschiedenen Geweben desselben Organs .	78
	E. Verhalten von Szg in der Epidermis verschiedener Organe derselben Pflanze	78
	F. Verhalten von Szg desselben Gewebes in abgeschnittenen Organen und Topfpflanzen	80

	Seite
IV. Aenderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse durch Ueberbilanz	80
A. Ueberbilanz im feuchten Raum	82
a) Der Endwert von Sz., liegt deutlich unter dem Anfangswert	82
a) Bisherige Untersuchungen	82
p) Eigene Messungen	82
1. $Sz_g$ fallt fortwahrend bei Ueberbilanz	82
2. Szg fällt bei Ueberbilanz ganz unregelmässig	86
b) Der Endwert von Szg ist nur wenig verschieden vom Anfangs-	
wert	86
a) Bisherige Untersuchungen	86
β) Eigene Messungen	86
c) Der Endwert von Szg liegt deutlich über dem Anfangswert.	88
$\alpha$ ) Bisherige Untersuchungen	88 88
B. Verhalten von Szg in verschiedenen Geweben desselben Organs	90
C. Verhalten von Sz <sub>g</sub> in der Epidermis verschiedener Organe der-	90
selben Pflanze	90
D. Verhalten von Sz <sub>g</sub> desselben Gewebes in abgetrennten Organen	30
und Topfpflanzen	90
V. Gesamtamplitude der Sz <sub>g</sub> -Schwankung	
A. Gesamtamplitude jener Protoplasten, die bei Unterbilanz Sz <sub>g</sub> an-	95
steigen und bei Ueberbilanz fallen lassen	95
B. Gesamtamplitude jener Protoplasten, die bei Unterbilanz Sz <sub>g</sub> fallen	90
und bei Ueberbilanz steigen lassen	98
C. Gesamtamplitude jener Protoplasten, die zum Teil unregelmässiges	00
Verhalten zeigten	100
D. Amplitude bei Erzielung von Unterbilanz durch Lösungen	100
VI. Ueber die chemischen und physiologischen Grundlagen der Szg-Aen-	
derung ,	100
VII Bedeutung der Sz. Pogulation für die Wessermann	
VII. Bedeutung der Szg-Regulation für die Wasserversorgung	104
VIII. Zusammenfassung	106
Literaturverzeichnis	107

## I. Einleitung.

Die Saugkraft der Zelle im normalen Zustand (Sz<sub>n</sub>) zeigt bedeutende Tages- und Jahresschwankungen. Diese können, wenn wir die elastischen Eigenschaften der Wand als konstant voraussetzen, beruhen 1. auf Aenderungen des Zellvolumens und den dadurch bedingten Aenderungen des Wassergehaltes und des Wanddruckes, 2. auf Aenderungen im Gehalt an osmotisch wirksamen Stoffen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem zweiten Punkt.

Zu diesem Zwecke hatte ich grenzplasmolytische Untersuchungen auszuführen. Früher glaubte man mit dem Grenzplasmolysewert die Saugkraft oder den Turgordruck der Zelle im normalen Zustand zu messen. Trotzdem dies nicht zutrifft, schenken wir diesem abnormalen

Zustand der Zelle auch heute noch Beachtung, weil er uns einen Einblick verschafft in die Fähigkeit des lebenden Protoplasten, seinen Gehalt an osmotisch wirksamen Stoffen zu regulieren.

In der Natur werden Sz<sub>g</sub>-Schwankungen hauptsächlich durch Aenderungen der Wasserbilanz hervorgerufen. Meine Aufgabe bestand deshalb darin, durch solche Bilanzänderungen bei verschiedenen Geweben und Pflanzen verschiedener ökologischer Gruppen die Grenzen festzustellen, zwischen denen Sz<sub>g</sub> zu variieren vermag.

Die Messungen wurden im Botanischen Institut der Universität Freiburg (Schweiz) ausgeführt. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Ursprung, der mich zu diesen Untersuchungen veranlasste, sowie Herrn Prof. Dr. G. Blum spreche ich für ihr wohlwollendes Interesse und ihre freundliche Unterstützung, durch die sie den Fortgang dieser Arbeit förderten, meinen aufrichtigen Dank aus

#### II. Methode.

## 1. Messung des Szg-Wertes.

Ich hielt mich an die üblichen Vorschriften der Grenzplasmolyse-Methodik (A. Ursprung, 1937, S. 1121—1235). Als Plasmolytikum kam in erster Linie Rohrzucker in Betracht, der durch sein äusserst schweres Permeieren und seine weitgehende Unschädlichkeit am besten geeignet erschien.

Aus volummolaren Stammlösungen wurden durch entsprechende Verdünnung je 10 cm³ in Abstufungen von 0,05 Mol in 30 cm³ fassende Fläschchen mit eingeschliffenem Glasstopfen abgefüllt. In diese Lösungen, die ich nach 3—4maligem Gebrauch erneuerte, wurden die zu untersuchenden Objekte eingelegt. Stets achtete ich darauf, dass auch bei Schnitten eine genügende Anzahl völlig intakter Zellen bei der Untersuchung zur Verfügung stand, so dass keine Wundrandzellen, auf deren besonderes Verhalten schon de Vries (1884, S. 447) hingewiesen hatte, zur Og-Bestimmung verwendet wurden.

Dem Grenzplasmolysewert entspricht jene Konzentration des Plasmolytikums, in welcher die Hälfte der Zellen Abhebung des Plasmas von der Wand zeigt. Bei plasmolysierbaren Zellen ruft natürlich auch jede über dem Grenzplasmolysewert liegende Konzentration eine vorübergehende Grenzplasmolyse hervor (B e c k , 1927, Tab. 10—13). Erst durch Abwarten des Gleichgewichtszustandes lässt sich jene minimale Konzentration finden, welche dem wahren Grenzplasmolysewert entspricht. Die Grenzplasmolysezeit, d. h. die Zeit zwischen dem Einlegen des Schnittes bis zur Erreichung des Gleichgewichtszustandes, ist für die einzelnen Plasmolytika und die verschiedenen Zellarten von Pflanze zu Pflanze verschieden. Für Rohrzucker genügen nach Höfler (1931, S. 569) bei Vallisneria weniger als eine Minute; nach Tröndle (1922,

Tabelle 1.

Plasmolyse der untern Epidermis des Efeublattes mit LiCl.

n = weniger als 50 %, hp = 50 %, p = mehr als 50 % plasmoliert.

Zeit					Konzentr	ation			
23,11.39	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0 Mol
20,11,00	17,9	22,6	27,4	32,3	37,5	42,7	48,1	78,1	113,4 Atm
20"	n	n	n	n	n	n	n	n	
30	n	n	n	n	n	p p	p p	p p	p
40	n	n	n	n	р	p	p	p	p
50	n	n	n	n	p	p	p	p	p p
60	n	n	р	p	p	p	p	p	p
100	n	n	p	p	p	p	p	p	p
2'	n	n	p	p	p	p	p	p	p
3'	n	hp	p	p	p	p	p	p	p
<b>4 5</b>	n	p	p	p	p	p	p	p	p
5	n	p	p	p	p	p	p	p	p
6	n	p	p	$\mathbf{p}$	p	p	p	p	p
7	n	p	p	p	p	p	p	p	p
8	n	p	p	p	p	p	p	p	p
. 9	n	р	p	p	р	p	p	p	p
10	n	p	p	$\mathbf{p}$	p	p	p	p	p
15	n	р	p	p	p	p	p	p	p
20	n	р	p	p	p	p	p	p	p
25	n	р	р	p	p	p	p	p	p
30	n	p	p	p	p	p	p	p	p
35	n	p	p	p	p	p	p	p	p
40	n	р	p	p	p	p	p	p	p
1 <sup>h</sup>	n	p	p	p	p	p	p	p	p
2	n	p	p	p	p	p	p	p	p
3	n	p	p	p	p	p	p	p	p
4	n	p	p	p	p	p	p	p	p

S. 48) wurde in den Rindenzellen der Lupinuswurzel der Gleichgewichtszustand längstens in zwei Minuten erreicht; dagegen braucht nach A. Müller Funaria (unter 0,7 Mol) 2—3 Stunden, und nach Merkt (1938, S. 8) sind für das Assimilationsparenchym von Taxus, Pinus und Picea 1—1½ Stunden nötig. So war ich gezwungen, für jedes untersuchte Objekt in Vorversuchen die Grenzplasmolysezeit festzustellen, die im allgemeinen 1 Stunde nicht überstieg (Ausnahmen z. B. Taxus, Picea). Bei zu langem Verweilen der Schnitte im Plasmolytikum sind Osmoregulationen, Schädigungen durch Anaerobiose und vor allem Endosmose zu befürchten. Bei meinen Objekten war aber auch nach mehreren Stunden kein Rückgang der Plasmolyse zu beobachten.

In wenigen Fällen (Selaginella, Funaria), wo Rohrzucker nicht oder sehr langsam durch die Zellwände permeierte und Schrumpfeln verursachte, wurde KNO<sub>3</sub> und in einem Fall (Trentepohlia) LiCl als Plasmolytikum verwendet. Für KNO<sub>3</sub> war wegen der oft leicht eintretenden Endosmose (Beck, Tab. 10—13, und A. Müller), die Bestimmung der Grenzplasmolysezeit besonders wichtig; tatsächlich erfolgte auch bei Funaria und Selaginella nach ca. 60 Minuten Deplasmolyse, während Grenzplasmolyse bei Funaria nach 30 und bei Selaginella nach 25 Minuten erreicht war. In LiCl trat bei Trentepohlia auch während mehrerer Stunden kein Rückgang der Plasmolyse ein, wohl aber war die Deplasmolyse in Wasser deutlich. Da LiCl als Plasmolytikum nicht gebräuchlich ist, seien einige Kontrollversuche mitgeteilt. Beobachtungen an der untern Epidermis des Efeublattes, wie sie von Beck für Rohrzucker und KNO<sub>3</sub> angestellt wurden, zeigten, dass LiCl während mehrerer Stunden nicht permeiert (vgl. Tab. 1).

Tabelle 2 gibt vergleichbare  $Sz_g$ -Bestimmungen mit Rohrzucker und LiCl, die eine gute Uebereinstimmung aufweisen.

Tabelle 2.
Szg gemessen mit Rohrzucker und LiCl.

Pflanze	Gewebe	Sz	5
	doweste	Rohrzucker	LiCl
Hedera Helix	Obere Epidermis	19,5	19,8
Vinca major	» »	17,2	17,9
Vinca rosea	» »	9,7	9,7

Diese wenigen Angaben zeigen, dass auch LiCl für Plasmolyse versuche in Betracht fallen kann. Es wird sich speziell um Fälle handeln, in denen Rohrzucker Schrumpfeln statt Plasmolyse verursacht.

Bei jeder Plasmolyse muss das Protoplasma von der Wand losgelöst werden. Falls die Adhäsion des Protoplasten beträchtlich ist, wird ein zu hoher  $O_g$ -Wert vorgetäuscht. Auf solche Fehler ist in letzter Zeit besonders von B u h m a n n (1935, S. 596) hingewiesen worden. Sie bestimmte neben der Grenzplasmolyse («  $PO_g$ ») auch den Grenzwert der Deplasmolyse («  $PO_g$ »), welcher jener Rohrzuckerkonzentration entspricht, in welcher in der Hälfte der Zellen die zuvor in hypertonischer Lösung erzeugte Plasmolyse zurückgegangen ist. In verschiedenen Fällen fand sie infolge der Adhäsion  $PO_g$  zu hoch, bei *Pinus Laricio* trat im Februar sogar eine Differenz von 27 Atm. auf. Merkt (Tab. 5) wiederholte diese Versuche von Buhmann bei *Taxus*, *Pinus* und *Picea*, fand aber, wie schon Bärlund (1929, S. 55) an *Rhoeo discolor*, keine oder nur geringe Unterschiede. Zu hohe Werte wurden vorgetäuscht, wenn er die Zellen zu kurze Zeit in den Lösungen liess.

Um einen weiteren Beitrag zu dieser Frage zu liefern, habe ich bei einer grossen Zahl meiner Untersuchungen noch einen II. Plasmolysewert bestimmt, indem ich nach Messung der I. Plasmolyse die Schnitte eine Konzentrationsstufe (0,05 Mol) tiefer einlegte und nach Ablauf der vorher benötigten Grenzplasmolysezeit Szg von neuem bestimmte. Zwischen den beiden Szg-Werten I und II waren die Unterschiede in den meisten Fällen gering. Besonders auffallend aber war, dass in der gleichen Messungsserie SzgII nicht nur kleiner oder gleich, sondern auch grösser sein kann als SzgI. So fand ich in der innern Epidermis des Perigons von Tulipa Gesneriana von 19 Messungen 8mal SzgI = SzgII, 9mal SzgI > SzgII (maximale Differenz 0,6 Atm. oder 4 % von SzgI) und 2mal SzgI < SzgII (maximale Differenz 1,1 Atm. oder 7,3 % von SzgI). Grössere Differenzen zwischen SzgI und SzgII konstatierte ich nur bei Chenopodium Bonus Henricus (1,9 Atm. oder 10 % von SzgI) und Trentepohlia aurea (34 Atm. oder 12 % von SzgI).

Zur Erläuterung der Methode beschreibe ich den Gang einer Messung an der obern Epidermis des Blattes von Sanguisorba minor. Nach Vorversuchen lag Og zwischen 0,6 und 0,8 Mol Rohrzucker. Neue Flächenschnitte kamen nun in Konzentrationen zwischen diesen beiden Grenzen in Abstufungen von 0,05 Mol. Nach einer Stunde wurde die Messung vorgenommen, indem man in jedem Schnitt abzählte, wie viele von 30 gesund erscheinenden Zellen plasmolysiert waren. Darauf legte ich jeden Schnitt in eine 0,05 Mol tiefere Konzentration und zählte nach einer weitern Stunde nochmals die Zahl der plasmolysierten Zellen. Nach dieser zweiten Bestimmung wurde mit Filtrierpapier langsam Leitungswasser unter dem Deckglas durchgesogen und nach zirka 45 bis 60 Minuten kontrolliert, wie viele der vorher untersuchten 30 Zellen keine Deplasmolyse zeigten, also nicht normal waren. Die Zahlenwerte dieser Messung sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3.
Obere Epidermis von Sanguisorba minor.

Konzentration	Plasmolyse I	Plasmolyse II	Deplasmolyse
Mol Rohrzucker	von je 30 Zellen scheinen plasmolysiert	von je 30 Zellen scheinen plasmolysiert	von den vorher gezählten Zellen zeiger keine Deplasmolyse
0,60	2	→ 1——	<u> </u> → 0
0,65	8	→ 10 ——	→ 0
0,70	15 —	→ 16 ——	$\longrightarrow$ 1
0,75	22 —	→ 22	$\rightarrow$ 0
0,80	29 —		

Aus Tabelle 3 folgt, dass bei der I. Plasmolyse in 0,70 Mol50~% der untersuchten Zellen Grenzplasmolyse zeigten, wobei die nachfolgende

Deplasmolyse erwies (Ergebnis wegen der II. Plasmolyse eine Konzentrationsstufe tiefer), dass alle Zellen gesund waren. OgI betrug also 0,70 Mol Rohrzucker. Meistens findet sich aber der Og-Wert zwischen zwei Konzentrationen, wie das bei der II. Plasmolyse der Fall ist. In 0,70 Mol scheinen 16 von 30 Zellen plasmolysiert zu sein, doch gibt die Deplasmolyse eine als geschädigt an, so dass also 15 von 29 Zellen, oder 15,5 von 30, plasmolysiert waren. In 0,65 Mol zeigen, da alle Zellen deplasmolysierten, 10 von 30 Plasmolyse, also weniger als 50 %. Der gesuchte OgII-Wert muss nun zwischen diesen beiden Konzentrationen liegen und lässt sich nach der Proportion berechnen:

$$(O_gII - 0,65) : (15 - 10) = (0,70 - 0,65) : (15,5 - 10)$$
  
 $O_gII = 0,695.$ 

Aus dem Grenzplasmolysewert  $O_g$  erhält man durch Umrechnen in Atmosphären (vgl. Ursprung, S. 1275—1297) die Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse  $Sz_g$  (=  $Si_g$ ). Im vorigen Beispiel beträgt also  $Sz_gI = 21.8$  und  $Sz_gII = 21.6$  Atm.

## 2. Herstellung von Unter- und Ueberbilanz.

Um in erster Annäherung die Grenzen zu erhalten, zwischen denen die Zellen Szg zu regulieren vermögen, ging ich von der Erfahrung aus, dass gewöhnlich bei längerer Unterbilanz Szg anzusteigen und bei längerer Ueberbilanz zu fallen pflegt. Ich suchte daher durch langsame Steigerung der Unterbilanz und der Ueberbilanz bis zum Absterben der Zellen mich den gesuchten Grenzwerten nach Möglichkeit zu nähern. Ich verhehle mir keineswegs, dass ich das erstrebte Ziel nur unvollkommen erreicht haben werde. Als instruktivstes Beispiel erwähne ich Sempervivum tectorum. In den Gastlosen hatte Blum (1926, S. 16) nach längerer Trockenperiode Sz<sub>n</sub>-Werte (Streifenmethode) bis zu zirka 45 Atm. gefunden, während in seinen Austrocknungsversuchen im Laboratorium die Saugkraft bei der gleichen Methode nicht über 15 Atm., in einem andern Experiment nur auf 25 Atm. anstieg; Gehler (1930. S. 81) war in ähnlichen Laboratoriumsversuchen bis auf 16 Atm. gekommen. Auch die Sz<sub>g</sub>-Werte der Blattepidermis von Sempervivum gehen bei Meier (1916, S. 21 mit KNO<sub>3</sub>) nur bis zu 14 Atm. und bei Gehler (Tabelle 63) bis zu 16 Atm. Die Sz<sub>n</sub>-Werte von 45 Atm. standen also vereinzelt da und wurden viel angezweifelt, bis es Ursprung und Blum (1938) gelang, in Laboratoriumsversuchen nach möglichst langsamer und langer Austrocknung, die Saugkraft nachweisbar lebender Blätter von Sempervivum tectorum auf 40, ja sogar auf 80 und 100 Atm. ansteigen zu lassen; auch Szg erreichte an diesem Material Werte bis zu 100 Atm. Wir sehen also, dass mit derselben Spezies sehr verschiedene Sz<sub>g</sub>-Maxima erhalten werden können (16 Atm. bis 100 Atm.), je nach dem Austrocknungsverfahren. Daraus folgt:

- a) dass die von mir erhaltenen Maxima keine absoluten Werte darstellen werden, sondern nur für meine Versuchsbedingungen Gültigkeit haben;
- b) dass vergleichbare Maxima nur unter vergleichbaren Versuchsbedingungen zu erhalten sein werden.

Ich habe mich nun bemüht, diese Versuchsbedingungen bei allen Versuchspflanzen möglichst gleich zu gestalten. Wasserunter- und -überbilanz wurden meist an abgeschnittenen Blättern oder Blüten, vereinzelt aber auch an Blättern und Blüten eingetopfter Pflanzen untersucht. Das Versuchsmaterial stammte aus dem neben dem Institut gelegenen botanischen Garten.

Zur Herstellung von *Unterbilanz* kamen die meisten Objekte bei Laboratoriumstemperatur und diffusem Licht in Glasschalen mit überfallendem Deckel von 10—14 cm Durchmesser und 5—6 cm Höhe. Für grössere Blätter wurden entsprechend grössere Glasschalen verwendet. Da a priori anzunehmen war, dass die Osmoregulationen Zeit brauchen, musste für ein möglichst langes Lebendbleiben der Versuchsobjekte Sorge getragen werden. Zu diesem Zwecke wurde in den Glasschalen zu Beginn des Versuches durch Anbringen feuchter Filtrierpapierstreifen am Deckel eine Luftfeuchtigkeit von ca. 90% hergestellt, die dann langsam auf ca. 50% sank. Blätter von *Rhoeo discolor* blieben auf diese Weise 14 Tage am Leben und erreichten ein Sz<sub>g</sub> von 19,1 Atm., während sie im Exsikkator (CaCl<sub>2</sub>) schon nach 8 Tagen abstarben, wobei Sz<sub>g</sub> nur 11,6 Atm. betrug. Topfpflanzen dagegen liess ich unbegossen, vor direktem Sonnenlicht geschützt, im Laboratorium bei einer Temperatur von ca. 20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 50% stehen.

Für die Untersuchungen bei *Ueberbilanz* wurden gleiche Glasschalen benützt, die mit Filtrierpapier ausgekleidet waren und im untern Drittel Wasser enthielten. Die Objekte befanden sich in dampfgesättigter Luft, mit Ausnahme der Schnittfläche, die in Wasser tauchte. Die absorbierende Fläche war durch mehrere Längsschnitte vergrössert. Gegenüber dem völligen Untertauchen unter Wasser wurde dieser Versuchsanordnung der Vorzug gegeben, da die Lebensdauer grösser war und da meist auch ein tieferes Minimum erreicht wurde, wie folgende Zusammenstellung (Tabelle 4) zeigt.

Tabelle 4.

			Im feucht	en Raum	Unter V	Wasser
Pflanzen	Organ	Gewebe	Lebens- dauer Tage	Sz <sub>g</sub> Atm.	Lebens- dauer Tage	$\mathrm{Sz_g}$ Atm.
Anemone Hepatica	Kronb.	U.E.	8	7,9	6	8,5
Iberis amara	Blatt	0. E.	10	7,3	7	9,1
Rhododendron ferrug.	Blatt	0. E.	24	25,0	20	28,5

Ferner weist Hofmeister (1938, S. 411, vgl. auch Ursprung 1937, S. 1141) darauf hin, dass das Wässern von Schnitten die Permeabilität des Protoplasmas erhöhen kann. Ebenso pflegt bekanntlich das Wässern die Ablösung des Protoplasten zu begünstigen und verursacht dadurch eine Verkürzung der Plasmolysezeit (vgl. Schmidt, 1939, S. 29). Es gibt zwar Pflanzen, die das Untertauchen gut ertragen, wie z. B. die Angabe von Boas (1939, S. 44) zeigt, nach welcher Blätter von Salix babylonica 117 Tage unter Wasser leben können.

Topfpflanzen wurden reichlich begossen und unter Glasglocken, die mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet waren, gehalten.

Aber auch bei Gleichheit dieser äusseren Bedingungen waren doch durch das Versuchsmaterial selbst zahlreiche Verschiedenheiten gegeben. Die einen Objekte starben langsamer ab als andere, was Unterschiede in der *Versuchsdauer* bedingte.

## 3. Die Bedeutung des Anfangswertes.

Die Höhe des Sz<sub>g</sub>-Wertes kann schon in benachbarten Geweben desselben Organs verschieden sein, sie hängt ferner ab vom Alter sowie vor allem auch von Kälte-, Regen- und Trockenperioden. Der Anfangswert ist insofern von Bedeutung, als er den durch Unter- oder Ueberbilanz erreichbaren Endwert wesentlich beeinflusst. Einige Beispiele sollen zur Erläuterung dienen:

Ursprung und Blum (1919, S. 454) fanden im abgeschnittenen, austrocknenden Hederablatt folgende  $Sz_g$ -Werte:

obere Epidermis frisch 21,8 Atm., nach 3 Tagen 25,9 Atm. Palisaden . . frisch 25,9 Atm., nach 3 Tagen 35,2 Atm.

Natürlich ist für den höhern Endwert der Palisaden nicht nur der höhere Anfangswert massgebend, sondern auch die grössere Reaktionsfähigkeit.

Der Einfluss des Alters ist verschieden; bald wurden die jungen Organe höher gefunden (z. B. Pringsheim, 1906, S. 121, KNO<sub>3</sub>), bald die ältern (z. B. Ursprung und Blum, 1916, S. 97, KNO<sub>3</sub>; Merkt, 1939, S. 18, Rohrzucker). Aus meinen eigenen Erfahrungen greife ich die obere Blattepidermis von *Pachysandra terminalis* im November 1938 heraus.

Diesjähriges Blatt:

Anfangswert 24,5 Atm., Endwert nach Unterbilanz 35,2 Atm. Letztjähriges Blatt:

Anfangswert 27,2 Atm., Endwert nach Unterbilanz 41,5 Atm.

Die Bedeutung der *Temperatur* für den Anfangswert lässt die obere Epidermis des *Rhododendron*blattes erkennen:

November 1938, bei  $+6^{\circ}$  C:

Anfangswert 30,4 Atm., Endwert nach Unterbilanz 38,3 Atm. März 1939, bei —10° C :

Anfangswert 46,0 Atm., Endwert nach Unterbilanz 61,1 Atm.

Eine Erhöhung der  $Sz_g$ -Werte durch Temperaturerniedrigung konstatierten z. B. B l u m (1916, S. 48, KNO<sub>3</sub>), M e i e r (1916, S. 61, KNO<sub>3</sub>), B ä c h e r (1920, S. 64), M e r k t (1938, S. 25).

Niedere Temperaturen bewirken auch ein Ansteigen von  $\mathrm{Si}_n$ , z. B. Walter (1931, S. 79), Thren (1934, S. 507), Kessler (1935, S. 345). Früher brachte man die hohe Frostresistenz in direkte Beziehung zu hohen  $\mathrm{Sz}_g$ - oder  $\mathrm{Si}_n$ -Werten. Heute wissen wir, dass dieser Parallelismus vorhanden sein kann, aber nicht vorhanden sein muss, dass somit die Verhältnisse komplizierter liegen, als man früher glaubte (Ulmer, 1936, S. 558, Kessler, 1935, S. 345, Kessler und Ruhland, 1938, S. 199).

Die Wirkung einer Trockenperiode zeigt die obere Blattepidermis von Morina longifolia:

vor Trockenperiode:

Anfangswert 16,9 Atm., Endwert nach Unterbilanz 23,8 Atm. nach 10tägiger Trockenheit:

Anfangswert 21,8 Atm., Endwert nach Unterbilanz 24,2 Atm.

Verschieden verhielten sich auch zwei Sprosse von Vinca major, von denen der eine dem Garten, der andere dem feuchten Gewächshaus entnommen wurde:

aus Garten:

Anfangswert 21,0 Atm., Endwert nach Unterbilanz 36,7 Atm. aus Gewächshaus:

Anfangswert 16,2 Atm., Endwert nach Unterbilanz 29,0 Atm.

Die Tagesschwankung untersuchte ich bei Vaccinium Vitis idaea; ein Einfluss war hier nicht nachzuweisen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5. Einfluss der Tagesschwankung auf  $Sz_g$ -Maxima und -Minima. Obere Blattepidermis von  $Vaccinium\ Vitis\ idaea.$ 

	Morge	nwerte	Mittag	swerte
	Unterbilanz Atm.	Ueberbilanz Atm.	Unterbilanz Atm.	Ueberbilan: Atm.
Beginn (27.11.39)	29,4	29,4	32,3	32,3
Nach 1 Tag	34,7	27,6	34,7	28,5
Nach 2 Tagen	39,9	25,9	39,3	25,4
Nach 3 Tagen	41,5	24,6	41,0	24,2
Nach 4 Tagen	43,7	23,8	44,3	23,8

Vergleich der  $\mathrm{Sz_g} ext{-Werte}$  verschiedener Stellen der Blattepidermis von Helleborus. ( $\mathrm{Sz_g} ext{-Werte}$  in  $\mathrm{Atm.}$ ) Tabelle 5 a.

	Blattspitzen	pitzen	Blattbasen	asen	Ganzes Blatt	Blatt
	Frisches Blatt	Nach 3 Tagen Unterbilanz	Frisches Blatt	Nach 3 Tagen Unterbilanz	Frisches Blatt	Nach 3 Tagen Unterbilanz
T	18,7	25,2	18,4	25,2	1	
. 23	18,7	22,2	18,0	22,5		1
C	18,4	21,8	18,7	21,8	I	1.
Blattstellen 4	18,7	22,5	18,7	21,8		
ī	19,1	22,9	18,4	22,2	1	1
	18,7	25,2	18,4	25,2	1	ı
	18,4	25,5	18,0	21,8	1.	1
Höchster Szg-Wert	19,1	22,9	18,7	22,5	19,1	22,9
Tiefster Szg-Wert	18,4	21,8	18,0	8,12	18,0	21,8
Streuung	0,7 (3,84%)	1,1 (4,9%)	0,7 (3,8 %)	0,7 (3,2 %)	1,1 (5,9%)	1,1 (5,0 %)
Stärkste Abweichung vom arith. Mittel	+0,4 (2,1 %)	+0,4 (2,1 %) +0,6 (2,7 %)		+0,4 (1,8 %)	-0.4 (2,2%) +0.4 (1,8%) +0.6 (3,2%) +0.8 (3,6%)	+0,8 (3,6 %)
Szg unter Berücksichtigung des mittleren Fehlers	$18,7 \pm 0,09$	$22,3 \pm 0,13$	18,4 ± 0,11	$22,1\pm0,1$	18,5 ± 0,08	$22,1 \pm 0,09$

Die untersuchten Blätter starben nicht an allen Stellen gleichzeitig ab; so war ich gezwungen, im Verlaufe des Versuches  $Sz_g$  an verschiedenen Blattstellen zu messen. Die Versuche am Helleborusblatt in Tabelle 5 a, wo kleinere  $Sz_g$ -Aenderungen in der Epidermis besonders zahlreich waren, zeigen, dass Schwankungen von  $\pm$  0,55 Atm. durch die verschiedene  $Sz_g$ -Verteilung im Blatt und nicht durch Unter- und Ueberbilanz verursacht werden. Die Streuung ist natürlich in den verschiedenen Blättern verschieden; bei  $Vinca\ major\ z$ . B. war sie nach Bauer bedeutend geringer.

Tabelle 6. Längenänderung der Kronblattstreifen bei Unter- und Ueberbilanz (in  $\mu$ ).

	Normal	länge (μ)	Anzahl Stunden	Unterbilanz	Ueberbilan
Pflanze	Paraffinöl	Plas- molysiert	Unter- oder Ueber- bilanz	Plas- molysiert	Plas- molysiert
	(	8500			
		8484			
		8467			
			2	8501	8537
D: // 0			4	8519	8607
Dianthus Caryophyllus	10 000 {		9	8483	8677
			17	tot	8907
			24		9242
	= H6	e f <sub>e s</sub> = s	48		9436
			72		9471
		8129			
	July 1 - 10	8056			
		8077			
			2	8034	8139
Pelargonium zonale	10 000		5	8087	8348
			17		8661
			24		8974
	l l		48		9043
			1		9072
			1 1	9022	0012
Chrysanthemum Leucanthe-			6	9062	
mum	10 000 {		6	0002	9687
		8969			550.
			72	100	9561

## 4. Vorläufige Orientierung über eine nicht berücksichtigte Fehlerquelle.

Eine Fehlerquelle, die gewöhnlich nicht berücksichtigt wird, knüpft sich an folgende Betrachtung (Ursprung, S. 1177). Gegeben sei eine Zelle, für welche  $O_n=0.60$  Mol Rohrzucker beträgt und für welche

die Beziehung  $\frac{O_n}{O_g} = \frac{V_g}{V_n}$  gilt. Erfolgt bei Grenzplasmolyse eine Volumverringerung :

um  $^{1}/_{6}$ , so wird  $O_{g} = 0.72$  Mol, um  $^{2}/_{6}$ , so wird  $O_{g} = 0.90$  Mol, um  $^{3}/_{6}$ , so wird  $O_{g} = 1.20$  Mol.

Da nun die Volumkontraktion bei Pflanzen trockener Standorte stärker zu sein pflegt, als bei Pflanzen feuchter Standorte, speziell bei Submersen (Ursprung, S. 1492), war zu prüfen, ob meine Versuchsanordnung (Unterbilanz, Ueberbilanz) das Grenzplasmolysevolumen nicht wesentlich beeinflussen kann, sei es durch Wachstum, durch Ueberdehnung, durch Deformation oder auf andere Weise. Eingehende Untersuchungen habe ich nicht ausgeführt, aber immerhin die folgenden Versuche vorgenommen.

Tabelle 7. Längenänderung von Kronblattstreifen bei Unter- und Ueberbilanz (in  $\mu$ ) (in Wasser von 4—8° C).

	Normall	änge (μ)	Anzahl Stunden	Unterbilanz	Ueberbilan:
Pflanze	Paraffinöl	Plas- molysiert	Unter- und Ueber- bilanz	Plas- molysiert	Plas- molysiert
		8474			
		8493			
			2	8517	8465
			4	8482	8534
Dianthus Caryophyllus	10 000 }		9	8534	8551
- united a surgicipal			17		8517
			24		8488
			48		8551
			72	100	8568
	1	8120			
		8052			
			2	8146	8123
Pelargonium zonale	10 000		5	8067	8133
recuryonium zonuie	10 000		17		8048
			24		8181
			48		8104

Gleich lange Streifen aus Kronblättern von Dianthus Caryophyllus, Pelargonium zonale und Chrysanthemum Leucanthemum wurden sofort, ferner nach längerer Unterbilanz (durch Liegenlassen in den S. 54 beschriebenen Glasschalen) und Ueberbilanz (unter Wasser von Zimmertemperatur getaucht) in 1 Mol NaCl plasmolysiert (vgl. Tabelle 6).

Aus Tabelle 6 folgt, dass bei langem Liegen unter Wasser von Zimmertemperatur die Streifen sich deutlich weniger stark verkürzen als bei Plasmolyse im frischen Zustand. Dass Wasser von 4—8° C diesen Einfluss nicht besass, deutet auf Störung durch Wachstum hin (Tabelle 7).

Da ich meine Versuchsobjekte nicht unter Wasser tauchte, sind diese Resultate auf meine Methode nicht direkt anwendbar. Ausserdem müsste in entscheidenden Experimenten natürlich auch die Wandfläche von Einzelzellen geprüft werden. Immerhin ist durch diese Vorversuche auf eine Fehlerquelle hingewiesen, deren genaue Prüfung erwünscht wäre.

Ist das Volumen der entspannten Zelle im Laufe des Versuches gleichgeblieben, so deutet eine  $\mathrm{Sz}_g$ -Aenderung während des Versuches auf eine entsprechende Aenderung der osmotisch wirksamen Substanz hin.

Ist das Volumen der entspannten Zelle im Laufe des Versuches grösser geworden (Wachstum, Ueberdehnung), so sind verschiedene Möglichkeiten zu unterscheiden. Ist die osmotische Substanz gleichgeblieben, so wird  $Sz_g$  kleiner. Hat die osmotische Substanz zugenommen, aber nicht entsprechend der Volumenvergrösserung, so hat dies ebenfalls eine, wenn auch geringere Abnahme von  $Sz_g$  zur Folge. Hat die osmotische Substanz abgenommen, so ist die stärkste  $Sz_g$ -Abnahme zu erwarten. Haben osmotische Substanz und Volumen in gleichem Masse zugenommen, so ist  $Sz_g$  gleichgeblieben. Hat die osmotische Substanz stärker zugenommen, so ist  $Sz_g$  grösser geworden.

# III. Aenderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse (Sz<sub>g</sub>) durch Unterbilanz.

Ueberblicken wir die bisherigen Untersuchungen über das Verhalten von Sz<sub>g</sub> bei Unterbilanz, so zeigt nach älteren Erfahrungen (bis 1918 bei Bächer 1920 zusammengestellt) Sz<sub>g</sub> allgemein nur Ansteigen. Später wurden aber bald auch Ausnahmen bekannt mit einem zeitweisen oder konstanten Sinken. So fand Gehler (1930, S. 79) in 65 Unterbilanzversuchen 40mal ein Ansteigen, 19mal blieb der Sz<sub>g</sub>-Wert während der ganzen Dauer des Versuches gleich, 3mal wies er unregelmässige Schwankungen auf und 3mal (*Dianthus Caryophyllus, Jasminum nudiflorum, Chrysanthemum indicum*) wurde er kleiner. Die Untersuchungen

von Simonis (1936), Härtel (1936), sowie Merkt (1938) und A. Müller lernten weitere Ausnahmen kennen, und Beck (1930) wies auf das verschiedene Verhalten verschiedener Gewebe desselben Blattes hin.

Betrachten wir das Verhalten von  $\operatorname{Si}_n$  bei Unterbilanz, so begegnen wir in der Regel wieder einer Zunahme. Es ist ja auch klar, dass die direkte Folge des Wasserverlustes eine Konzentrationszunahme des Zellsaftes sein muss. So gibt Walter (1929, S. 613) für Stachys germanica in einer Trockenperiode 37,0 und in einer Regenperiode 9,7 Atm. an. Aber auch hier lernte man bald Ausnahmen kennen; sie sind um so merkwürdiger, weil sie ein besonders starkes Sinken von  $\operatorname{Sz}_g$  voraussetzen, da die primäre Folge der Unterbilanz ja stets eine Wasserabnahme und damit eine  $\operatorname{Si}_n$ -Zunahme sein muss.

#### A. Unterbilanz in trockener Luft.

Abgeschnittene Blätter, Blüten und Sprosse, sowie auch Trentepohlia, kamen in die S. 54 beschriebenen Glasschalen, deren relative
Luftfeuchtigkeit allmählich von 90 auf ca. 50 % zurückging. Die Topfpflanzen wurden im Laboratorium, vor direktem Sonnenlicht geschützt,
bei einer Temperatur von ca. 20° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit
von ca. 50 % aufbewahrt und nicht begossen.

Nach dem Verlauf der  $Sz_g$ -Aenderung bei Unterbilanz habe ich meine Versuchsobjekte in folgende Kategorien eingeteilt :

- a) Der Endwert liegt deutlich über dem Anfangswert.
- b) Der Endwert ist nur wenig verschieden vom Anfangswert.
- c) Der Endwert liegt deutlich unter dem Anfangswert.

## a) Der Endwert liegt deutlich über dem Anfangswert.

a) Bisherige Untersuchungen.

Nach den bisherigen Erfahrungen ergab Unterbilanz bei den meisten Objekten ein deutliches Ansteigen von Szg. So wiesen Ursprung und Blum (1916, S. 134) an mehreren Pflanzen mit abnehmender Bodenfeuchtigkeit und Einwirkung von Wind ein deutliches Ansteigen der Szg-Werte nach. Zum gleichen Ergebnis führten ferner die Laboratoriumsversuche von Meier (1916, S. 7); Ursprung und Blum (1919, S. 454), Bächer (1920, S. 97); Iljin (1929, S. 51). Besonders hohe Werte erhielt Meier (S. 8), wenn er Blätter in einer Botanisierbüchse der Sonne exponierte. Die Versuche von Beck (1930, S. 70) am Hederablatt zeigten ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Gewebe; am stärksten war der Anstieg in den Palisaden, geringer und

Tabelle 8. Pflanzen mit fortwährendem Ansteigen von  $\mathrm{Sz_g}$  bei Unterbilanz. ( $\mathrm{Sz_g\text{-}Werte}$  in Atm.)

Anstieg pro Tag 1	Atm.	0,58	99'0	1,31	1,21	28,0 pro Std.	0,89	1,87	1,28	0,44	0,46	2,51	2,03	0,73	0,68 pro Std.	0,47	0 95	0.58	1,58	1.05	0.42	0,69
Gesamt- anstieg	Atm. 0/0	5,8 47,5				168,0 136,1	7,1 44,9	15,0 59,1		- 7	200		14,2 221,9	13,2 223,7	8,8 54,7	3,8 21,1	4.0 25.3					
Untersuchungszeit		-19.7.38	-18. 7.38	-13.7.39	-1.10.38	-19. 6.39	- 3.10.38	-22.12.38	-22.12.38	-15.10.38	-3.10.38	<b>—</b> 29. <b>8</b> .38	-15.10.38	-26.1.39	- 8. 5.39	-2.10.38	- 4.12.38	-16.12.38	6.11.38	-11.11.38	-12.12.38	-12. 9.38
Tage)	Lebe	11 8.	10 8.	80.0	7 23.	33 17. 5.	10 23. 9.	9 12.	10 12.	10 5.	12 21. 9.	7 22.	9 6.	18 8.		9 23. 9.	17 17.11.	14	10 2	17 25.10.	20 23.11.	6
ingswert dwert		12,2 18,0	12,2 18,2	9,7 17,6	14,1 21,4	123,4 291,4	15,8 22,9	25,4 40,4	19,1 28,1	12,5 16,5	19,1 24,2	22,2 37,3	6,4 20,6	5,9 19,1	16,1 24,9	18,0 21,8	15.8 19.8				9,7 16,9	11,8 18,0
Untersuchtes Gewebe		O. E.	O. E.	O. E.	O. E. Kronb.	Zellfaden	O. E.	O. E.	O. E.	O. E.	O. E.	O. E.	O. E.	U.E.	B. Oberseite	O. E. Kronb.	O. E.	O. E.	O. E.	O.E.	O. E.	O. E.
Versuch	ng l	Abg. B.	*	*	Abg. Bl.	Rasen	Abg. B.	*	*	*	*.	*	*	*	Rasen	Abg. Bl.	Abg. B.	*	*	*	*	*
Pflanzen		.a	8		ta								is $si$		ica			•	•		8 8	
Pfla		Uvularia grandiflora	Convallaria majalis	Rumex maritimus	Vaccaria pyramidata	Trentepohlia aurea .	Chelidonium majus	Globularia vulgaris	Sanguisorba minor	Thlaspi perfoliatum	Saponaria officinalis	Lilium tigrinum.	Hydrocotyle vulgaris	Rhoeo discolor .	Funaria hygrometrica	Papaver Rhoeas.	Primula Auricula	Peltaria alliacea .	Potentilla argentea	Vinca major	Calendula officinalis	Iberis amara
aruppe	) .			ř												=	_		TIII			_

	Pastinaca sativa	Abg. B.	0. E.	9,7	19,1	[4] 9.		-23.10.38	9,4  9(	16,96	0,72	
	Morina longifolia	*	O. E.	16,9	23,8	21 11.	11.	-2.12.38	6,9 40	40,8	0,36	
	Veronica gentianoides	*	O. E.	16,5	25,9	12 2.		-14.12.38	9,4 50	56,9	0,85	
	Genista tinctoria	*	O. E.	18,4	26,7	9 7.		-16.7.38	8,3 45,	5,1	1,04	
	Satureia vulgaris	*	O. E.	19,8	29,0	12 1.		-13.9.38	9,2 46,	3,4	0,83	
	Pentstemon barbatus	*	O.E.	24,2	36,2	11 2.		-13.12.38	12,0 49	49,6	. 2,1	
	Digitalis nervosa	*	O.E.	17,2	40,4	20 11.11	11.	-1.12.38	23,2 134,8	8,4	1,29	
	Aeonium cuneatum	*	O. E.	6,5		22 15. 3.	က်	-6.4.39	5,6 9(	90,3	0,28	
	Crassula lactea	*	O. E.	2,7	8,2 18	182 21.		-19.9.39	5,5 203,6	3,6	0,03	
Ĭ	Sempervivum tectorum	*	O. E.	9,7	21,8	25 28.10.	10.	-22.11.38	12,8 131,9	<u>6,</u>	0,53	
	Helleborus foetidus	*	Palisaden		6,89	8 31. 3.	က	<b>- 8.</b> 4.38	29,0	6,96	99'6	
	Erica carnea	Spross	O. E. B.	25,9	38,88	24 25.11.	11.	-19.12.38	12,9 49	49,8	0,58	
n.	Selaginella Martensii	*	O. E. B.	14,1	29,4	2 7.		-9.8.40	15,3 108,5		10,20	
	Selaginella Emmeliana	*	O. E. B.		32,0	3.7		-10.8.40	14,7 8	84,9	7,35	
	Narcissus poeticus	Topfpfl.	O. E. B.	7,9	16,9	18 23.	5.	-10.6.39	9,0 113,9	3,9	0,53	
	Crocus sativus	*	O. E. B.		26,3	78 4.	4.11.38	-21. 1.39	10,8 69	69,7	0,23	
	Anemone Hepatica	Abg. Bl.	O. E. Kronb.	13,5	23,4	6 14.		-20. 3.38	9,9 78	73,3	1,98	
	Melandrium album	*	O. E. Kronb.	12,2	8,12	8 29.	6	-7.10.38	9,6 78	78,7	1,37	
	Camcombila namicalata	Abo B	E G	19.9	95.0	06 0	0	8 10 38	127 119 2	60	171	
	Cilono Ammonia	i	· ·					20 0 08	44 1400	0 0	1,01	
	There is the interior	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	, i.c					15 40 30	11,011	1 0	1,01	
	Hyssopus officinaits	Spross	O. E. D.		Source .		II.	—15.12.38	n, 0	00,7	0,47	
E	Senecio vulgaris	*	O. E. B.	11,2	23,8	14 25.11	11.	-9.12.38	12,6 112,5	3,5	26,0	
<b>^</b>	Saponaria officinalis	Abg. BI.	O. E. Kronb.	10,3	20,5	10 20.		-30. 9.38	9,9	96,1	1,1	
	Silene Armeria	*	O. E. Kronb.	16,9	22,9	9 20.		-29. 9.38	6,0	35,5	0,75	
	Syringa vulgaris	Abg. B.	0.E.	25,2	29,4	17 26.	7.	-12.8.39	4,2 16	16,7	0,26	
	Rhododendron ferrug	*	O. E.	46,0	31,1	16 18.	က	- 3, 4.39	15,1 32,	8,7	1,0	
			,	_		-						

Abkürzungen: Abg. B. = abgeschnittenes Laubblatt; Abg. Bl. = abgeschnittene Blüte; O. E. = obere Epidermis; U. E. = untere Epidermis.

Gesamtänderung Gesamtünderung Zahl der Tage bis zur Bestimmung des Endwertes

weniger regelmässig dagegen in der Epidermis. Die Untersuchungen von Gehler (S. 80) ergaben in 48 Versuchen mit welkenden Kronblättern 30mal und in 17 Proben mit Laubblättern 10mal ein deutliches Ansteigen von Sz<sub>g</sub>. In den Unterbilanzversuchen von Simonis (S. 200) mit Topfpflanzen erlitten vor allem die Hartlaubpflanzen und die Xerophyten starke Sz<sub>g</sub>-Zunahmen, aber auch in den meisten Sumpf- und Schattenpflanzen stieg Sz<sub>g</sub> deutlich an. Härtel (S. 35) beobachtete unter anderem bei Globularia cordifolia und Anthyllis vulneraria Sz<sub>g</sub>-Anstieg in der Trockenzeit.

## $\beta$ ) Eigene Messungen.

Ein höherer Endwert kann erreicht werden

- 1. durch fortwährendes Ansteigen des Anfangswertes bis zum Absterben des Versuchsobjektes,
- 2. durch vorübergehendes Steigen und Fallen der Szg-Werte.

## 1. Szg steigt bei Unterbilanz fortwährend an.

Der grösste Teil meiner Untersuchungsobjekte zeigte bei Unterbilanz fortwährendes Ansteigen von  $Sz_g$  bis zum Absterben. Tabelle 8 gibt eine Uebersicht. (Zur Vereinfachung der Tabelle werden die 2 bis 4  $Sz_g$ -Bestimmungen im Verlauf des Versuches nicht angeführt.) Diese andauernde  $Sz_g$ -Zunahme kann in verschiedener Weise vor sich gehen, wonach die Gruppen I—IV unterschieden worden sind. Der Anstieg erfolgt in

Gruppe I geradlinig,

- » II anfangs schwächer, dann stärker,
- » III anfangs stärker, dann schwächer,
- » IV abwechselnd stärker und schwächer.

Vergleichen wir unter Benützung von Tabelle 8 zunächst die Laubblattepidermen. Die Anfangswerte bewegen sich zwischen 2,7 (Crassula lactea) und 46,0 Atm. (Rhododendron ferrugineum), die Endwerte zwischen 8,2 (Crassula) und 61,1 Atm. (Rhododendron). Dass der tiefste Anfangswert auf eine Sukkulente, der höchste auf den Winterwert einer immergrünen Pflanze fällt, deckt sich mit den bisherigen Erfahrungen. Indessen erlaubt der Anfangswert durchaus keinen Schluss auf den Endwert. So steigt z. B. Digitalis nervosa von 17,2 auf 40,4 Atm. an, Syringa vulgaris aber mit höherem Anfangswert von 25,2 auf nur 29,4 Atm.

Der Gesamtanstieg der Laubblattepidermen ist am höchsten bei Digitalis nervosa mit 23,2 Atm., am geringsten mit 4,0 Atm. bei Primula Auricula und Thlaspi perfoliatum. Den höchsten Gesamtanstieg in Prozent finden wir bei Rhoeo discolor (224 %) und Hydrocotyle vul-

garis (222 %). Diese starke prozentuale Zunahme von Hydrocotyle ist auffallend, da die übrigen von mir untersuchten Sumpfpflanzen (Apium nodiflorum, Ranunculus Flammula, Menyanthes trifoliata) eine Abnahme zeigten.

Wieder anders verhält sich die Anstiegsgeschwindigkeit, also die Zunahme von Sz<sub>g</sub> pro Tag oder Stunde. Sie ist ausnahmsweise gross bei Funaria 0,68 Atm. pro Stunde, es folgt Selaginella Martensii 10,2 Atm. pro Tag, während die meisten Epidermen 2 Atm. pro Tag nicht erreichen. Für Funaria und Selaginella musste KNO<sub>3</sub> als Plasmolytikum verwendet werden, da Rohrzucker Schrumpfeln der Zellen verursachte, weil er, besonders in höhern Konzentrationen, nicht durch die Zellwände permeieren konnte. Crassula verbindet mit einem starken Gesamtanstieg von 204 % eine minimale Geschwindigkeit von nur 0,03 Atm. pro Tag.

Die grösste Lebensdauer der Laubblattepidermis zeigt, wie nicht zu verwundern, eine Sukkulente, *Crassula lactea*; es folgen *Erica carnea* und *Hyssopus officinalis*. Durch besonders kurze Lebensdauer zeichnen sich die *Selaginella* und *Funaria* aus.

Dass verschiedene Gewebe desselben Organs sich verschieden verhalten können, illustrieren die Palisaden von Helleborus foetidus. Sie steigen stark an von 29,9 auf 58,9 Atm., während die Epidermis unter c) zu suchen ist, da sie bei länger andauernder Unterbilanz fällt.

Von den beiden *Topfpflanzen* zeichnet sich *Crocus sativus* durch lange Lebensdauer und geringe Anstiegsgeschwindigkeit aus, während *Narcissus poeticus* mit einem schwachen Anstieg in Atm. einen starken prozentualen verbindet.

Die Kronblattepidermen der Tab. 8 weisen beim Absterben Szg-Maxima von etwa 20 Atm. auf.

Eine besondere Stellung nimmt Trentepohlia aurea ein, von der ein kleiner Rasen von 1 cm² Fläche auf seiner natürlichen Unterlage zur Untersuchung gelangte unter Benützung von LiCl. In den Zellen mit gleichmässig verteiltem Hämatochrom hatte der gewaltige Anfangswert von 123 Atm. in 6 Stunden bis auf 291 Atm. zugenommen, was eine enorme Anstiegsgeschwindigkeit von 28 Atm. pro Stunde bedeutet. Zellen, die das Hämatochrom in der Mitte zusammengeballt hatten, plasmolysierten schon in tieferen Konzentrationen (vgl. Howland 1929, S. 176; Laué 1938, S. 204).

Die von Laué im Dampfraum über 1,4 Mol NaCl mit NaCl als Plasmolytikum gefundenen Sz<sub>g</sub>-Maxima betrugen 3,2—3,3 Mol<sub>v</sub>, was 177—185 Atm. entspricht. Nach mehr als 6 Stunden Unterbilanz flachten sich bei meiner Versuchsanordnung die Zellen bandförmig ab und waren nicht mehr plasmolysierbar; nach kurzem Wässern hatten sie die ursprüngliche Form und die Plasmolysierbarkeit wieder zurückerlangt, doch konnte ich kein weiteres Ansteigen von Sz<sub>g</sub> beobachten.

Für vereinzelte, in Tab. 8 enthaltene Pflanzen liegen Szg-Messungen in Unterbilanzversuchen vor bei Meier S. 62, Simonis S. 201 und A. Müller. Meier fand (mit KNO3) an Topfexemplaren von Primula Auricula, die nicht begossen wurden und dem Wind ausgesetzt waren, in 6 Tagen ein Ansteigen von 10,3 auf 23,4 Atm., während der Anstieg in meinen Versuchen in 16 Tagen bedeutend geringer war (4,0 Atm.). An Topfpflanzen von Sanguisorba minor beobachtete Simonis ebenfalls ein höheres Maximum (37,2 Atm.) und einen stärkeren prozentualen Anstieg (101 %), als meine Untersuchungen an abgeschnittenen Blättern ergeben hatten (Maximum 28,1 Atm., Anstieg 47 %). In den Austrocknungsversuchen von A. Müller mit abgeschnittenen Blättern von Helleborus stieg der Szg-Wert (Rohrzucker) der Palisaden im August in 2 Tagen von 31,8 auf 32,8 Atm. In meinen Versuchen stieg Szg der Palisaden in Blättern, die in Glasschalen vor dem Fenster bei -3 bis -5°C welkten, in 3 Tagen von 29,9 auf 58,9 Atm. Einen stärkern Szg-Anstieg (8,8 Atm.) als A. Müller (5,75 Atm.) konnte ich auch in den Blättern von Funaria feststellen.

Drei Pflanzen in Tab. 8 können ferner verglichen werden mit Sin-Maxima, die im Verlaufe von Trocken- oder Kälteperioden an Freilandpflanzen gewonnen wurden, wobei natürlich zu berücksichtigen ist, dass bei der Einzelzelle Sin-Szg ist, dass es sich aber bei Sin um Durchschnittswerte sämtlicher Blattgewebe handelt. Walter (1931, S. 86) beobachtete bei Syringa vulgaris ein Sin-Maximum von 25,5 Atm. (mein Szg-Maximum 29,4 Atm.), bei Chelidonium majus (S. 85) im Winter ein solches von 15,7 Atm. (mein Szg-Maximum 22,9 Atm.). Einen ausserordentlich hohen Sin-Wert von 61,9 Atm. durch Kälteeinfluss konnte von Michaelis (1934, S. 236) in den Blätttern von Rhododendron ferrugineum bestimmt werden (mein Szg-Maximum 61,1 Atm.).

## 2. Sz<sub>g</sub> steigt bei Unterbilanz unregelmässig an.

Hierher stelle ich abgeschnittene Laubblätter oder Blüten, deren Epidermen im Verlauf der Unterbilanz Sz<sub>g</sub> steigen und fallen liessen, deren Endwert aber den Anfangswert überragte. Nach dem Kurvenverlauf lassen sich folgende Gruppen unterscheiden (vgl. Tabelle 9).

Gruppe I: Szg sinkt anfänglich und steigt nachher an.

- » II: Sz<sub>g</sub> steigt anfänglich und sinkt nachher.
- » III: Sz<sub>g</sub> steigt an mit lokalen Depressionen.

Den Uebergang zu Tabelle 9 bilden Sambucus nigra und Chenopodium Bonus Henricus, deren aufsteigende Kurve nur eine kleine Depression aufweist.

Bei Sambucus nigra konnte Laisné (1939, S. 399) ein ähnliches Verhalten der Si<sub>n</sub>-Kurve beobachten.

Tabelle 9.

 $\mathrm{Sz}_{\mathrm{g}}$  steigt bei Unterbilanz unregelmässig an.

Die Szg-Werte (in Atm.) beziehen sich auf die obere Epidermis abgeschnittener Blätter.

		-					2	Woute	door					Γ
əđo		ngs- rt				-	2070	Szg-weite nach			<i>y</i> 8.			
dna	Pflanzen	ntai wei	203	Stunden		1				Tagen				
9		.A ≪1	21/2	2 6	24	67	8	2	9		<u> </u>	6	10	Ξ
	Alyssum Alyssoides	15,1	1	 	1	14,6	1	19,8	Z.E	1	1	30,4	+	
ì	Antirrhinum majus	19,1	  -		1	1	1		13,5	1,		<u>.</u>	1	13
	Saxifraga decipiens <sup>1</sup>	15,1		1	<u> </u>	<u> </u>	1	1	1	10,6	1	1		13,5
П	Polygonum Persicaria	17,2	1	1	1	1	30,4	23,8	22,5	Ī	1	1	21,8	1
	Sambucus nigra	一	4,9 13,1	1 14,5	5 19,4	25,9	1	I	1	1	1	28,1	1	+
		13,8	  -		1	1	1	1	1	1	1	52,0	i	1
Ш	is	27,2	<u>                                     </u>		1		1	32,7	1	1	1		28,1	1
	Beta vulgaris	21,0 -	1 1	1 1	1 1	23,4	18,4	1 1	1 1	18,0 18,0	17,6	23,8	29,0	1+
91			-	Szg-W	Szg-Werte nach	lch					15	w	zu	-85
ldnı	Pflanzen			L	Tagen	10			Unte	Untersuchungszeit	gszeit	Here simu asta	Mer ffere	iwei nsin ner
e		12 1	14   17	19	20	55	24	25				Max	Di	IA
	Alyssum Alyssoides	1		1	1	i i i	1	1	15.	-25	25.12.38	15,3		15,3
T	Antirrhinum majus	1		22,2	+	1	1	1	10.	-1	30.11.38	3,1	-	3,1
	Saxifraga decipiens	15	-   2,6]	1	1	<u> </u>	15,5	+	27.10.		-21.11.38	0,4	_	0,4
Π	Polygonum Persicaria	+		1		AT .	1	1	က	-15.	9.38	13,2		4,6
	Sambucus nigra		1.	 	1	1.	1	1	က	-14.		16,3	=	6,91
	Phyllitis Scolopendrium	24,2 24	24,6		1	25,4	+	1	بن :	-29.	7.39		<del></del>	9,1
	Pachysandra terminalis	20 7 24	21.2	+   c <sub>0</sub>	1		1	1	11.	-50°.1	0 28	14,3	13	14,00 0,00
	Chenopodium Bonus Henricus				1	1	1	1		-17		10,6		9,01
	1 Spross. 2 Zellen tot.	7	_										-	

## b) Der Endwert ist nur wenig höher als der Anfangswert.

a) Bisherige Untersuchungen.

Nach den bisherigen Untersuchungen finden sich geringe Szg-Schwankungen meist bei Pflanzen, deren Wasseraufnahme auch in Trockenzeiten durch tiefe Wurzeln gesichert und deren Transpiration eingeschränkt ist (Härtel, S. 55: Onosma Visianii, Dorycnium germanicum, Sanguisorba minor, Teucrium chamaedrys und T. montanum), ferner bei Pflanzen, die, durch ihren schattigen Standort geschützt, keiner Anpassung an Unterbilanz bedürfen (Simonis, S. 205: Sanicula europaea, Asarum europaeum, Anemone Hepatica, Oxalis acetosella und Impatiens parviflora), ebenso bei Sukkulenten (Gehler: Sedum Telephium) oder Pflanzen, die in Knollen oder andern Pflanzenteilen Wasser zu speichern vermögen (Gehler bei Iris germanica, Dahlia variabilis, Chrysanthemum indicum und Tussilago Farfara) und bei Blüten von Frühblühern (Gehler: Jasminum nudiflorum, Forsythia suspensa, Primula acaulis).

Auf Grund kryoskopischer Untersuchungen zeigen geringe Sin-Schwankungen Schattenpflanzen, Sukkulente und einzelne Halbschatten- oder Sonnenpflanzen mit ausgeglichenem Wasserhaushalt und relativ hygromorphen Blättern (vgl. Walter 1931, J. Braun-Blanquet und H. Walter 1931, A. Pisek und E. Cartellieri 1931).

## $\beta$ ) Eigene Messungen.

In meinen in Tabelle 10 dargestellten Messungen habe ich Pflanzen zusammengefasst, deren Ansteigen oder Fallen 2,5 Atm. oder 27 % nicht überschritt, und zwar unter I fortwährendes schwaches Steigen, unter II erst schwaches Steigen, dann Fallen, unter III erst schwaches Fallen, dann Steigen.

Geringe Schwankung in der Laubblattepidermis fand ich bei der Schattenpflanze Arum maculatum, bei den Tiefwurzlern Carlina vulgaris, Lupinus albus, Rumex acetosa (das ausgegrabene Exemplar wies eine Wurzel von 122 cm Länge auf), ferner bei Campanula persicifolia, welche dichte Rasen bildet und ein reichverzweigtes, wenig tiefgehendes Wurzelsystem besitzt, und endlich noch bei Nicotiana Tabacum, deren Wurzelsystem nur wenig ausgebildet ist, deren Kultur aber feuchten Boden verlangt.

Bei den vergänglichen Perianthblättern sind keine grösseren osmotischen Anpassungen zu erwarten; dies gilt in besonderem Masse für Pflanzen, die in Knollen oder Zwiebeln (*Tulipa Gesneriana*, *Colchicum autumnale*, *Leucojum vernum* und *Crocus sativus*) oder auch in fleischigen Blütenböden (*Chrysanthemum Leucanthemum*; vgl. Gehler, S. 75) Wasser speichern können.

Tabelle 10.
Pflanzen mit geringer Aenderung von Szg. (Szg-Werte in Atm.)

		D			-			ľ			l	
90		Versuch	1		-83			Szg-V	Szg-Werte nach	ach		
ldna	Pflanzen	ausgeführt	Unter Ge	Untersuchtes Gewebe	nsła 119W	Stunden	den		[	Tagen		
อ		an T			ιĄ	8	24	63	හ	4	5	9
	Carlina vulgaris	Abg. B.	0.E.		9,01	Ī	1	1	1	1	1	11,5
$\Gamma$	Lupinus albus	Abg. B.			13,5	ī	14,1	1	1	1	1	1
	Tulipa Gesneriana	Abg. Bl.	I.E.P.	E. Perig. 1	20,5	ľ	ī.	1,	21,0	1	ı	1
	Rumex Acetosa	Abg. B.			17,2	10		18,4	3	1 -	1	18,0
F	Arum maculatum	Abg. B.	C   E   E   E   E   E   E   E   E   E	Kronh 2	0,0 1,0	9,1	ار ان	ا وُر	121	+ 1	112	1-1
1	Colchicum autumnale	Abg. Bl.	田田	erig.	12,5	1	13,5	- 1	12,5	12,5	;+	I
	Leucojum vernum	Abg. Bl.	I. E. Perig.	erig.	10,6	1		12,5	1	1	1	ı
	Campanula persicifolia	Abg. B.	0.E.		19,5	·Ĺ	1	1	1	1	1	18,7
H	Nicotiana Tabacum	Abg. B. Abg. Bl.	O. E.   I. E. Perig.	erig.	7,6	1 - 1	16,9	6,7	16,9	16,5	1+	8,5
91			Szg-Werte nach	te nach				0			Gesamt-	1
ddnı	Pflanzen	,	Tagen	en			Unt	Untersuchungs- zeit	-sgun	100	änderung	ng
Ð		7 8	6	12	15	16				Atm.	n.	0/0
	Carlina vulgaris		1.	1	12,5	+	က်	- 19.	19.10.38	+		+17,9
1	Lupnus albus	10,8 22,5 +	+ 1	1 1	ΙΙ	11	15. 25. 4	4.— 3.	3. 5.39	++ 2, 2, 3, 6,		+17,0 +11,3
<u> </u>	Rumex Acetosa	. 18,0	18,0	17,5	+	1	ij	- 16.		- 1	6	+11,0
11	Arum maculatum	10.3	1 1	1.1	1.1	11	 11	9. 19.19.1	. 5.39 .11.38	 	40	-26,4 +8.7
	Colchicum autumnale	11,5		1:1:	1 1		16. 13.	_21.		++		+8,0 +17,9
	Campanula persicifolia	1,5 <sub>0</sub> 1,200 1,100 1,100			19,8	+ 1	1. 4. %		27.11.38 12.10.38	++		+1,6 +11,8
<i>-</i>	Crocus samous	 			l	l	; —	0	.11.90	_	۲ -	t, 1
	<sup>1</sup> Innere Epidermis des Perigons. <sup>2</sup> Untere Epidermis des Kronblattes.	Kronblattes.										

Durch tiefen Anfangswert zeichnen sich die Schattenpflanze Arum sowie Nicotiana aus. Die längste Lebensdauer besassen die Blätter von Carlina und Campanula.

## c) Der Endwert von Szg liegt deutlich unter dem Anfangswert.

a) Bisherige Untersuchungen.

Wie schon S. 60 erwähnt wurde, mehren sich in neuerer Zeit die Angaben über Pflanzen, die bei Unterbilanz fortwährendes oder zeitweises Sinken von Sz<sub>g</sub> aufwiesen. Gehler (1930, S. 79) beobachtete in 65 Unterbilanzversuchen dreimal ein Fallen von Szg in den Kronblättern von Dianthus Caryophyllus, Jasminum nudiflorum und Chrysanthemum indicum. Beck (1930, S. 79) fand in welkenden Blättern von Hedera Helix hin und wieder eine Szg-Abnahme in der Epidermis, während die Palisaden und das Schwammparenchym eine Zunahme aufwiesen. Simonis (1936, S. 200) untersuchte bei einer Reihe Sumpf-, Schatten-, Hartlaubpflanzen und Xerophyten das Verhalten von Szg der obern Blattepidermis bei Unterbilanz und fand bei allen Ansteigen, mit Ausnahme von Sanicula europaea, welche bei steigender Bodentrockenheit ein schwaches Sinken von Szg aufwies (204). Härtel (1936, S. 13) verfolgte den Jahresgang von Szg der obern Blattepidermis von Pflanzen eines xerothermen Standortes und beobachtete in Trockenperioden meist Ansteigen. Einzig Hieracium Pilosella erniedrigte in Trockenzeiten den Szg-Wert und liess ihn bei Regen wieder ansteigen. Merkt (S. 33) fand bei Austrocknungsversuchen im Schwammparenchym und den Palisaden der Nadeln von Taxus sowie im Assimilationsparenchym von Pinus und Picea stets Sinken von Szg, gleichgültig ob die Versuche mit einzelnen Nadeln, mit Zweigen oder mit eingetopften Pflanzen ausgeführt wurden. A. Müller beobachtete an eingetopften Helleboruspflanzen mit Abnahme der Bodenfeuchtigkeit in allen Blattgeweben ein Ansteigen von Szg, wenn die Pflanzen in diffusem Tageslicht aufbewahrt wurden, dagegen ergaben Pflanzen, die auch direktes Sonnenlicht erhielten, nur ein Ansteigen im Schwammparenchym und in den Palisaden, während die Epidermen Szg sinken liessen. An abgeschnittenen Helleborusblättern mit und ohne Blattstiel erfuhren bei fortschreitender Austrocknung ebenfalls nur Schwammparenchym und Palisaden eine Szg-Erhöhung, während die Epidermen eine Erniedrigung zeigten.

Unter den zahlreichen Si<sub>n</sub>-Messungen traten ebenfalls vereinzelte Ausnahmen auf mit Sinken von Si<sub>n</sub> bei Unterbilanz. Als Beispiel führe ich die von Walter (1931, S. 108) untersuchten Wüstenpflanzen Fouquiera splendens, Jatropha cardiophylla sowie verschiedene Opuntien an; in Trockenperioden zeigten sie nach anfänglichem Ansteigen ein Abfallen der Si<sub>n</sub>-Werte. Gleichzeitig begannen die Blätter, resp. Sprosse

Tabelle 11. Pflanzen mit fortwährendem Sinken von  $\mathrm{Sz_{g}}$ . ( $\mathrm{Sz_{g}} ext{-Werte}$  in  $\mathrm{Atm.}$ )

			-s.	Szg-Werte nach	
Pflanzen	versuen ausgeführt	Untersuchtes	gnst J19w	Tagen	
	an		1 1 8 6 8 6 8 6 8 6 8 6 8 6 8 6 8 6 8 6	4 5 7 8	9 10 13
Bannuculus Flammula	Topfpfl.	0.E.B.	_   -   6,7   -	1.	
Ranunculus Flammula	Abg. B.	0.E	9 <sup>'</sup> 2	9,7	  -
Ranunculus Flammula	Abg. B.	U.E.	1 1	0, - 6, - 88	 
Ranunculus Flammula	Aug. D.	railsaueil		2	
Menyanthes trifoliata	Topfpfl.		9,1	- 8,5	1 1
Menyanthes trifoliata	Abg. B.	o :	0,00	)     	7 3 + 0,3
Menyanthes trifoliata	Abg. B.	.±.∪	8,0	 	
Asplenium Ceterach	Abg. B.	0.E.	17,2	- 13,5	11,8
Narcissus moticus	Abg. Bl.	0. E. Perig.	16,2	 	
Narcissus poeticus	Topfpfl.	0. E. Perig.	18,7 - 13,810,6 -	7	- + 6.2
Lilium tigrinum	Abg. Bl.	I. E. Perig.	30,4 26,4 — 26,4 21	21,8 +   -   -	1
	Szg	Szg-Werte nach			Gesamt-
Pflanzen		Tagen	Untersuchungs-	Erniedrigung pro Tag	amplitude
	14 15	17   18   21   44	<u> </u>		Atm. %
P. P			14 699 6 39	0.44	6.1 57.5
Ranunculus Flammand				0.47 (bzw. 1.65)	
Ranunculus Flammula					17.7
Ranunculus Flammula	  -  -			ر در و	H, 2
Ranunculus Flammula	<u>.</u> 1	1	1	0,0	
Menyanthes trifoliata	1	-   -   +   9.9	1	0,21	3,5
Menyanthes trifoliata	    -	1	1	0,22	
Menyanthes trifoliata	     		- 24.6.— 4.7.39	0,13	
Asnlenium Ceterach		+   9,4   7,9   +	- 6.7.—19.8.39	0,44	9,3 54,1
Newstans mostions			- 25.5.—29.5.39	0.7	2,1 12
Narciscus poeticus	1	- 1	- 26.5.— 5.6.39	1,2	10,8 57,7
It at cessure poeticus			٠	, c	
	COLUMN TO SERVICE STATE OF THE PARTY OF THE	The second secon			

zu vergilben, sie wurden entleert und zeigten vor dem Absterben die niedrigsten Si<sub>n</sub>-Werte. Volk (1931, S. 176) fand bei *Euphorbia Gerardiana* sowie (1937, S. 129) in den Blättern von *Hippocrepis comosa, Asarum europaeum* und *Lathyrus vernus* bei Unterbilanz ein Sinken der Si<sub>n</sub>-Werte; darauffolgende Regenfälle bewirkten ein Ansteigen.

## $\beta$ ) Eigene Messungen.

In Tabelle 11 sind die Beispiele mit fortdauerndem Sinken zusammengestellt, in Tabelle 12 jene mit zeitweiliger, lokaler Erhöhung.

## 1. Sz<sub>g</sub> fällt bei Unterbilanz fortwährend.

Hierher gehören nach Tabelle 11 zunächst die Sumpfpflanzen Ranunculus Flammula und Menyanthes trifoliata. Bei Ranunculus sinken alle untersuchten Blattgewebe. Die Topfpflanze hat, wie zu erwarten war, eine längere Lebensdauer als das abgeschnittene Blatt, damit ist auch eine stärkere Erniedrigung in Atm. und Prozenten verbunden. Aehnliches gilt für Menyanthes, lässt sich aber nicht generalisieren, da Hydrocotyle, wie wir in Tabelle 8 gesehen haben, bei Unterbilanz ein fortwährendes starkes Ansteigen aufweist.

Gleichmässiger scheint sich  $\mathrm{Si}_n$  zu verhalten, indem nach Müller-Stoll (1938, S. 360) sein Sinken an weniger feuchten Standorten für Sumpf- und emerse Wasserpflanzen ein allgemeines Charakteristikum bildet. Da Wasserverlust  $\mathrm{Si}_n$  rein physikalisch zum Ansteigen bringen muss, ist hier das Sinken von  $\mathrm{Si}_n$  besonders auffallend und weist auf ein parallel gehendes stärkeres Fallen von  $\mathrm{Sz}_g$  hin.

Merkwürdigerweise zeigt das gleiche Verhalten wie die beiden Wasserpflanzen auch Asplenium Ceterach, ein austrocknungsresistenter Xerophyt (Rouschal, 1938, S. 305), der unter den Pflanzen der Tabelle 11 naturgemäss die grösste Lebensdauer aufweist. Diesen beiden so verschiedenen ökologischen Gruppen ist übrigens gemeinsam, dass osmotische Schutzmittel gegen zu starken Wasserverlust überflüssig erscheinen, das eine Mal, weil ein Austrocknen nicht zu befürchten ist, das andere Mal, weil es schadlos ertragen wird.

Den Versuchspflanzen Narcissus poeticus und Lilium tigrinum begegneten wir schon in Tabelle 8. Verschiedene Epidermen zeigen hier ein ganz verschiedenes Verhalten: die Laubblattepidermis steigt bei Unterbilanz an, während gleichzeitig die Epidermis der Perigonblätter sinkt. Die Sinkgeschwindigkeit von Szg der Perigonblätter war bei Narcissus grösser, bei Lilium kleiner als die Steiggeschwindigkeit in den Blättern. Bei Narcissus, wo Topfpflanzen und abgeschnittene Blüten zur Untersuchung gelangten, zeigte die Topfpflanze einen viel stärkeren Ausschlag, zum Teil, weil die Sinkgeschwindigkeit viel grösser war, zum Teil, weil die Pflanze länger am Leben blieb.

 ${\it Tabelle~12.}$  Pflanzen mit unregelmässigem Fallen von Szg bei Unterbilanz. (Szg-Werte in Atm.)

Pflanzen         um         n         n         n         n         dus         n         um         umade         n         umade         n         n         umade	ss ss ss fft. B.	21 12 2 4 9 9 7 7 7 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	-82ashaA 11 84 82 81 82 80 0 1 7 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Stunden    24   42     25 4   42     13,5       13,5       13,5       13,5       13,5       13,5       13,5       13,5       25,0       13,9   23,8     13, -26,     13, -26,     14,     14,     14,     14,     15,0     15,0     16,0     17,0     18,0     19,0	Szg	Szg-Werte nach  2 3 4  8,9 — — — — — — — — — — — — — — — — — — —	gg O T T D D D D D D D D D D D D D D D D D	4 4 w v v w   n	6 8 6 7,6 — 41,0 — 41,0 — — — — — — — — — — — — — — — — — — —
Taxus baccata	11,8	1 1 +	f	15. —28. 11. — 7. 11. —22. 1. —13.	7.39 5.39 5.39 4.38	1,1 0,6 3,2	- 01 <b>9</b> 01	<del>H</del>	8,0 7,2 2,0 13,8

## 2. Sz<sub>g</sub> fällt bei Unterbilanz unregelmässig.

Bei den ersten 5 Objekten der Tabelle 12 stieg Sz<sub>g</sub> anfangs schwach an, um dann bedeutend zu fallen. Bei den folgenden Pflanzen war das Verhalten unregelmässiger; besonders in der obern Laubblattepidermis von Helleborus foetidus sank Sz<sub>g</sub> während der ersten 11 Stunden vom Anfangswert 20,6 auf 18,7 Atm., um dann zum Maximum von 23,8 Atm. anzusteigen und hierauf bis zum Endwert von 10 Atm. zu fallen.

Weitaus den höchsten Anfangs- und Endwert besitzt das Assimilationsparenchym von *Picea*, das sich überhaupt durch hohe Sz<sub>g</sub>-Werte auszeichnet (Merkt, 1938) und zudem im kalten März bei einer Aussentemperatur von —3°C aus dem Garten geholt wurde. Das Verhalten von *Picea*, wie auch jenes von *Taxus* in meinen Versuchen deckt sich mit den Resultaten von Merkt (S. 33), der bei Austrocknungsversuchen in den gleichen Geweben ebenfalls stets Sinken fand.

Das Verhalten von Apium nodiflorum bei Unterbilanz stimmt mit dem der meisten übrigen von mir untersuchten Sumpfpflanzen überein.

Colchicum autumnale, Crocus sativus, Arum maculatum und Helleborus foetidus waren schon in den Tabellen 8 oder 10 aufgetreten. Von Colchicum und Crocus wiesen die Perigonblätter abgeschnittener Blüten, im Gegensatz zu den Topfpflanzen, nur geringe, allerdings ebenfalls unregelmässige Sz<sub>g</sub>-Aenderungen auf; dagegen zeigten die Laubblätter von Crocus (Tabelle 8) deutliches Ansteigen. Bei Arum unterschied sich die untere Epidermis (Tabelle 10) durch eine bedeutend geringere Sz<sub>g</sub>-Aenderung von der obern Epidermis. In den Blättern von Helleborus wurde ein deutliches Ansteigen von Sz<sub>g</sub> der Palisaden beobachtet (Tabelle 8), während die obere Epidermis sinkt.

Ueber die Tages- und Jahresperioden von Sz<sub>g</sub> einiger unter c) genannter Pflanzen orientieren die Untersuchungen von Merkt und von Bauer. Nach Merkt zeigten Picea und Taxus normale Tagesperioden; im Jahresverlauf stiegen die Sz<sub>g</sub>-Mittel vom Januar bis zum März bzw. April an, um hierauf während der Monate Mai und Juni sehr stark und Juli schwächer zu fallen (S. 58). Als Ursache des Sz<sub>g</sub>-Anstieges während des Winters wird eine Zunahme des Zuckergehaltes vermutet. Nach Bauer wies auch Ranunculus Flammula eine normale Tagesperiode auf, dagegen verlief sie bei Menyanthes mit einem Minimum am Nachmittag spiegelbildlich.

Als Ursache des Sinkens von Sz<sub>g</sub> oder Si<sub>n</sub> bei zunehmender Unterbilanz finde ich z. B. folgende Vermutungen angegeben: für Blätter vor allem Hemmung der Assimilation bei Fortdauer der Atmung (Härtel, 1936, S. 13, Müller-Stoll, 1938, S. 367, Volk, 1937, S. 133, Kostytschew, 1931), ferner Eiweissabbau mit Entleerung der Blätter (Walter, 1931, S. 108), gehemmte Nährstoffaufnahme aus dem Boden (Müller-Stoll, 1938, S. 367).

## B. Unterbilanz in Lösungen.

a) Bisherige Untersuchungen.

Ueber das Verhalten von Algen in Lösungen von verschiedenem osmotischen Wert kann die Zusammenfassung bei Oltmanns (1923, 3, 350) nachgesehen werden, der allerdings von «Turgor» spricht; weitere Literatur bei Bächer (S. 45).

Den Einfluss der Konzentration der Kulturflüssigkeit auf Sz<sub>g</sub> der Blätter von *Elodea canadensis* zeigen die Untersuchungen von Bächer (S. 104). Der Sz<sub>g</sub>-Wert stieg mit der Konzentration der Aussenlösung; in den niederen Konzentrationen von 0,05 und 0,10 Mol werden die Maxima am 4. bzw. 5. Tage erreicht, in den höheren Konzentrationen erst am 7. Tage. Bei längerer Versuchsdauer sank der Sz<sub>g</sub>-Wert wieder in allen Konzentrationen.

#### $\beta$ ) Eigene Messungen.

Zur Untersuchung gelangten (vgl. Tabelle 13) die Submersen *Elodea* canadensis und eine Spirogyra mit einem Band, die ich aus dem Bassin in bedeckte Glaszylinder von 400 cm³ mit Rohrzucker- oder NaCl-Lösungen von 0,2—0,35 Mol übertrug. Die Lösungen wurden alle 2 Tage erneuert. Als Plasmolytikum diente stets Rohrzucker.

Bei Elodea untersuchte ich die Oberseite in der Blattmitte zwischen Rand und Nerv. Die Szg-Aenderung war die übliche: erst starkes, dann schwächeres Ansteigen, das zuletzt in leichtes Fallen übergehen kann; dabei sehe ich von kleinen, unregelmässigen Schwankungen ab. In höheren Rohrzuckerkonzentrationen stieg Szg stärker an als in schwächeren, dasselbe gilt für NaCl. Dagegen erfolgte der Anstieg von Szg in den Zellen von Elodea bei gleicher Saugkraft der Lösungen von 9,4 bzw. 9,7 Atm. in NaCl rascher als in Rohrzucker, so dass in 2 Tagen in NaCl 18, in Rohrzucker aber nur etwa 15 Atm. erreicht wurden, was mit dem Permeieren von NaCl zusammenhängen dürfte. Allerdings blieb die Pflanze in Rohrzucker bedeutend länger am Leben, so dass in Rohrzucker das erreichte Maximum doch höher lag (19,8 statt 18,0 Atm.). Im Maximum sah ich in einer NaCl-Lösung von 14,1 Atm. das Elodeablatt in etwas über 2 Tagen von 10,3 auf 23,8 Atm. ansteigen. Sofortiges Uebertragen in noch stärkere Konzentrationen (bis 0,5 Mol Rohrzucker und NaCl) ergab keinen höheren Anstieg, da die Zellen rascher abstarben.

Die Spirogyra übertrug ich zunächst in eine Rohrzuckerlösung von 6,7 Atm. Der Anstieg erfolgte, von kleinen Schwankungen abgesehen, nach dem gleichen Schema wie bei Elodea. Nach 28 Stunden wurden Fäden aus der Lösung von 6,7 Atm. in eine stärkere von 9,7 Atm. eingelegt. Die Lebensdauer war in beiden Konzentrationen dieselbe, der

Anstieg in der höhern Konzentration natürlich kräftiger (auf 17,6 statt 15,1 Atm.).

Nachdem der Halophyt Beta maritima (Tabelle 13) sowie auch Rumex maritimus (Tabelle 8) bei Unterbilanz in trockener Luft bereits deutliche  $\mathrm{Sz_g}$ -Anstiege ergeben hatten, brachte ich nun in Parallelversuchen mit Blättern von Beta maritima (die aber einen Monat auseinanderliegen, woraus der Unterschied in den Anfangswerten resultiert), die einen in trockene Luft, die andern tauchte ich mit der Schnittfläche des Stieles in eine NaCl-Lösung von 18,8 Atm. Saugkraft. Während in 11 Tagen in trockener Luft  $\mathrm{Sz_g}$  auf 29,4 Atm. angestiegen war, was immerhin 246 % ergibt, erreichte das in NaCl stehende Blatt in der gleichen Zeit 106 Atm. und starb dann allerdings ab. Dieser enorme Anstieg von 628 % dürfte mit der Aufnahme und Speicherung von NaCl zusammenhängen, wie es für Halophyten schon mehrfach nachgewiesen wurde (vgl. Montfort, 1926, Stocker, 1933, Repp. 1939, Steiner, 1939).

#### C. Unterbilanz im Dampfraum.

Sporen von Aspergillus glaucus liess ich über verschiedenen Konzentrationen von NaCl auskeimen; Gelatine, die auf der Innenseite von Glasdeckeln kleiner Schalen von ca. 12 cm³ Inhalt in dünner Schicht aufgetragen war, diente als Kulturmedium. Die mit Vaselinedichtung verschlossenen Schalen enthielten je 10 cm³ einer NaCl-Lösung von 0—5,0 Mol NaCl (337 Atm.). Die Sporen keimten über 0—4,1 Mol (250 Atm.) gut aus, und überall fanden sich Konidienträger. In höheren Konzentrationen nahm die Zahl der ausgekeimten Sporen stark ab, und in 4,5 Mol (287 Atm.) hatten nach 5 Monaten von ca. 500 Sporen noch 6 Hyphen ausgebildet, die aber so dünn und fein waren, dass es mir nicht gelang, Plasmolyse zu beobachten, weder mit Rohrzucker, noch mit LiCl. Auf Grund dieser Versuche kann also nur geschlossen werden, dass Sz<sub>n</sub> in diesen vereinzelten Hyphen bis auf mindestens 287 Atm. anzusteigen vermochte, und dass Sz<sub>g</sub> mindestens gleich gross gewesen sein muss.

Walderdorff (1924, S. 96), welche die Keimfähigkeit von Pilzsporen in verschiedenem Dampfdruck untersuchte, fand keimende Sporen von Aspergillus sulphureus und Penicillium noch über 4 Mol NaCl (241 Atm.), von Absidia glauca über 3,1 Mol (170 Atm.). Nach Walter (1924, S. 405) liegen bei Schimmelpilzen die höchsten Grenzwerte des Wachstums bei 220 Atm.

Tabelle 13.
Unterbilanz in Lösungen.
(Szg-Werte in Atm.)

	1								17,000	2	-s.				Szg	Szg-Werte nach	nach			
Lösung	Konzei	Konzentration			Pflanzen	en			ausgeführt	ührt	gasl					Stunden	en			
	Mol	Atm.							an		nA	63	4	9	<u>∞</u>	10	12	14	16	18
Rohra	0.95	6.7	F.70	dea c	Flodea canadensis	nsis			Spross 1	1	9.7	10.3	11.2	10.9	11.2	10.9	10.6	I 	. 1	1
Rohrz	0.35	9.7	Elo	dea c	Elodea canadensis	nsis			Spross	82	9,7	•				-	-	1	1	1
NaCl	0,5	9,4	Elo	dea c	Elodea canadensis	nsis			Spross	38	10,3			11,2	1		-1	14,5	15,1	15,1
NaCl	0,3	14,1	Elo	dea c	Elodea canadensis	nsis			Spross	SS	10,3	13,5	14,8	16,2	16,9	18,4	18,7	19,1	19,1	18,0
Rohrz.	0,25	6,7	Spi	Spirogyra	a spec.		•		Zellfaden	nden	11,8	1	1	11,5	1	1	1	1	1	1
Rohrz.	0,35	2,6	Spi	Spirogyra	a spec.	.;	•		Zellfaden	nepa			Nach	28 Stu	nden	ans 0	28 Stunden aus 0,25 eingelegt	ngele	gt	
NaCl	0,4	18,8	Bet	a mar	Beta maritima	•			Abg. B. 2	B. 2	14,5	_	1	1	1	1	<u> </u>	1	1	<u> </u>
In trockener Luft	aft		Bet	Beta maritima	itima		•		Abg. B.	B.	8,5	1	1	1	1	1	Ŀ	1	1	1
									Sz	Szg-Werte nach	te nack								Ges	Gesamt-
Pflanzen	nez				32	Stunden			7		P			Tagen					ans	anstieg
			24	56	28	38	52	73	75	4	<b>1</b> G	7	<b>∞</b>	6	10	11	14	15	Atm.	0/0
Elodea canadensis	sisis.				12.2	1	- 1	12.8	1		- 1	1	15,8	1		1	15,5	+	6,1	62,8
Elodea canadensis	ensis .	•	1	13,8	1	1	1	1	16,2	1	1	1	19,8	1	1	ī	18,4	+	10,1	104,1
Elodea canadensis	ensis.	•	17,9	1	İ	17,6	18,0	+	1	1	1	1	1	I	1	1	ī	1	7,7	74,7
Elodea canadensis	ensis.	•	8,12	1	1	23,4	23,8	+	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13,5	131,1
Spirogyra spec.			1	1	13,8	1	1	13,1	1	1	1	15,1	Ī	15,1	+	ľ	1	1	က်	27,9
Spirogyra spec.	.c.		1	1	13,8	1	i	1	15,8	1	1.	17,2	1	17,6	+	1	1	1	5,8	49,1
Beta maritima		•	1	1	I	1	ı	1	Ī	1	58,9	84,4	1	105,5	+	1	1	1	91,0	627,6
Beta maritima		•	L	I	I	1.	Ī	1.		15,1	1	1		ı	1	29,4	+ 7		50,9	245,8
1 Blattoherseite 2 Obere Enidermis.	2 Ober	Enider.	— <u>.</u>				1 7 2													
DIGGOOD OF SOLECT	1	Thirds o	uito.																	

## D. Verhalten von Szg in verschiedenen Geweben desselben Organs.

Von mehreren Autoren wurde schon darauf hingewiesen, dass die verschiedenen Gewebe eines Blattes im turgeszenten Zustande nicht die gleichen Szg-Werte aufweisen. Von den untersuchten Geweben wurden in den Palisaden die höchsten, in den Epidermiszellen, besonders der Blattunterseite, die niedrigsten Werte gefunden (vgl. Blum, 1916. Beck, 1927). Bei Unterbilanz können sich, wie schon S. 11 erwähnt wurde, die Differenzen noch vergrössern (Ursprung und Blum, 1919, S. 454; Beck, 1930, S. 73).

Gewöhnlich verfolgte ich nur die  $Sz_g$ -Aenderung der obern Epidermis. Die Fälle, in denen verschiedene Gewebe desselben Organs

untersucht wurden, sind in Tabelle 14 zusammengestellt.

Man bemerkt, dass bei *Helleborus* die Epidermis fällt und gleichzeitig die Palisaden stark ansteigen, wodurch die anfängliche Differenz bedeutend erhöht wird; für die Funktion der Epidermis als Wasserspeicher kann ein solches Verhalten nur vorteilhaft sein. Auffallend ist bei *Arum* und *Menyanthes* das verschieden starke Fallen der obern und untern Epidermis.

Die verschiedenen Gewebe des Blattes wiesen auch Differenzen auf in der Lebensdauer. Mit Ausnahme von Ranunculus war die obere Epidermis widerstandsfähiger als die übrigen Gewebe.

## E. Verhalten von Sz<sub>g</sub> in der Epidermis verschiedener Organe derselben Pflanze.

Vergleichende Sz<sub>g</sub>-Messungen der Epidermis an Laub- und Kronblättern wurden von Gehler (vgl. Tabelle 29) ausgeführt; unter 37 Fällen war die Krone anfänglich 29mal höher, 3mal gleich und 5mal tiefer. An den Laub- und Kronblättern von Aster chinensis, Ranunculus acer, Dahlia variabilis und Cydonia maliformis wurden die Sz<sub>g</sub>-Aenderungen bei Unterbilanz verfolgt und bei Aster und Cydonia stärkeres Ansteigen im Laubblatt beobachtet, bei Ranunculus im Kronblatt, während bei Dahlia Laub- und Kronblatt sich gleich verhielten (vgl. Tabelle 32). Meist kein Ansteigen von Sz<sub>g</sub> in Laub- und Kronblättern zeigte Chrysanthemum indicum (vgl. Tabellen 33, 34).

Meine eigenen Versuche, die in Tabelle 15 zusammengestellt sind,

ergeben ebenfalls kein einheitliches Bild.

In frischem Zustand wies von den Versuchspflanzen nur Saponaria einen höheren Sz<sub>g</sub>-Wert im Laubblatt auf. Bei Unterbilanz zeigte sie auch als einzige den stärkeren Sz<sub>g</sub>-Anstieg im Kronblatt, ohne aber den Endwert des Laubblattes zu erreichen. Auch in den übrigen Pflanzen lagen die Laubblatt-Endwerte höher als die der Kronblätter. Bei Saponaria und Silene stiegen Laub- und Kronblätter an; bei Crocus, Narcissus und Lilium stiegen die Laubblätter an, während gleichzeitig die Kronblätter abnahmen.

 ${\rm Zz_g~in~verschiedenen~Geweben~abgeschnittener~Blätter.}$   ${\rm (Sz_g\text{-}Werte~in~Atm.)}$ 

		9	. 1	1	+	I	1	ı	I	1	1		Aenderung pro Tag	)	96,0—	49,00	-1,14	-1,2	-0,41	9,0 –	0,3	0,22	-0,13
		20	16,8	1	4,3	1	1	1	9,7	1	8,2		Aenc		1 -	+	1	1	1	1.	1	1	 
r i	Tagen	4	16,4	l	1	+	9,7	1	1	1	1	Differenz	End-/	wert	-10,6	+23,0	7,6 -	- 2,4	- 2,9	- 4,2	- 2,4	- 2,9	- 1,2
Szg-Werte nach		හ	15,8	58,9	4,0	1	1	8,8	Ì	1	1			14		1	i i	1	1	1	1	+	1
Szg-We		67	8'02	1	ľ	2,9	2,6	1	İ	I	ı			13	1	1	i	<u> </u>		1	1	5,9	
		42	23,8		1	1	1	1	1	1	1			12	+			1	1	· 			
	Stunden	24	19,9	41,5	11,2	7,3	I	1	1	1	1	nach		11	10,0	<u>.</u>	1	<u>.</u>		<u>.</u>	i		1
		8		1	- 1	2,6	1	1	l	1	L	Szg-Werte nach	Tagen	10   1	11,0 10		<u>.</u>	The state of the s			- -	· -	+
-8.5	lsangs- tiow		20,6	29,9	10,0	9,1	10,5	12,1	9,4	8,8	8,5	Sz		9 1	<b>-</b>	 			- -	<u>-</u>	+		7,3
	htes			len				len						8	<u> </u>	'   -		<u> </u>	+		7,0	<u> </u>	
	Untersuchtes Gewebe		0. 医	Palisaden	O. E.	U.E.	0.E.	Palisaden	U.E.	O. E.	U.E.			7			1	<u>.</u>	- 9,7		1	- 0,7	
	Pflanzen	×.	Helleborus foetidus	Helleborus foetidus	Arum maculatum	Arum maculatum	Ranunculus Flammula	Ranunculus Flammula	Ranunculus Flammula	Menyanthes trifoliata	Menyanthes trifoliata		Pflanzen		Helleborus foetidus.	Helieborus foetidus.	Arum maculatum	Arum maculatum	Ranunculus Flammula	Ranunculus Flammula	Ranunculus Flammula	Menyanthes trifoliata	Menyanthes trifoliata
Эј	ləds	T	10	∞	- 12	10	H	1	11	H	#	əĮ	abel		10	ο.	12	10	11	Ħ	H	11	Ħ

## F. Verhalten von $Sz_g$ desselben Gewebes in abgeschnittenen Organen und Topfpflanzen.

 $Sz_g$ -Messungen in Unterbilanzversuchen an Blättern eingetopfter Pflanzen und an abgeschnittenen Sprossen oder Blättern derselben Spezies liegen vor bei Vidic (Bellis und Geranium), Merkt (Pinus, Taxus und Picea) und A. Müller (Helleborus). Nach Vidic stieg  $Sz_g$  bei Geranium und Bellis stets an in abgeschnittenen Blättern mit und ohne Stiel, in Blättern an Sprossen, an ganzen ausgerissenen und an eingetopften Pflanzen. Nach Merkt (S. 33) wiesen die 3 Koniferen stets Sinken auf, gleichgültig, ob mit einzelnen Nadeln, mit Zweigen oder mit eingetopften Pflanzen gearbeitet wurde. Nach A. Müller endlich trat in den abgeschnittenen Blättern von Helleborus mit und ohne Stiel in Palisaden und Schwammparenchym ein Ansteigen von  $Sz_g$  auf, in der obern und untern Epidermis ein Sinken, dagegen in den eingetopften Pflanzen in sämtlichen Geweben nur ein Ansteigen, sofern sie, wie die abgeschnittenen Blätter, diffusem Tageslicht ausgesetzt waren.

In den eigenen Versuchen, deren Ergebnisse in Tabelle 16 enthalten sind, zeigten die meisten Pflanzen gleichsinnige Sz<sub>g</sub>-Aenderungen in den abgeschnittenen und eingetopften Exemplaren.

Meist erfolgte gemeinsames Fallen, wobei allerdings die Reaktionsstärke wesentlich verschieden sein konnte. Bei *Colchicum* und vor allem bei *Crocus* hielten sich die abgeschnittenen Blüten bis zum Absterben annähernd konstant, während die Topfpflanzen deutlich abnahmen.

Die Lebensdauer von Blättern und Blüten war bei eingetopften Pflanzen grösser als im losgetrennten Zustand, mit Ausnahme der Blüten von Colchicum, die keine Unterschiede zeigten.

## IV. Aenderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse durch Ueberbilanz.

Nach den älteren Erfahrungen schien Ueberbilanz stets ein Sinken von  $Sz_g$  zur Folge zu haben (Literatur bis 1918 bei Bächer, 1920), neuere Untersuchungen machten uns auch hier mit Abweichungen bekannt. So fand Gehler (S. 106) in ihren Ueberbilanzversuchen (an Zungenblüten von Tussilago Farfara und Aster chinensis) in 45 Messungen 30mal ein Sinken, 11mal ein Konstantbleiben und 4mal ein Ansteigen von  $Sz_g$ .

Selbst für Si<sub>n</sub>, das bei Konzentrationsverdünnung normalerweise ein Sinken erwarten lässt, konnten Ausnahmen festgestellt werden.

Auch meine Ueberbilanzversuche zeitigten keine einheitlichen Resultate. Neben der Grosszahl der Pflanzen mit deutlichem Sinken gab es auch solche, deren  $Sz_g$  sich nur wenig änderte oder gar anstieg.

 ${\bf Zz_g~in~der~Epidermis~von~Laub-~und~Kronblättern~derselben~Pflanze.}$   $({\bf Sz_g-Werte~in~Atm.})$ 

	Pflanzen		Saponaria officinalis Saponaria officinalis	Pflanzen	Saponaria officinalis Saponaria officinalis Silene Armeria Silene Armeria Crocus sativus Crocus sativus Narcissus poeticus Lilium tigrinum Lilium tigrinum
	Organ		Laubblatt Kronblatt Laubblatt Kronblatt Laubblatt Kronblatt Kronblatt Laubblatt Kronblatt Kronblatt Kronblatt Kronblatt	11   12   1	+
i -egnsl -tangs-		A	19,1 10,3 12,2 16,9 15,5 22,5 18,7 22,2 30,4	13   17	
		1		Tagen 7   18	
		¢1	μQ	44	25,9
		ಣ	16,55 10,55 10,6 10,6 26,7 26,7 28,7 28,4 28,4 28,4 28,4	7.1	26,3
SZS		4 5	- 19,8 - 22,9 - 22,9 - 21,4 - 18,7 - 18,7 1,4 1,4 	78	1111+1111
Szg-Werte nach	Tagen	9		En	++ + + + + 1 + 1 + 1
ach .		L		End-/ Anfangswert	++ 5,1 ++ 14,5 + 6,0 + 10,8 + 10,8 - 10,8 - 10,8 - 8,6
		00	222,9		1 11 2 13 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1
		6	22,92 20,2 26,7 + 15,5 - 17,9	pro Tag	+0,46 +1,1 +1,61 +0,75 +0,14 -0,77 +0,52 -1,2 +2,51 -2,15
		10	++  +  +	0 80 80	10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

#### A. Ueberbilanz im feuchten Raum.

Die Ueberbilanzversuche wurden nach der S. 54 beschriebenen Methode ausgeführt.

Meine Versuchsobjekte liessen sich nach dem Verlauf der  $Sz_g$ -Aenderung bei Ueberbilanz in folgende Kategorien einteilen:

- a) Der Endwert liegt deutlich unter dem Anfangswert.
- b) Der Endwert ist nur wenig verschieden vom Anfangswert.
- c) Der Endwert liegt deutlich über dem Anfangswert.

### a) Der Endwert von Szg liegt deutlich unter dem Anfangswert.

### a) Bisherige Untersuchungen.

In den älteren Untersuchungen über das Verhalten von  $Sz_g$  bei Ueberbilanz wurde stets deutliches Sinken beobachtet. So war nach Blum (1916, S. 51) der  $Sz_g$ -Wert der Wurzelgewebe von Helleborus in nassem Boden kleiner als in trockenem. Bei länger dauerndem Regen nahm der  $Sz_g$ -Wert auch im Stengelgewebe etwas ab. Gleiche Ergebnisse zeigen ferner die Untersuchungen von Meier (1916, S. 38) und Bächer (1920, S. 98). Aber auch neuere Messungen ergaben jeweils mit nur wenigen Ausnahmen eine  $Sz_g$ -Abnahme bei Ueberbilanz (vgl. Gehler, Härtel, 1936, A. Müller, Bauer).

### $\beta$ ) Eigene Messungen.

Ein tieferer Endwert kann erreicht werden 1. durch fortwährendes Fallen des Anfangswertes bis zum Absterben, 2. durch vorübergehendes Steigen und Fallen der Sz<sub>g</sub>-Werte.

## 1. $Sz_g$ fällt fortwährend bei Ueberbilanz.

Dieses Verhalten ist das übliche. Die hierher gehörenden Pflanzen sind in Tabelle 17 zusammengestellt. (Die 2—4 Sz<sub>g</sub>-Bestimmungen im Verlaufe des Versuches werden zur Vereinfachung der Tabelle nicht angeführt.) Ich habe zwei Gruppen unterschieden:

Gruppe I das Sinken erfolgt geradlinig;

Gruppe II das Sinken erfolgt erst rascher, dann langsamer oder (seltener) umgekehrt.

Tabelle 17 ist noch umfangreicher als Tabelle 8; andauerndes Fallen von  $Sz_g$  bei Ueberbilanz scheint also noch weiter verbreitet zu sein als andauerndes Steigen bei Unterbilanz.

Trentepohlia aurea, die in Tabelle 8 das stärkste und rascheste Ansteigen bei Unterbilanz aufwies, zeigt nun auch das stärkste (in Atm. aber nicht in %) und rascheste Sinken bei Ueberbilanz.

 ${\rm Zz_g~in~abgeschnittenen~Organen~und~eingetopften~Pflanzen.}$   ${\rm (Sz_g\text{-}Werte~in~Atm.)}$ 

1	( ) ) ) ( ) ) )		1	67 ,	. 9			. 10	20 10			ا ب	
			4	6,2	7,6		1+	16,	8,5 12,5	Differenz	End-/	Anfangswert	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
	ach	Tagen	9	1.	TF	11	10,6 15,1	16,9	$\frac{11,6}{12,5}$	Diff	Ш,	Anfa	
	Szg-Werte nach	Ta	01		7,9	11	13,8 15,8	16,5	12,8			18	
	-Szg		н	7,9	1 t	-   -	16,5	25,0 16,9	12,5 13,5	10 N		17	2,6
		Stunden	<b>∞</b>	11.2	·	11	11	11	11			15	
-							<u> </u>	1000	01.10			14	
	-s.5	nstr 19w	īΑ	$\begin{bmatrix} 7,3\\10,0 \end{bmatrix}$	10,6	9,1 8,8	18,7	22,5 16,9	12 2,72 2,75	ach		13	6,9
		88					50 S0			Szg-Werte nach	Tagen	11	+1111111111
		Untersuchtes Gewebe		B.	B.	B.	Perig. Perig.	Perig.	Perig. Perig.	Szg-W		10	
		Unte		(D) (D) (D) (D) (D) (D) (D) (D) (D) (D)		0.E	0 0 回 回	i i i i	म् म			6	15,5
-													7,0
	ıch	ührt		pf1.	pfl. B.	pfl. B.	pfl. B1.	pfl. Bi.	pfl. Bl.			L	
١	Versuch	ausgeführt	an	Topfpfl Abe. B.	Topfpfl Abg. B.	Topfpfl Abg. B.	Topfpfl Abg. Bl.	Topfpfl. Abg. Bl.	Topfpfl. Abg. Bl.			9	6.+
									e.,			10	26,4
								•					
	,						• •						
						•	•		•				
		Pflanzen		·	nula nula	ata .			iale .		Pflanzen		nula nula ata ata ata ata ata ata ata ata ata a
		₽d		ntum	Flam	trifoli trifoli	eticu. eticu.	. 84	tumn		Pfl		ttum ttum Flam Flam Frifoli rifoli eticus eticus ts
				nacul	ulus ulus	thes	od sn	sativ	um an um an	55			naculc naculc nulus nthes nthes nthes na po us po po us po us po po us po us po po po po po po po po po po po po po p
				Arum maculatum	Rannculus Flammula Bannculus Flammula	Menyanthes trifoliata Menyanthes trifoliata	Narcissus poeticus Narcissus poeticus	Crocus sativus	Colchicum autumnale Colchicum autumnale				Arum maculatum . Arum maculatum . Ranunculus Flammula Ranunculus Flammula Menyanthes trifoliata Menyanthes trifoliata Narcissus poeticus . Crocus sativus Crocus sativus Colchicum autumnale
				Ar	RG RG	Me	N <sub>C</sub>	\\ \dagger{c}	328				C C C C C C C C C C C C C C C C C C C
	Э	lləd	sT 	120	1 ##	1 = =	1	120	120	Э	lləd	вТ -	22 11 11 11 20 20
L				1			in the f		20 July 1941 2	1			1

9	The same of the sa		*						-	Coo	Coont-
trupp	Pflanzen	Versuch ausgeführt	Untersuchtes Gewebe	egnefn 119W	ndwert	edens- lauer Tage)	Unt	Untersuchungs- zeit	nied	M C O	er- er- niedrigung
9		ф		īΑ	E	0			Atm.		0/0
	Genista tinctoria.	Abg. B.	0. E.	18,4	12,5	12	7.	-19. 7.38	5,9	က	32,1
1	Alyssum Alyssoides	Abg. B.	0.E.	14,8	10,6	14	6	-23.12.38	4,2	83	28,4
	Lupinus albus	Abg. B.	0.E.	13,5	10,3	16	11.	-27.10.38	3,2	23,	1.
T	Potentilla argentea	Abg. B.	0.E.	21,0	17,2	16	27.10.	-12.11.38	30,	18,	T,
	Carlina vulgaris	Abg. B.	0.E.	10,6	6,3	20	4.	-24.10.38	4,4	41,5	10
7	Pastinaca sativa	Abg. B.	0. E.	9,7	6,4	20	6	-29.10.38	3	34,0	0
	Trentepohlia aurea	Rasen	Zellfaden	123,4	71,7	72	17.	-28. 7.39	51,7	41,8	00
	Rumex acetosa	Abg. B.	0.E.	17,2	11,8	6	6,	-11.9.38	5,4	31,	4
	Gypsophila paniculata	Abg. B.	0. E.	12,2	10,0	11	24. 9.	-5.10.38	2,2	18,0	0
	Silene Armeria	Abg. B.	0.E.	12,2	10,0	Ħ	21. 9.	-2.10.38	2,2	18,0	0
	Chelidonium majus	Abg. B.	O. E.	14,1	7,9	13	23. 9.	-6.10.38	6,5	43,9	0
	Sanguisorba minor	Abg. B.	0.E.	19,1	14,8	12	#	-23.12.38	4,3	22,	10
	Convallaria majalis	Abg. B.	0. E.	12,2	2,6	13	8.	—21. 7.38	4,6	37,7	1
	Lilium tigrinum	Abg. B.	0.E.	21,8	15,5	13	14.	-26.9.38	6,3	28,9	6
	Arum maculatum	Abg. B.	O.E.	8,8	4,8	13	5.	-18.5.39	4,0	45,	4
	Rumex maritimus	Abg. B.	O.E.	9,4	5,9	14		-19.7.39	3,5	37,2	C)
	Saponaria officinalis	Abg. B.	0.E.	19,1	10,0	13	21. 9.	-4.10.38	9,1	47,6	00
	Thlaspi perfoliatum	Abg. B.	0.E.	12,5	6,7	15		-20.10.38	4,6	36,8	00
	Satureia vulgaris	Abg. B.	0.E.	19,5	10,9	15	1.	-16.9.38	8,6	44,1	-
	Uvularia grandiflora	Abg. B.		12,5	2,0	15	∞ ∞	-23.7.38	5,5	44,0	0
	Aeonium cuneatum	Abg. B.	O.E.	6,5	2,9	18	12.	-30.3.39	3,3	53,2	CJ
	Peltaria alliacea	Abg. B.		13,8	10,6	19	ું.	-21.12.38	3,2	23,2	01
	Pentstemon barbatus	Abg. B.	O. E.	24,6	17,2	22	જાં	-24.12.38	7,4	30,1	-
	Syringa vulgaris	Abg. B.	O. E.	24,2	11,5	25	26. 7.	-20.8.39	12,7	52,5	20
	Beta milaaris	Abe. B.	E C	90.6	0.7	76	10	99 0 98	100	KO 0	-

Einer starken Gesamterniedrigung von über 10 Atm. geht stets parallel eine starke Erniedrigung in %; man vergleiche neben Trentepohlia z. B. Syringa vulgaris, Beta vulgaris, Vinca major und vor allem das Assimilationsparenchym von Picea. Dagegen kann starkes Fallen in % auch mit schwachem Fallen in Atm. verbunden sein; dies trifft vor allem zu für Sukkulenten und andere Pflanzen mit geringem Anfangswert. Als Beispiel diene Aeonium cuneatum, dessen Blattepidermis um 53 %, aber nur um 3,3 Atm. sinkt. Die grösste Sinkgeschwindigkeit finden wir ausser bei Trentepohlia im Assimilationsparenchym der Picea nadel, sowie in den rasch absterbenden, abgeschnittenen Blüten von Crocus sativus und Galtonia candicans. Schwaches Fallen von unter 3 Atm. und unter 20 % zeigen die Laubblattepidermen von Gypsophila paniculata, Silene Armeria, Campanula persicifolia und Crocus sativus. Auch die Sinkgeschwindigkeit ist hier gering, besonders bei den beiden letzten Pflanzen liegt sie unter 0,1 Atm. pro Tag.

Ein Vergleich verschiedener Gewebe des *Helleborus*blattes zeigt hier wie in den Unterbilanzversuchen verschiedenes Verhalten: die Palisaden sinken bei Ueberbilanz nicht besonders stark, aber fortwährend ab, während die Epidermis mehrfaches Ansteigen und Fallen aufweist (vgl. Tabelle 18).

## 2. $Sz_g$ fällt bei Ueberbilanz ganz unregelmässig.

Hierher gehören die in Tabelle 18 zusammengestellten Pflanzen. Der Endwert liegt deutlich unter dem Anfangswert, aber die fallende Kurve steigt zum Schluss wieder an oder ist mit einem Nebenmaximum versehen.

### b) Der Endwert von Szg ist nur wenig verschieden vom Anfangswert.

### a) Bisherige Untersuchungen.

Konstantbleiben des  $Sz_g$ -Wertes der Epidermis bei Ueberbilanz fand z. B. Gehler (S. 106) in 11 von 45 Messungen, vor allem in Kronblättern und in Laubblättern von Sukkulenten. Bauer beobachtete an  $Vinca\ major$  meist keine  $Sz_g$ -Aenderung während Regenperioden.

Geringe Si<sub>n</sub>-Erniedrigung bei Ueberbilanz konstatierte z. B. W a 1-t er (1931, S. 85) bei Asperula odorata, Epilobium angustifolium, Taraxacum officinale, Chelidonium majus u. a.

### $\beta$ ) Eigene Messungen.

Nach Tabelle 19 gehören hierher zum Teil Pflanzen, denen wir unter III b begegnet sind, die auch bei Unterbilanz nur wenig variieren, also überhaupt eine geringe Sz<sub>g</sub>-Amplitude zeigen (Nicotiana Tabacum, Arum maculatum, Leucojum vernum, Crocus sativus), zum Teil handelt

 $\begin{tabular}{ll} Tabelle 18. \\ Pflanzen mit unregelmässigem Sinken von Sz_g bei Ueberbilanz. \\ (Sz_g-Werte in Atm.) \\ \end{tabular}$ 

			-s:					Szg-Werte nach	e nach				
Pflanzen	versuch ausgeführt	Untersuchtes	fang Jiev		32	Stunden		F			Tagen		
	an		пА 7	8	14	24	48	09	63	4	50	9	7
Polunomum Persicaria	Abg. B.	0. E.	17,2		1		1		16,5	1	6,7	2,6	
Chonomodium Rome Honricus	Abg. B.	O.E	18,4	I	1	1	13,8	İ	13,8	1	1	Ī	1
Narcissus moeticus	o.	O. E. B.	7,9	1		1	ľ	1	1	1	1	1	1
Tulina Gesneriana	Abg. Bl.	I. E. Perig.	20,5	1	1	8,2	8,8	1	8,5	1	1	11,2	+
Colchicum autumnale	Abg. Bl.	I. E. Perig.	12,2	1	1	10,3	8,8	ī	9,7	9,4	+	1	1
Iberis amara	Abg. B.	0. E.	11,8	1		-	12,5	1	1.	İ	I	9,7	1
Helleborus foetidus	Abg. B.	O. E.	18,4	19,1	16,5	18,7	19,1	21,0	19,8	16,9	1	16,9	17,0
Morina lonaifolia	Abg. B.	0.E.	16,9	1	1	1	1	1	l	1	1	19,5	1
Bannaculus Flammula	Topfpfl.	0. E. B.	10,9	1	1	1	11,2	1	1	1	9,1	1	1
Narcissus poeticus	Topfpfl.	O. E. Perig.	17,2	1	I	19,1	1	1	1	1	1.	11,2	
		Szg-Werte nach	nach						Szg	Szg-Differenz		Szg-Differenz	erenz
Pflanzen		Tagen	1.	V			Untersuchungs- zeit	shungs- it	Anf	Anfangswert	1	Maximum -	H H
	9 10 11	12 15 17	18 20	21	55	24							
Polygonum Persicaria	7,6 5,6	+ 13,8 - 13,8 - 1 13,8 - 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	+	1		116	-15. 9.38 -23. 9.38 -12. 6.38 -21. 9.38 -14. 9.38 -21. 4.38 - 5. 7.39 - 6. 6.89	~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	0,21 0,21 0,31 0,4,8 1,6 0,0		10,5 4,6 12,0 4,0 4,0 7,0 6,7	

es sich um Pflanzen mit geringem Anfangswert, die dann natürlich kein starkes Fallen in Atm. mehr zeigen können; dies trifft vor allem zu für  $Crassula\ lactea$ . Hervorgehoben sei noch das absolut und prozentual schwache Sinken im Sambucusblatt sowie das Verhalten von  $Asplenium\ Ceterach$ : Fallen bei Unterbilanz (Tabelle 11) und annähernde Konstanz von  $Sz_g$  bei Ueberbilanz.

Die Lebensdauer ist bei Unter- (Tabelle 8) wie bei Ueberbilanz am grössten bei Crassula lactea, darauf folgt das austrocknungsresistente Asplenium Ceterach.

## c) Der Endwert von Szg liegt deutlich über dem Anfangswert.

### a) Bisherige Untersuchungen.

Schon S. 80 wurde darauf hingewiesen, dass in neuerer Zeit Pflanzen gefunden wurden, die bei Ueberbilanz Sz<sub>g</sub> erhöhen. So konnte Gehler (S. 106) in 4 von 45 Messungen ein Ansteigen bei Ueberbilanz beobachten (in den Kronblättern von Tussilago Farfara und Aster chinensis). Im Blatt von Hedera Helix stieg nach Beck (1927 und 1930) bei Ueberbilanz Sz<sub>g</sub> in sämtlichen Geweben an. Nach Härtel (1936, S. 13) zeigten die Epidermiszellen der Blätter von Hieracium Pilosella ein Ansteigen von Sz<sub>g</sub> bei Regen, nachdem sie bei Unterbilanz gesunken waren.

Auch unter den  $\mathrm{Si_n}$ -Messungen konnten Ausnahmen festgestellt werden. So konstatierte Volk (1937, S. 129, 130) in den Blättern von Hippocrepis comosa, Asarum europaeum und Lathyrus vernus nach Regenfällen hohe  $\mathrm{Si_n}$ -Werte, nach Trockenperioden dagegen tiefe. Sumpfpflanzen zeigten nach Müller-Stoll (1938, S. 362) am « nassen Standort » höhere  $\mathrm{Si_n}$ -Werte als am « trockenen ».

### $\beta$ ) Eigene Messungen.

Meine Versuchspflanzen sind in Tabelle 20 zusammengestellt. Das Ansteigen von Szg bei Ueberbilanz erfolgt zum Teil andauernd, zum Teil unregelmässig. Hierher gehören einmal die Wasserpflanzen Ranunculus Flammula, Menyanthes trifoliata und Apium nodiflorum, deren abweichendes Verhalten uns von früher bekannt ist; bei Unterbilanz waren sie in allen untersuchten Geweben deutlich gefallen (Tabellen 11 und 12), bei Ueberbilanz steigen sie umgekehrt deutlich an. Nur die Topfpflanze von Ranunculus Flammula sinkt merkwürdigerweise bei Ueberbilanz (Tabelle 18).

Hydrocotyle vulgaris reagierte bei Ueberbilanz wie die übrigen Wasserpflanzen, während sie bei Unterbilanz wie die Mehrzahl der Landpflanzen anstieg (Tabelle 8).

Tabelle 19.
Pflanzen mit geringer Szg-Aenderung.
(Szg-Werte in Atm.)

			(N2g-	(SZg-VV CI LO I	III CAUIII.	(ir	4		¥						ſ
	Voscasob		-82					Sz	Szg-Werte nach	nach					
Pflanzen	ausgeführt	Untersuchtes Gewebe	gasl Jiow						Tagen	ı					
*	an		αA	H	4	2	9	8 2	6	10	12	41	15	16	17
Crassula lactea	Abg. B.	0. E.	2,7	1	1	<u> </u>	<u> </u>	. l	1	1	. F	- 1	1	1	
Sambucus nigra	Abg. B.	O.E.	11,8	1	<u> </u>	<u>'</u> 	i	1	11,8	1	1	1	1	1	1
Primula Auricula	Abg. B.	O.E.	15,8	<del>1</del> 1	15,5	'  -	-		1	1	1	ı	Ī	1 -	1
Nicotiana Tabacum	Abg. B.	O.E.	2,6	1	1	1 9	1	 	<u>l</u> .	1, 1	0,0	l	I	- °	1
Rhoeo discolor	Abg. B.	U.E.	ر ا ا	<u>'                                     </u>		5,0	1	1 2	1	<u> </u>	l	I		p,	
Arum maculatum	Topfpfl.	O.E.B.	2,0	1			ı	0,0	1 0	<del> </del>	l				١
Leucojum vernum	Abg. Bl.	L.E. Perig.	10,0	906		, <del>-</del>	102		2, 1	-11	i	N	1		
Crocus sativus	1 opipii. Ahe B	L. L. Leug.	0,00	5,1	. 1	; — —	, x	- 1 - 1	1	, I	9,1	1	+	1	1
Sonocio mulantis	Spross	O. E. B.	10,6	1	7.6	1	- 1	1	Ţ	1	1	ī	1	10,01	+
Narciesus noticus	Abe. Bl.	O. E. Perig.	16,9	_	5,1	+		 	1	1	1		1	1	1
Litain therinam	Abc. Bl.	I. E. Perig.	30,4	28,5	(ii)	31,3	က	+ 8,18	1	1	1	I	1	1	1
Asplenium Ceterach	Abg. B.	<u> </u>	16,2	1				 	1	1		15,8	1	1	1
		Szg-Werte nach	rte nac	U							Ges	Gesamt-		Mittlere	æ
Pflanzen		Ta	Tagen					Untersu	Untersuchungs- zeit		ernied	erniedrigung	집	Erniedrigung	gun.
	21 23 2	24 26 28 30	33	41 50	75	137 1	138				Atm.	0/0		014	a
Crassula lactea	-	1	2,1		2,1	2,1	+	23. 3.	8.8.39		9,0	22,2 5,1		0,004	
Sambucus nigra	14.5		1	 	I	1	1	1.1	4	<u> </u>	133	8,2		0,06	
		 	1	$\frac{1}{1}$	1	1	1	4. —	-	88	2,0	26,3		0,17	
Rhoeo discolor	1	+ 9.4	1	1	1	1	1	1		68	1,4	20,00		90,0	
Arum maculatum	1	+   5,6   +	ī	1	1	1	1	٠. ا			1,7	0. 0. 10 0. 0		0,06	
Leucojum vernum				1 1		<u>.                                    </u>	1 1	.5. 4. 	-25. 5.58 -11.11.39	0 0 0	0,0	ပ ၁ က ဝ ယ	al VI	0,0	
Calendula officinalis	1	1	I	1	1	1	1		7.11.38	88	6,0	9,00		. 1	
Senecio vulgaris			1	1 1	I	1	1	-	13.12.38	χ χ	ر ا ا	0, C		1	
Narcissus poeticus	i   						1 1	22. 0. –		 o	0,1	6,2	,		
Asalonium Ceterach	1			17,6 +	1	1	1	17. 7		39	0,4	2,5		1	
				, 1	-		-			•					

## B. Verhalten von Szg in verschiedenen Geweben desselben Organs.

In den verschiedenen Geweben der Helleboruswurzel konnte B l u m (1916, S. 50) verschieden starkes Fallen der  $Sz_g$ -Werte bei Ueberbilanz beobachten.

Wie Tabelle 21 zeigt, weist bei *Helleborus* die obere Blattepidermis bei Ueberbilanz ein sehr unregelmässiges Verhalten auf, wie dies früher bei Unterbilanz (Tabelle 13) auch der Fall gewesen war. Der Endwert der Epidermiskurve liegt merkwürdigerweise sowohl bei Unterwie bei Ueberbilanz unter dem Anfangswert, doch ist der Ausschlag bei Unterbilanz viel stärker. Die Palisaden reagieren in beiden Fällen normal.

Auffallend ist auch das Verhalten von Arum maculatum. Die Blattepidermis sinkt sowohl bei Unter- wie bei Ueberbilanz; in beiden Fällen ist die Schwankung in der obern Epidermis, die länger am Leben bleibt, grösser.

Ranunculus Flammula und Menyanthes trifoliata zeigen in allen Geweben anomale Reaktion, also Fallen bei Unterbilanz und Ansteigen bei Ueberbilanz.

## C. Verhalten von Sz<sub>g</sub> in der Epidermis verschiedener Organe derselben Pflanze.

In den Ueberbilanzversuchen von Gehler (Tabelle 72) sank Sz, in der Epidermis der Zungenblüte von *Dahlia variabilis* von 17,2 auf 12,7 Atm., im Laubblatt von 10,3 auf 8,8 Atm.; bei *Aster chinensis* fiel Sz<sub>g</sub> des Laubblattes von 20,5 auf 12,7 Atm., dagegen trat in der Blüte ein Ansteigen auf von 19,6 auf 23,4 Atm.

Nach Tabelle 22 variieren bei Saponaria, Silene, Crocus und Narcissus die Laubblatt- und Perianthepidermen im gleichen Sinne; Sinken bei Ueberbilanz; nur bei Lilium tigrinum reagieren sie entgegengesetzt, indem das Laubblatt sinkt, das Perigonblatt ansteigt.

Bei Unterbilanz hatten die Laub- und Perigonblätter nicht nur bei Lilium, sondern auch bei Crocus und Narcissus im entgegengesetzten Sinne sich verändert (Tabelle 15).

# D. Verhalten von $Sz_g$ desselben Gewebes in abgetrennten Organen und Topfpflanzen.

Nach Tabelle 23 reagieren im entgegengesetzten Sinne nur die Blattepidermen des abgeschnittenen Blattes und der Topfpflanze von Ranunculus Flammula; das Blatt zeigt Ansteigen, die Topfpflanze Sinken von Szg.

Tabelle 20.
Pflanzen mit Ansteigen von Szg. (Szg-Werte in Atm.)

Untersuchtes and the second term of the second term	uY	Palisaden 12.9 — — 13.8 — 15.1 — — — — — —	19.5	7,4 — 10,9 — — 20,0	8,5 - 10,0 8,5	U.E. $8.5 11.2 14.8$	В.	O.E.   11,2   -   8,5   -   16,9   -   19,1   +   -   -   -	6,2 - 8,8 11,2	13,1	       	O.E. $ 11,2  -  13,8  -  12,5  -  - 14,5  +  - $	Szg-Werte nach Szg-Differenz Szg-Differenz	- A	23 24 25 26 28 29 Minimum Maximum	_   _   _   _   _   _   _   _   _		14,1 + 24.6.—18. 7.39 - 5,6	-   -   -   -   -   24.610. 7.39   -	-     -     -     13,8     +     21.6 20. 7.39     -     4,7		+ 629. 7.39 0,2 7,3	+   -   6.7 1. 8.39   1,0	1. —10. 7.39
	u V		11 11	ज	0.瓦	U.E.	0. E. B.	B. 0.E.	B. 0.E.	. Abg. B. 0. E. 1	. Abg. B. 0. E.	. Abg. B. O. E.	Szg-Werte nach	Tagen	24			- I - I 	1 +			13.5 + -	1	חברת וונתו פרפוונת
up Pflanzen	qr.	Deminomilas Mammala	numericates reamented.	Ranunculus Flammula .	I \ Menyanthes trifoliata.	Mennanthes trifoliata	Menyanthes trifoliata	1 Anium nodiflorum	Hudrocotyle vulgaris	11   Phullitis Scolopendrium		Ranunculus Flammula .	ð	Pflanzen	G.	Rammenlas Flammula	Banunculus Flammula	T   Menuanthes trifoliata	Menuanthes trifoliata	Menyanthes trifoliata	January modificary	Hadrocotale milaris	11   Phallitis Scolonendrium	Desa man canta

 ${\rm Sz_g~in~verschiedenen~Geweben~abgeschnittener~Blätter.}$   ${\rm (Sz_g\text{-}Werte~in~Atm.)}$ 

		2	0	2		- 1		8.8	1				කර									
								12			-		Aenderung	90 3 4	0,10	0,37	0,33	0,58	0,27	0,29	0,41	0,24
		9	16.9	-	7.0	: 1		1	1	1	11,2		Aen	:		1		1	+	+	+	+
	Tagen	2		25.4	٠ ا	5,9	13.8	1	10.9	10.0	61	Penz	<b>I-</b> /	swert	1,9	5,3	4,0	6,0 0,1	3,3	2,6	1,1	9,6
		4	16.9	136	-	1	1	1	1	1		Differenz	End-/	Anfangswert	Ī	Ĭ,	1	1	+	+	7+	+
Szg-Werte nach		တ	19.8		7.3	- 1	Í	1			1			24	1	14	l	l	1	1	1	+
Szg-Wel		09	21.0	-	-	1	1	1	1		I			23	1	}	l	1	1	1	1	14,1
7		48	19.1	- 1	1		I	1	1	1	1			20	+	1	1	1	1	1	1	1
	Stunden	24	18.7		1	6,5	1.5	· 1	1	1	1			18	16,5	+	1	1	1	1	1	1
	Stu	-				_	H			1		nach		16		ĺ	1.	1	1	1	1	-
		14	16.5			1				1		Szg-Werte nach	Tagen	14	1 2	24,0	1	1	1	1	1	12,8
		80	19.1	1	I	7,0	1	I	1	1	Ì	Szg		13	1	1	+		+	+	+	1
rę 11	słn 9w	V	18,4	29,9	8,8	8,8	11,2	12,2	9,4	8,5	8,5			12	L	1	8,4	1	14,5	I	1	1
tes		17		n u				п						11	18,0	1	1	l	J	1	1	1
Untersuchtes	Gewebe		लं	Palisaden	迅	चं.	E.	Palisaden	ъ.	<b>E</b>	Е		Ą	10	1	I	1	l	1	15,1	13,5	
Un			0	Pa	0	U.	0. E.	Pa	u.	0.	Ü.			8	1	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	1 4		12,5	13 8 8	1	
					1	•	•		:									•	•			
co c	en.		tidus.	tidus .	nm.	nm.	ammula	ammula	ammula	foliata	foliata		en		idus .	entes.	um .	wite .	ımmula	ımmula	ımmula	foliata
Dffmmgon	Fuant		us foe	us foe	aculat	aculat	lus Fl	ns FL	ns Fl	res tri	res tri		Pflanzen		s foet	an loca	culat	caeue	us Fla	us Fl	us Fu	tes tri
			Helleborus foetidus	Helleborus foetidus	Arum maculatum	Arum maculatum	Ranunculus Flammula	Ranunculus Flammula	Ranunculus Flammula	Menyanthes trifoliata	Menyanthes trifoliata				Helleborus foetidus	TI COORCOO II	Arum maculatum	Tal wife new coourente	Ranunculus Flammula	Kanunculus Flammula	Kanunculus Flammula	Menyanthes trifoliata
əllə	Tab		18	17	17	17	50	50	50	50	50	əIIe	[spe	C -	8 7		17	- 6	020	02.0	020	200

Sz $_g$  in der Epidermis von Laub- und Kronblättern derselben Pflanze. (Sz $_g$ -Werte in Atm.)

		Pflanzen		Saponaria officinalis	Saponaria officinalis
0		Organ		Laubblatt Kronblatt Laubblatt Kronblatt Laubblatt Perigonblatt Perigonblatt Laubblatt Perigonblatt Laubblatt	1 1 + 1   1   1 + 1   1
		В		utt utt utt utt utt utt blatt utt blatt utt	10,0
	-82	gasl	πA	19,1 10,3 12,2 12,2 15,5 20,6 17,2 17,2 17,2 821,8 30,4	+111111111
X		1	-	19,1 — 10,3 — 15,5 — 15,5 — 17,2 — 19,1 19,8 19,8 19,8 28,5 — 13,8 19,8 28,5 — 13,8 19,8 28,5 — 13,8 19,8 19,8 19,8 19,8 19,8 19,8 19,8 19	
			69	16,2 7,9 7,9 16,2 16,2 16,2 18,5	
			70	12,8 7,0 7,0 13,8 13,8 13,8 13,8 13,8 13,8 13,8	1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
	Szg-We	Ta	9	10,6	
	Szg-Werte nach	Tagen		11	1,9
			8	11,2 	
			6	5,3 + 10, + 10, + 11, -	-0,75 -0,55 -0,22 -0,71 -0,07 -0,08 -0,6 +0,12
			10	10,0 	-0,75 -0,55 -0,22 -0,71 -0,07 -0,18 -0,6 +0,12

 ${\rm Sz_g~in~abgeschnittenen~Organen~und~eingetopften~Pflanzen.}$   ${\rm (Sz_g-Werte~in~Atm.)}$ 

	8 2	6,7	-	4	12,5			1	1	1	11,2 —	1	Differenz	End-/	Anfangswert	- + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
th	9	-	7,0	1	1 -	1 1	11.2	-1-1	19,5	• 1	1	1			30	+
rte nac	Tagen 5		1	9,1	15,0	10.0	267	+	1	1	11,8	+			53	1111+11111
Szg-Werte nach	4		1		1	1 1	I	15,1	1	+	1	9,4			58	13,8
	က	1	ر سر	1		1 1	1	16,2	20,3	12,8	1	2,6		X	3 24	
	67		1	11,2	11,5	1 1	1	16,5		1	1	8,8	ch	200	21- 23	1 1 + 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
	-		1	1	<u> </u>	11	19.1			13,5	12,5	10,3	Szg-Werte nach	Tagen	50	
angs-	słnA w	7,3	χ χ	10,9	11,2	2, x 1, x			4				Szg-1		14	12,8
htes	90				3		Perig. 1					Perig.   1			13	+   +
Untersuchtes	Gewebe		O. E.	O.E.B.	i F	O. E. B.	E	田		. E. Pei	E. Pel	E. Pel			11 12	14,5
Versuch ausgeführt	an	-	-			Toptpil.   Abg. B.   (			Topfpfl. 1	Abg. Bl. 1	Topfpfl.   1	Abg. Bl.   1	i - 1		10	11,2
A A		H.	• •	<u> </u>	₹ E	- 	Ē			. A					6	
			•	<i>a</i>		•		•		•						
Pflanzen		Arum maculatum.	Arum maculatum.	Ranunculus Flammula	Manufactures Figure	Menyanthes trifoliata	Narcissus poeticus.	Narcissus poeticus .	Crocus sativus	Crocus sativus	Colchicum autumnale	Colchicum autumnale		Pflanzen		Arum maculatum Arum maculatum Ranunculus Flammula Ranunculus Flammula Menyanthes trifoliata Menyanthes trifoliata Narcissus poeticus. Crocus sativus. Colchicum autumnale Colchicum autumnale
pejje	lsT.	19	7(	18	906	8 8	18	19	19	17	17	18	9[]	eds'	L	19 17 18 20 20 20 20 18 19 17 17 17

Die Resultate meiner Unter- und Ueberbilanzversuche lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

Die 95 Versuchsobjekte ergaben bei Unterbilanz folgendes Verhalten:

Endwert > Anfangswert 69 = 73 %

Endwert = Anfangswert 6 = 6 %

Endwert < Anfangswert 20 = 21 %.

Bei Ueberbilanz zeigten die 87 Versuchsobjekte:

Endwert < Anfangswert 72 = 83 %

Endwert = Anfangswert 5 = 6 %

Endwert > Anfangswert 10 = 11 %.

## V. Gesamtamplitude der Szg-Schwankung.

Aus den in Abschnitt III und IV mitgeteilten Untersuchungen können nun die mit meiner Methode erfassbaren Gesamtamplituden ermittelt werden.

Wie wir gesehen haben, hängt der Endwert unter anderem in hohem Masse ab von der Methode (Sempervivum S. 53) und vom Anfangswert. Bei Pflanzen, deren Szg bei Unterbilanz zu- und bei Ueberbilanz abnimmt, ist die grösste Gesamtamplitude zu erwarten, wenn wir bei Unterbilanz von einem möglichst hohen und bei Ueberbilanz von einem möglichst tiefen Anfangswert ausgehen. Gewöhnlich war nun der Anfangswert für Unter- und Ueberbilanz derselbe, die gefundene Gesamtamplitude also auch aus diesem Grunde nicht die maximale. Immerhin erhalten wir ein vorläufiges Bild von der osmotischen Regulationsfähigkeit verschiedener Protoplasten.

Bei Pflanzen mit spiegelbildlichem Verhalten, Sinken von Sz<sub>g</sub> bei Unterbilanz und Steigen bei Ueberbilanz, müsste man zur Erreichung einer möglichst grossen Gesamtamplitude bei Unterbilanz von einem möglichst tiefen und bei Ueberbilanz von einem möglichst hohen Anfangswert ausgehen.

## A. Gesamtamplitude jener Protoplasten, die bei Unterbilanz Szg ansteigen und bei Ueberbilanz fallen lassen.

Beginnen wir mit dem normalen, d. h. von den meisten Protoplasten eingeschlagenen Verhalten: Ansteigen von  $Sz_g$  bei Unterbilanz und Fallen bei Ueberbilanz.

a) Ist die Reaktion bei Unter- und Ueberbilanz deutlich (III  $_{Aa}$  und  $IV_{Aa}$ ), so haben wir eine grosse Gesamtamplitude zu erwarten. Diese Fälle sind in Tabelle 24 (Gruppe I) zusammengestellt.

Tabelle 24.
Pflanzen mit Ansteigen von Szg bei Unterbilanz und Sinken bei Ueberbilanz.
(Sz.-Werte in Atm.)

	,	Versuch	Interementes	Unter	Unterbilanz	Ueber	Ueberbilanz	Gesamt-	
	ruanzen	ausgeführt an	Gewebe	Anfangs- wert	Maximum	Anfangs- wert	Minimum	amplitude in Atm.	
Rhe	Rhododendron ferraginesum	Abg B	C Fr	780	č	4 06	7 6	20	-
2,50	12 m	TANS. D.	i 1	7,0±	01,1	₹,00	4,10	1,80	
517	Digitalis nervosa	Abg. B.	O. E.	17,2	40,4	17,2	6,2	34,2	
Vin	Vinca major	Abg. B.	O. E.	21,0	36,7	21,0	8,8	27,9	
Pac	Pachysandra terminalis.	Abg. B.	O.E.	27,2	41,5	27,2	16,9	24,6	
Pol	Polygonum Persicaria	Abg. B.	O. E.	17,2	30,4	17,2	6,7	23,7	
Bet	Beta vulgaris	Abg. B.	O.E.	21,0	32,7	9,02	2,6	23,0	
Lili	Lilium tigrinum	Abg. B.	O. E.	22,2	37,3	21,8	15,5	21,8	
Aly	Alyssum Alyssoides	Abg. B.	O. E.	15,1	30,4	14,8	10,6	19.8	
Ol 9	Globularia vulgaris	Abg. B.	O.E.	25,4	40,4	25,4	19,8	20,6	Control of
Pen	Pentstemon barbatus	Abg. B.	O.E.	24,2	36,2	24,6	17,2	19,0	
Ver	Veronica gentianoides	Abg. B.	O. E.	16,5	25,9	16,5	6,4	19.5	
Sati	Satureia vulgaris	Abg. B.	O.E.	19,8	29,0	19,5	10,9	18,1	
Pot	Potentilla argentea	Abg. B.	O.E.	21,0	35,2	21,0	17,2	18,0	
Syr	Syringa vulgaris	Abg. B.	O.E.	25,2	29,4	24,2	11,5	17,9	
Sile	Silene Armeria	Abg. B.	O.E.	12,2	26,7	12,2	10,0	16,7	
Gyr	Gypsophila paniculata	Abg. B.	O.E.	12,2	25,9	12,2	10,0	15,9	
Che	Chenopodium Bonus Henr	Abg. B.	O. E.	18,4	29,0	18,4	13,8	15,2	
Che	Chelidonium majus	Abg. B.	O. E.	15,8	92,9	14,1	7,9	15,0	
Sap	Saponaria officinalis	Abg. B.	O.E.	16,1	24,2	19,1	10,0	14,2	
Gen	Genista tinctoria	Abg. B.	O. E.	18,4	26,7	18,4	12,5	14,2	No.
San	Sandwisorba minor	Ahe B	E C	* 0 *	00.4	7 07		0	

			7,0 11,0			14. T.	att.																	5,6 2,9	
2,6	18,7	9,4	12,5	13,8	12,2	12,5	7,6	6,2	6,62	19,5	25,4	16,1	14,8	15,1	15,5	18,1	13,5	12,2	10,3	12,8	16,9	17,2	123,4	2,6	10,6
19,1	22,2	17,6	18,0	21,4	18,2	16,5	22,5	11,8	58,9	29,4	38,8	32,0	29,4	15,5	26,3	24,9	23,4	21,8	20,5	21,4	923,9	8,12	291,4	8,5	12,5
9,7	19,1	9,7	12,2	13,8	12,2	12,5	2,6	6,5	59,9	19,5	25,9	17,3	14,1	15,1	15,5	16,1	13,5	12,2	10,3	14,1	16,9	18,0	123,4	7,6	10,6
O. E.	O. E.	O. E.	O. E.	0. E.	O. E.	O. E.	O.E.	O. E.	Palisaden	O. E. B.	0. E. B.	O. E. B.	0. E. B.	0. E. B.	O. E. B.	B. Oberseite	O. E. Kronb.	O. E. Kronb.	O. E. Kronb.	O. E. Kronb.	O. E. Kronb.	O. E. Kronb.	Zellfaden	0. E.	I. E. Perig.
Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Abg. B.	Spross	Spross	Spross	Spross	Spross	Topfpfl.	Rasen	Abg. Bl.	Abg. Bl.	Abg. Bl.	Abg. Bl.	Abg. Bl.	Abg. Bl.	Rasen	Abg. B.	Abg. Bl.
Pastinaca sativa	Antirrhinum majus	Rumex maritimus	Uvularia grandiflora	Peltaria alliacea	Convallaria majalis	Thlaspi perfoliatum	Sempervivum tectorum.	Aeonium cuneatum	Helleborus foetidus	Hyssopus officinalis	Erica carnea	Selaginella Emmeliana	Selaginella Martensii	Saxifraga decipiens	Crocus sativus	Funaria hygrometrica	Anemone Hepatica	Melandrium album	Saponaria officinalis	Vaccaria pyramidata	Silene Armeria	Papaver Rhoeas	Trentepohlia aurea	Nicotiana Tabacum	Leucojum vernum

Alle andern Versuchsobjekte übertrifft bei weitem *Trentepohlia*; sie besass die grösste Unterbilanzamplitude, die grösste Ueberbilanzamplitude und zeigt naturgemäss auch die höchste Gesamtamplitude in Atm. In weitem Abstand folgen zunächst *Rhododendron ferrugineum*, *Digitalis nervosa* und die Palisaden von *Helleborus*. Die grössten Amplituden fallen auf die Objekte mit den höchsten Sz<sub>g</sub>-Maxima. In der Regel liegt die Gesamtamplitude zwischen 10 und 20 Atm. Das Minimum von 8,6 Atm. finden wir bei *Thlaspi perfoliatum*.

b) Geringe Gesamtamplituden werden jene Pflanzen zeigen, die sowohl bei Unter- wie auch bei Ueberbilanz  $Sz_g$  nur wenig ändern. Die Gesamtamplituden der beiden in Tabelle 24, Gruppe II, enthaltenen Pflanzen liegen weit unter denen von Gruppe I.

# B. Gesamtamplitude jener Protoplasten, die bei Unterbilanz $Sz_{\rm g}$ fallen und bei Ueberbilanz steigen lassen.

a) Relativ starke Sz<sub>g</sub>-Aenderungen zeigen *Menyanthes trifoliata* und *Ranunculus Flammula*, doch liegen die Gesamtamplituden unter 10 Atm.

 ${\it Tabelle~25.}$  Pflanzen mit Sinken von  ${\it Sz}_{\rm g}$  bei Unterbilanz und Ansteigen bei Ueberbilanz.

	Versuch	Unter-	Unter	bilanz	Ueber	bilanz	Amp	litude
Pflanzen	ausgeführt an	suchtes Gewebe	An- fangs- wert	End- wert	An- fangs- wert	End- wert	Atm.	°/o des Mi- nimums
Menyanthes trifoliata .	Abg. B.	O. E.	8,8	5,9	8,5	14,1	8,2	138,9
Menyanthes trifoliata .	Abg. B.	U.E.	8,5	7,3	8,5	14,8	7,5	102,7
Menyanthes trifoliata .	Topfpfl.	O. E. B.	9,1	5,6	9,1	13,8	8,2	146,4
Ranunculus Flammula.	Abg. B.	O. E.	10,9	7,6	11,2	14,5	6,9	90,8
Ranunculus Flammula.	Abg. B.	Palisaden	12,1	7,9	12,2	15,1	7,2	91,1
Ranunculus Flammula.	Abg. B.	U.E.	9,4	7,0	9,4	13,5	6,5	92,9

b) Geringes Sinken bei Unterbilanz und geringes Ansteigen bei Ueberbilanz haben natürlich geringe Gesamtamplituden zur Folge. Als Beispiel erwähne ich die Perigonepidermis einer abgeschnittenen Blüte von Narcissus poeticus:

Unterbilanz (Tabelle 11) Anfangswert 17,2 Atm., Minimum 15,1 Atm. Ueberbilanz (Tabelle 19) Anfangswert 16,9 Atm., Maximum 18,0 Atm.

Gesamtamplitude 2,9 Atm.

Tabelle 26.

### Gesamtamplitude der Pflanzen mit zum Teil unregelmässigem Verhalten bei Unter- und Ueberbilanz.

(Sz<sub>g</sub>-Werte in Atm.)

Gruppe	Pflanzen .	Versuch ausgeführt an	Untersuchtes Gewebe	Unterbilanz			Ueberbilanz			Gesamt- amplitude	
				Anfangs- wert	Maximum	Minimum	Anfangs- wert	Maximum	Minimum	Atm.	% des Minimums
	Sambucus nigra	Abg. B.	O. E.	11,8	28,1		11,8		11,2	16,9	150,9
	Hydrocotyle vulgaris .	Abg. B.	O. E.	6,4	20,6	_	6,4	_	6,2	14,4	232,3
	Phyllitis Scolopendrium	Abg. B.	O. E.	13,8	25,4		14,1		13,1	12,3	93,9
	Iberis amara	Abg. B.	O. E.	11,8	18,0		11,8		7,0	11,0	157,1
	Morina longifolia	Abg. B.	O. E.	16,9	23,8		VC-1-36577/499			10,0	CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE
	Calendula officinalis .	Abg. B.	O. E.	100	16,9		9,7		8,8		SDATE OF THE REAL PROPERTY.
	Rumex acetosa	Abg. B.	O. E.	17,2	19,1	<b>经证券上海企业</b>	17,2		11,8	Service of Party	
o dy	Carlina vulgaris	Abg. B.	O. E.		12,5		10,6		6,2		101,
	Crassula lactea	Abg. B.	O. E.	THE REPORT OF STREET	8,2	医生物医性结膜 计图象	2,7		2,1		290,
	Lupinus albus	Abg. B.	O. E.	1200	15,8		13,5		10,3	A STATE OF THE PARTY OF THE PAR	
	Primula Auricula	Abg. B.	O. E.		19,8		15,8		14,5		
	Campanula persicifolia.	Abg. B.	O. E.		19,8	Part of the Control of	19,5		16,9	10 CONT. 10 CO.	
	Rhoeo discolor	Abg. B.	U.E.	/	14,5	2-11, 51001 92	5,9		ALCOHOLD BY	1 1 TO 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	222,
	Arum maculatum	Abg. B.	U.E.	9,1	NUMBER OF STREET	2500000000000	8,8		5,9		
	Senecio vulgaris	Spross	O. E. B.		23,8	CONTRACTOR SERVICE	10,6	19 (100 Te 100 A STATE OF THE PARTY OF		145,	
	Taxus baccata	Spross	O. E. B.		19,8	100	18,0		4.4		104,
	Picea excelsa	Spross	Assimilat Par.		48,9		43,2				237,
	Narcissus poeticus	Topfpfl.	O. E. B.	7.9	16,9	-	7,9		5,6	11,3	201,
	Arum maculatum	Topfpfl.	O. E. B.	7,3	7,9	_	7,3	2,120,753,600	5,6		The state of the s
	Tulipa Gesneriana	Abg. Bl.	I. E. Perig.	20.2	22,5		20,2	- 32 56 503		14,3	174,
	Colchicum autumnale .	Abg. Bl.	I. E. Perig.		13,5	KI TE DED SES	12,2		8,8		
	Chrysanthemum Leucanth	Abg. Bl.	19 19 19 19		188		10,3		7,9		
(	Apium nodiflorum	Abg. B.	O. E.	11.2	1	6.4	11,2	19.1		12.7	198,
	Asplenium Ceterach	Abg. B.	O. E.	17,2	The state of the s		16,2				122,
	Ranunculus Flammula .	Topfpfl.	O. E. B.	10,6	1000	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	10,9	0.5000000	100 200 200 110	1000	148,
	Lilium tigrinum	Abg. Bl.	I. E. Perig.	30,4			30,4	DEFECT SAME		9,5	
	Narcissus poeticus	Topfpfl.		18,7	1000	11 1 20 10	17,2	September 1997		**************************************	141,
	Arum maculatum	Abg. B.	O. E.	1	11,2		2011 12017452000			7,2	180,
	Helleborus foetidus	Abg. B.	O. E.	20,6	23,8	10,0	-	_	_	13,8	138,
	Galtonia candicans	Abg. Bl.	I. E. Perig.	22,9	25,4	16,2	-	_	-	9,2	56,
	Colchicum autumnale .	Topfpfl.	I. E. Perig.	12,2	12,8	8,5		11	_	4,3	House the second
	Crocus sativus		I. E. Perig.	22,5	31.0072573	PERSONAL PROPERTY.	STATE OF THE STATE	_	-	9,5	
IV	Crocus sativus	Abg. Bl.	I. E. Perig.	11.1	-		17,6	17,6	12,8	4,8	37,

## C. Gesamtamplitude jener Protoplasten, die zum Teil unregelmässiges Verhalten zeigten.

Die Amplituden der unter A und B nicht erwähnten Pflanzen sind in Tabelle 26 zusammengestellt. Sie konnten auf verschiedene Weise zustande kommen:

Gruppe I: Maximum bei Unterbilanz, Minimum bei Ueberbilanz.

Gruppe II: Maximum bei Ueberbilanz, Minimum bei Unterbilanz.

Gruppe III: Maximum und Minimum bei Unterbilanz. Gruppe IV: Maximum und Minimum bei Ueberbilanz.

### D. Amplitude bei Erzielung von Unterbilanz durch Lösungen.

Das Sz<sub>g</sub>-Maximum wurde bei Submersen durch Untertauchen, bei Beta maritima zum Teil durch Eintauchen der Schnittfläche des Blattstiels in die Lösung erreicht, zum Teil wie oben durch trockene Luft.

Das Sz<sub>g</sub>-Minimum in Leitungswasser wurde durch Uebertragen in destilliertes Wasser nicht verändert, dagegen wäre durch Verdunkelung und geeignete Erhöhung der Temperatur eine weitere Sz<sub>g</sub>-Reduktion erreichbar gewesen, ein Weg, der natürlich eingeschlagen werden muss, wenn man absolute Werte für die Amplitude erhalten will.

	Lösung	Minimum in Lösung	Minimum in Wasser	Amplitude	
		Atm.	Atm.	Atm.	
Elodea canadensis Elodea canadensis	Rohrz.	19,8	9,7	10,1	
Spirogyra spec	NaCl Rohrz.	23,8 17,6	9,7 11,5	14,1 6,1	
Beta maritima	NaCl Luft	105,5 29,4	8,5 8,5	97,0 $20,9$	

Auffallend ist hier vor allem der grosse Unterschied zwischen der Amplitude von Beta in Lösung und in Luft.

# VI. Ueber die chemischen und physiologischen Grundlagen der Sz<sub>g</sub>-Aenderung.

Die Sz<sub>g</sub>-Aenderungen, welche die untersuchten Pflanzen aufwiesen, können verursacht werden durch Erzeugung oder Zerstörung osmotisch wirksamer Substanz, durch Endo- oder Exosmose osmotisch wirksamer Stoffe und durch Veränderungen der Zellwand.

In den *Unterbilanzversuchen* zeigten 73 % der Versuchsobjekte einen höheren Endwert als Anfangswert. Als Ursache der  $Sz_g$ -Erhöhung kommen bei *Pflanzen mit fortwährendem*  $Sz_g$ -Anstieg besonders Erzeugung osmotischer Substanz und Endosmose in Frage.

Die chemische Zusammensetzung der osmotisch wirksamen Substanz kann in verschiedenen Zellen sehr verschieden sein, wie schon die Angaben von de Vries (1884, S. 276) zeigen, der die osmotischen Komponenten verschiedener Zellsäfte untersuchte. Von neueren Arbeiten seien zunächst die von Pittius (1935, S. 57) ausgeführten Zellsaftanalysen an Blättern von Hedera Helix und Ilex aquifolium angeführt, nach welchen der osmotische Wert durch Glukose, Fruktose und Saccharose, durch freie sowie an Metalle gebundene Apfelsäure und durch an Kalium bzw. Natrium gebundene Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure bedingt wird. Ferner kam Knodel (1938, S. 713) bei Preßsaftanalysen an Flieder, Mais, Futterrübe, Roggen, Fichte und Buchs zum Ergebnis, dass Zucker (Mono- und Disaccharide), anorganische und organische Salze und freie organische Säuren die wesentlichen Komponenten des osmotischen Wertes darstellen. Nach Steiner (1934, S. 152) enthält der Preßsaft von Salzmarschhalophyten, z. B. Salicornia mucronata, vor allem NaCl.

Auch der Si<sub>n</sub>-Anstieg kann durch Erzeugung osmotischer Substanz erfolgen, sofern die Aenderung nicht auf Wassergehaltsschwankungen zurückzuführen ist. So fand Pittius (S. 60), dass bei *Ilex Aquifolium* und *Hedera Helix* die Si<sub>n</sub>-Schwankungen fast nur durch die Zucker bewirkt werden, während die absolute Höhe von Si<sub>n</sub> durch organische Säuren und durch Salze bedingt wird. K no del (S. 714), der an verschiedenen Pflanzen feststellte, dass die Salze am osmotischen Wert besonders stark beteiligt sind, vermutet, dass der Salzgehalt die charakteristische Höhenlage des Si<sub>n</sub>-Wertes einer Pflanze bestimmt, wobei ein Drittel bis die Hälfte auf organische Salze zurückgeht.

In meinen Unterbilanzversuchen lässt sich vermuten, dass der Szg-Anstieg in erster Linie der Erhöhung der Zuckerkomponente zuzuschreiben ist, denn verschiedene Autoren (Literatur zusammengestellt bei Steiner [1939, S. 166]) konnten beim Welken von Blättern eine Depolymerisierung der Reservekohlehydrate beobachten. In einigen Fällen, wo $\mathrm{Sz_g}$  besonders hohe Werte erreichte (vgl. z. B. Rhododendronferrugineum, Tabelle 8) war die Wirkung der Unterbilanz jedenfalls noch durch die bei niederen Temperaturen stattfindende Anhäufung der Zucker unterstützt, wie sie schon von Müller-Thurgau (1882) beobachtet wurde. Zur Erklärung schreibt Bersin (1939, S. 30): «Die bekannte scheinbare Aktivitätssteigerung von Hydrolasen (z. B. Amylase, Saccharase usw.) durch Einfrieren und Wiederauftauen (Süsswerden der Kartoffeln) kann auf Grund der Arbeiten von Nord und Oparin dahin gedeutet werden, dass durch Desaggregierung die makroheterogenen synthetisierenden Enzyme in mikroheterogene spaltende Enzyme übergehen, es sich damit also um eine Konzentrationserhöhung der Katalysatoren handelt.»

Wie die Untersuchungen von Asai (1932, S. 68; 1937, S. 364) z. B. an *Gardenia jasminoides* zeigen, kommt bei manchen Pflanzen an Stelle der Zucker dem Mannit die Rolle des osmotischen Regulators im Winter zu.

Nach den oben angeführten Preßsaftanalysen spielen neben den Zuckern besonders die organischen Säuren (vor allem Apfelsäure) eine wichtige Rolle als Komponente der osmotisch wirksamen Substanz. Bei Hedera und Ilex kommt ihnen nach Pittius (S. 64) allerdings keine regulatorische Bedeutung zu, da ihr Gehalt mehr oder weniger konstant ist. Durch die Möglichkeit, in Form von Calciumoxalat auszukristallisieren und wieder in Lösung zu gehen, ist aber doch durch die Oxalsäure ein regulatorischer Einfluss gegeben, wie das ebenfalls für kolloide Zellinhaltstoffe, die in Kristalloide übergehen können, gilt.

Einen Fall von Sz<sub>g</sub>-Zunahme bei einem Halophyten durch Endosmose finden wir bei *Beta maritima* (Tabelle 13), welche in NaCl-Lösung Sz<sub>g</sub> bedeutend höher ansteigen liess als in trockener Luft. Nach S t e in er (1939, S. 217) haben wir bei den Halophyten zwei Typen zu unterscheiden: einen «Kumulationstyp», bei welchem während der ganzen Vegetationsperiode das aufgenommene Kochsalz in den Blättern angehäuft wird, was zu einem stetigen Anstieg des NaCl-Gehaltes und des Si<sub>n</sub>-Wertes führt, und einen «Regulationstyp», dessen Regulationseinrichtungen (Salzdrüsen, gleichzeitige Wasserspeicherung) eine ständige Zunahme der Salze im Zellsaft hintanhalten.

Auf ein Permeieren des Kochsalzes weisen auch die Versuche an *Elodea* hin (Tabelle 13), deren Sz<sub>g</sub> in NaCl stärker zunahm als in Rohrzucker.

Bei Pflanzen mit unregelmässigem Anstieg von Szg wirken neben den Faktoren, die eine Zunahme verursachen, auch solche, die durch Zerstörung von osmotischer Substanz oder Exosmose wenigstens zeitweise eine Erniedrigung hervorrufen. So kann bei Unterbilanz vor allem durch die verstärkte Atmung eine bedeutende Verringerung der Zuckerkomponente eintreten, nachdem der Zuckerspiegel zuerst durch die Depolymerisierung der Reservekohlehydrate angestiegen war (vgl. Steiner, 1939, S. 167). Laisné (1939, S. 401) beobachtete in welkenden, abgeschnittenen Blättern einiger Kräuter und Sträucher (z. B. Sambucus nigra) unregelmässige Sin-Anstiege, indem Sin während der ersten 1 bis 2 Stunden zunahm, die folgende Stunde wieder sank und erst darauf endgültig anstieg. Als Ursache dieses Verhaltens vermutet er verschiedene Phasen chemischer Umsetzung. Bei Pflanzen mit geringem Sinken von Szg vor dem Absterben wäre auch an eine Permeabilitätsänderung und eine dadurch ermöglichte Exosmose zu denken.

21~% der Versuchsobjekte zeigten bei Unterbilanz einen tieferen End- als Anfangswert. Für ein Sinken von  $Sz_g$  bei Unterbilanz wurden verantwortlich gemacht : die Hemmung der Assimilation oder der Nähr-

stoffaufnahme, die Abwanderung und die Zerstörung osmotisch wirksamer Stoffe. Simonis (1936, S. 200) und Härtel (1936, S. 14) vermuten, das an Sanicula europaea, bzw. Hieracium Pilosella bei Unterbilanz beobachtete Sinken von Szg sei auf Hemmung der Assimilation zurückzuführen. So schreibt Härtel: « Man könnte daran denken, ob nicht Hieracium während der Trockenheit seine Assimilationstätigkeit mehr oder weniger einstellt und Zellinhaltsstoffe und aufgespeicherte Assimilate veratmet, was eine Abnahme des osmotischen Wertes, also der Zellsaftkonzentration, zur Folge haben müsste. Vollständiges Welksein verbunden mit Einrollung der Blätter nebst minimaler Transpiration sprechen hierfür, desgleichen die Versuche Iljins (1923), der in mehreren, xerisch wenig angepassten Pflanzen bei Wasserverlust eine Assimilationseinschränkung mit oft gleichzeitiger Erhöhung der Atmung festgestellt hat. » Unter meinen Versuchsobjekten mit fortwährendem Fallen von Sz<sub>g</sub> (vgl. S. 72) befinden sich vor allem Sumpfpflanzen. Müller-Stoll (1938, S. 367), der bei Hygrophyten an weniger feuchtem Standort auch stets kleinere Sin-Werte fand als an ganz feuchten, schreibt: « Bei einem Teil der Arten war deutlich eine Verringerung des Zuckergehaltes am trockeneren Standort festzustellen; Beispiele hierfür sind Mentha aquatica und Polygonum amphibium. Diese Tatsache weist auf eine Verminderung der assimilatorischen Leistung beim Herausrücken aus nassen Standortsbedingungen hin. Bei andern Arten bleibt aber der Gesamtzuckeranteil im Zellsaft konstant, wenngleich die häufig zu beobachtende Verringerung des Disaccharidanteils auch hier auf eine schlechtere Assimilation deutet. Die Erniedrigung des osmotischen Wertes geht aber in diesen Fällen im wesentlichen auf Kosten des Nichtzuckeranteils im Zellsaft, mit aller Wahrscheinlichkeit auf Kosten der anorganischen Salze, so dass hier mit einer gehemmten Nährstoffaufnahme aus dem Boden zu rechnen ist. » Ueber die von Walter (1931, S. 108) und Volk (1937, S. 131) beobachtete Si<sub>n</sub>-Abnahme verschiedener Pflanzen bei längeren Trockenperioden schreibt letzterer: « Zur Erklärung dieser Erscheinungen kann man mit Walter (1931) an die Erfahrungen von Mothes (1931) anknüpfen, wonach bei Wasserdefiziten in den Pflanzen ein starker Eiweissabbau eintritt. Diese proteolytischen Vorgänge treten anscheinend bei verschieden grossen Wasserdefiziten ein. Tritt die Eiweissabwanderung bei Wassermangel erst spät und mit geringerer Intensität auf, so können die Wasserverluste überwiegen, und die osmotischen Werte müssen ansteigen, ähnlich wie es bei der normalen Dürreschädigung der Fall ist. Setzen dagegen die proteolytischen Vorgänge schon bei geringen Wasserdefiziten und bei eingeschränkter Transpirationsintensität ein, so können die Abwanderungsverluste die Transpirationsverluste überwiegen, und es kann eine Entleerung der Blätter und damit eine Erniedrigung der Zellsaftkonzentration bei sich wenig änderndem Wassergehalt eintreten. » Anhaltspunkte für eine Abwanderung osmotisch wirksamer Stoffe gibt Tabelle 16, wo Sz<sub>g</sub> der gleichen Gewebe in abgeschnittenen Organen und eingetopften Pflanzen verglichen sind. Mit Ausnahme von Arum zeigten die Sz<sub>g</sub>-Werte der eingetopften Pflanzen ein bedeutend stärkeres Sinken als jene der abgeschnittenen Organe, was auf eine Ableitung osmotischer Substanz schliessen lässt.

In den *Ueberbilanzversuchen* lag der Endwert bei 83 % der Versuchsobjekte tiefer als der Anfangswert. Die grosse Feuchtigkeit scheint im Gegensatz zur Unterbilanz die Aktivität der synthetisierenden Fermente zu fördern, so dass die Monosen in osmotisch weniger wirksame Polysaccharide übergeführt werden. Ferner kann ein Sinken von Szg verursacht werden durch das Wachstum oder durch elastische Aenderungen der Zellwand, denn zwei Zellen, die in normalem Zustand den gleichen Inhalt besitzen, zeigen nur dann denselben Szg-Wert, wenn sie auch die gleiche Wandkontraktion aufweisen (vgl. ferner II4, S. 59).

11 % der untersuchten Objekte wiesen aber ein umgekehrtes Verhalten auf, indem der Endwert über dem Anfangswert lag. Es handelt sich dabei vor allem wieder um Sumpfpflanzen, deren Sin sich nach Müller-Stoll (1938, S. 361) gleich verhält; bei ihnen dürfte durch Ueberbilanz die assimilatorische Leistung gefördert werden.

## VII. Bedeutung der Szg-Regulation für die Wasserversorgung.

Für die Aufnahme, die Abgabe und die Leitung des Wassers ist von den osmotischen Zustandsgrössen selbstverständlich allein  $Sz_n$  massgebend. Trotzdem besitzt auch  $Sz_g$  in diesem Zusammenhang ein Interesse, insofern es  $Sz_n$  beeinflusst. Einmal ist evident, dass ohne osmotisch wirksame Substanz eine osmotische Saugkraft unmöglich ist; ferner muss ceteris paribus mit steigendem  $Sz_g$  auch  $Sz_n$  zunehmen und umgekehrt.

Gefährlicher Unterbilanz können die Pflanzen begegnen durch Erleichterung der Wasseraufnahme (z. B. Tiefwurzler, günstiger Standort, günstige Vegetationszeit, hohe Saugkräfte), durch Erschwerung der Transpiration (Reduktion der stomatären und kutikulären Komponente, günstiger Standort, günstige Vegetationszeit), durch Wasserspeicher verschiedenster Art und vor allem auch durch Austrocknungsresistenz.

Die Fähigkeit,  $Sz_g$  zu erhöhen, ist besonders bei jenen Pflanzen zu erwarten, denen andere Schutzmittel gegen schädliche Unterbilanz in ausreichendem Masse fehlen.

Zu den Pflanzen, die bei starker Trockenheit des Bodens und besonders in schneefreien und windigen Kälteperioden gefährdet erscheinen, gehören die *Immergrünen*. Die von mir untersuchten Vertreter dieser Gruppe zeigten fast durchgehend hohe Sz<sub>g</sub>-Maxima (*Rhododendron* 61,1, *Pachysandra* 41,5, *Globularia* 40,4, *Erica* 38,8, *Vinca* 36,7,

Potentilla 35,2, Hyssopus 29,4 Atm.). Hierher gehören auch das Assimilationsparenchym von Picea (48,9 Atm.) und die Palisaden von Helleborus (58,9 Atm.), während die Epidermis von Helleborus nur bis auf 23,8 Atm. steigt.

Hohe Anpassungsfähigkeit ist auch bei Halophyten leichtverständlich, da die Salze der Bodenlösung bei stärkerer Konzentration bedeutende Saugkräfte entwickeln, welche die Pflanze bei der Wasseraufnahme überwinden muss. Das hohe Maximum von 105 Atm. erhielt ich bei Beta maritima in Salzlösung.

Das höchste von mir gemessene Sz<sub>g</sub>-Maximum von 291 Atm. fällt auf die Luftalge *Trentepohlia aurea*, die in doppelter Weise gegen die so leicht sich einstellende Unterbilanz geschützt erscheint: einmal durch ihre Austrocknungsresistenz, während der hohe Sz<sub>g</sub>-Wert (d. h. die durch ihn bedingte hohe Saugkraft) der Austrocknung wirkungsvoll entgegenarbeitet und dadurch möglichst lange die Assimilation erlauben dürfte.

Sehr hohe  $Sz_g$ -Maxima müssen auch von den Schimmelpilzen entwickelt werden, die noch auf ziemlich trockenen Substraten leben können. Aus dem Dampfdruck, bei dem die Hyphen von Aspergillus glaucus in meinen Versuchen noch wuchsen, kann auf eine maximale Saugkraft  $(Sz_n)$  dieser Hyphen bis zu 286 Atm. geschlossen werden.

Das Fehlen der Fähigkeit, bei Unterbilanz hohe Sz<sub>g</sub>-Maxima zu ent wickeln, ist bei jenen Pflanzen zu erwarten, die auf andere Weise ausreichend geschützt sind. So betrugen in meinen Versuchen die Sz<sub>g</sub>-Maxima in der Laubblattepidermis der meist frühblühenden Geophyten 16,9—18,2 Atm. (Narcissus, Uvularia, Convallaria); in der Perianthepidermis 12,5—25 Atm. (Leucojum, Colchicum, Crocus, Narcissus, Tulipa).

Durch erleichterte Absorption sind die Tiefwurzler vor starker Unterbilanz geschützt und zeigen auch bei starker Unterbilanz keinen bedeutenden Sz<sub>g</sub>-Anstieg, damit harmoniert die Saugkraft der verschiedenen Böden, wie die Untersuchungen von Waeffler (1939) zeigen, welche sich, mit Ausnahme des Sandbodens, in Tiefen unter 30 cm nur wenig ändert. In meinen Versuchen erreichten die Tiefwurzler Lupinus albus, Carlina vulgaris und Rumex Acetosa in der obern Blattepidermis nur Sz<sub>g</sub>-Maxima von 12,5 bis 19,1 Atm.

Niedere Sz<sub>g</sub>-Maxima wurden auch an Pflanzen mit Wasserspeichern beobachtet. Vor allem lagen sie tief in der Blattepidermis der Sukkulenten Aeonium und Crassula (8,2—11,8 Atm.), bei Sempervivum dagegen stieg der Sz<sub>g</sub>-Wert bis auf 22,5. Dass Sempervivum bei abnormal starker Unterbilanz auch Werte von über 100 Atm. aufweisen kann (Ursprung und Blum, 1938) wurde schon S. 53 erwähnt. Ferner betrug das Sz<sub>g</sub>-Maximum in der Epidermis der Zungenblüte von Chrysanthemum Leucanthemum nur 11,2 Atm.; vermutlich stellt der Blüten-

boden auch hier ein Wasserreservoir dar, wie dies Gehler (S. 95) für

Chrysanthemum indicum angibt.

Durch günstigen Standort sind die Schatten- und Wasserpflanzen vor Unterbilanz geschützt. So ergaben meine Sz<sub>g</sub>-Messungen bei Arum Maxima von 7,9—11,2 Atm. In der obern Blattepidermis der Wasserpflanzen erreichten Ranunculus Flammula, Menyanthes trifoliata und Apium nodiflorum ihre Sz<sub>g</sub>-Maxima von 14,1—19,1 Atm. bei Ueberbilanz, Hydrocotyle dagegen bei Unterbilanz. Unter dem Einfluss von NaCl-Lösungen stieg aber Sz<sub>g</sub> beträchtlich an, bei Elodea von 10,3 auf 23,8 Atm., bei Spirogyra von 11,8 auf 17,6 Atm.

Der einzige untersuchte Vertreter der Austrocknungsresistenten

Asplenium Ceterach erreichte ein Maximum von 17,6 Atm.

## VIII. Zusammenfassung.

- 1. Bei 75 Pflanzen verschiedener systematischer und ökologischer Gruppen wurde in der Epidermis von Laub- oder Perianthblättern die Aenderung der Saugkraft bei Grenzplasmolyse  $(Sz_g)$  durch Wasserunter- und -überbilanz bis zum Absterben verfolgt.
- 2. In den Unterbilanzversuchen stieg Sz<sub>g</sub> in 69 von 95 Messungsserien deutlich an, um 3,1 bis 168 Atm. oder 15 bis 223 %. Der Rest zeigte geringe Aenderungen und ganz vereinzelt (Blätter von Ranunculus Flammula, Menyanthes trifoliata, Asplenium Ceterach und Perigon von Narcissus poeticus und Lilium tigrinum) fortwährendes Sinken von Sz<sub>g</sub>.
- 3. In den Ueberbilanzversuchen ergaben 72 von 87 Messungsserien ein deutliches Sinken der Sz<sub>g</sub>-Werte, um 1,1 bis 51,7 Atm. oder 5,3 bis 66 %. In den übrigen Fällen war die Erniedrigung gering und vereinzelt (Ranunculus Flammula, Menyanthes trifoliata, Apium nodiflorum, Hydrocotyle vulgaris, Phyllitis Scolopendrium und Beta maritima) erfolgte fortwährendes Ansteigen.
- 4. Das Maximum bei Ueber- und das Minimum bei Unterbilanz fand ich in den Blättern von Ranunculus Flammula, Menyanthes trifoliata, Apium nodiflorum, Asplenium Ceterach und im Perigon von Lilium tigrinum und Narcissus poeticus; das Maximum und Minimum bei Unterbilanz zeigten die obern Blattepidermen von Arum und Helleborus, sowie die Perigonepidermen von Galtonia, Colchicum und Crocus; das Maximum und Minimum bei Ueberbilanz erreichte die Blattepidermis von Crocus.
- 5. Die höchsten Maxima fand ich bei Trentepohlia (291,4 Atm.) und Aspergillus (Sz<sub>n</sub> 287 Atm.), es folgten Beta maritima (105,5 Atm. in NaCl-Lösung) und die Winterwerte von Rhododendron (61,1 Atm.), Pachysandra (41,5 Atm.) und Globularia (40,4 Atm.). Die tiefsten

Maxima zeigten die Blattepidermen von Arum (7,9 Atm.), Nicotiana (8,5 Atm.) und Crassula (8,2 Atm.).

- 6. Die Gesamtamplitude schwankte zwischen 2,3 (Arum) und 219,7 Atm. (Trentepohlia) oder 17 (Campanula) und 552 % (Digitalis) des Minimums; sie erreichte die grössten Werte bei den Pflanzen mit Ansteigen bei Unter- und Sinken bei Ueberbilanz: Trentepohlia (219,7 Atm.), Epidermis von Rhododendron (39,7 Atm.), Digitalis nervosa (34,2 Atm.), Vinca major (27,9 Atm.) und Palisaden von Helleborus (34,3 Atm.).
- 7. Trotz dieser teilweise ausserordentlich hohen Schwankungen des Sz<sub>g</sub>-Wertes sind damit die maximal möglichen Sz<sub>g</sub>-Amplituden noch nicht erreicht, da ich mehrere, auf Sz<sub>g</sub> stark einwirkende Aussenfaktoren bei meiner Methode nicht herbeigezogen habe. Hieraus folgt, dass die von Walter (1931, S. 61) und andern Autoren ausgesprochene Behauptung, Sz<sub>g</sub> ändere sich nur unbedeutend, unrichtig ist. Somit können auch die durch Kryoskopie erhaltenen Si<sub>n</sub>-Mittel kein Mass sein für die Aenderungen der Wasserbilanz.

#### Literaturverzeichnis.

- Artari, A.: Der Einfluss der Konz. der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grüner Algen. 1. Jahrb. f. wiss. Bot. 1904, 40. 593.
- Asai, T.: Untersuchungen über die Bedeutung des Mannits im Stoffwechsel einiger höherer Pflanzen. I. Teil: Jap. Journal of Bot. 1932, 6. 63. II. Teil: Jap. Journal of Bot. 1937, 8. 343.
- Bächer, J.: Ueber die Abhängigkeit des osmotischen Wertes von einigen Aussenfaktoren. Beihefte Bot. Centralbl. 1920, 37. I. 63.
- Bärlund, H.: Permeabilitätsstudien an Epidermiszellen von Rhoeo discolor. Acta Bot. Fennica 1929, 5. 1.
- Bauer, J.: Ueber die tagesperiodischen Schwankungen der Saugkraft der Zelle bei Grenzplasmolyse (noch nicht veröffentlicht).
- Beck, W.A.: Cane sugar and potassium nitrate as plasmolysing agents. Protopl. 1927, 1. 15.
  - The effect of drought on the osmotic value of plant tissues. Protoplasma 1930, 8. 70.
- Bersin, Th.: Kurzes Lehrbuch der Enzymologie. Leipzig 1939.
- Binz, E.: Untersuchungen über die Dürreresistenz verschiedener Getreidesorten bei Austrocknung des Bodens. 1. Jahrb. f. wiss. Bot. 1939, 88. 470.
- Blagowestschenski, A.W.: Untersuchungen über die osmotischen Werte bei Pflanzen Mittelasiens. Jahrb. f. wiss. Bot. 1929, 69. 191.
- Blum, A.: Beiträge zur Kenntnis der annuellen Pflanzen. Bot. Archiv 1925, 9, 3.

   G.: Zur Kenntnis der Grösse und Schwankung des osmotischen Wertes.

  Inaugural-Diss. Frib. 1916.
  - Untersuchungen über die Sgk. einiger Alpenpflanzen. Beih. Bot. Centralbl. 1926, 43.
- Boas, F.: Deskriptive und dynamische Biologie. Chronica Botanica 1939, 74. 697.

- Braun-Blanquet, J. und Walter, H.: Zur Oekologie der Mediterranpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1931, 74. 697.
- Buhmann, A.: Kritische Untersuchungen über vergleichende plasmolytische und kryoskopische Bestimmungen des osmotischen Wertes bei Pflanzen. Protoplasma 1935, 23. 579.
- Chien-Ren, Chu.: Der Einfluss des Wassergehaltes der Blätter auf ihre Lebensfähigkeit usw. Flora 1936/37, 30. 384.
- Gehler, G. Sr.: Ueber das gegenseitige Verhalten von Sz<sub>g</sub> und O<sub>g</sub>. Inaug.-Diss. Frib. 1930.
- Harder, R.: Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyceen, hauptsächlich dem endophytischen Nostoc punctiforme. Zeitschr. f. Bot. 1917, 9. 145.
- Härtel, O.: Pflanzenökologische Untersuchungen an einem xerothermen Standort bei Wien. Jahrb. f. wiss. Bot. 1936, 83. 1.
- Huber, B.: Xerophyten. Handw. der Naturw., 2. Aufl. 10. 702.
- Hikmet Ahmet Birand.: Untersuchungen zur Wasserökologie der Steppenpflanzen bei Ankara. Jahrb. f. wiss. Bot. 1938, 87. 93.
- Höfler, K.: Plasmolyseverlauf und Wasserpermeabilität. Protoplasma 1931, 12. 564.
- Hofmeister, L.: Verschied. Permeabilitätsreihen bei einer und derselben Zellreihe von Ranunc. repens. Jahrb. f. wiss. Bot. 1938, 86. 401.
- Howland, L.: The moisture relations of Terrestrial Algae. IV. Periodic Observations of *Trentepohlia aurea*. Annals of Bot. 1929, 43. 173.
- Iljins, W. S.: Einfluss des Welkens auf die Atmung der Pflanzen. Flora 1923, 16. 379.
- Der Einfluss der Standortsfeuchtigkeit auf den osmot. Wert bei Pflanzen. Planta 1929, 7. 45.
- Kaltwasser, J.: Assimilation und Atmung von Submersen als Ausdruck ihrer Entquellungsresistenz. Protoplasma 1938, 29. 498.
- Kessler, W.: Ueber die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. Planta 1935, 24. 312.
- Kessler, W. und Ruhland, W.: Weitere Untersuchungen über die inneren Ursachen der Kälteresistenz. Planta 1938, 28. 159.
- Knodel, H.: Eine Methodik zur Bestimmung der stofflichen Grundlagen des osmotischen Wertes von Pflanzensäften. Planta 1938, 28. 704.
- Laisné, G.: Les variations de la pression osmotique du suc de tissus de diverses plantes au cours de la fanaison artificielle. Revue Gén. de Bot. 1939, 51. 385.
- Lambrecht, E.: Beitrag zur Kenntnis der osmotischen Zustandsgrössen einiger Pflanzen des Flachlandes. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1929, 17. 87.
- Laué, E.: Untersuchungen an Pflanzenzellen im Dampfraum. Flora 1938, 32. 193.
- Mägdefrau, K.: Untersuchungen über die Wasserdampfaufnahme der Pflanzen. Zeitschr. f. Bot. 1930, 24. 417.
- Meier, J.: Zur Kenntnis des osmot. Wertes der Alpenpflanzen. Inaug.-Diss. Frib. 1916.
- $M\,e\,r\,k\,t$ , P. C.: Zur Kenntnis des Og-Wertes einiger Koniferennadeln. Beilage z. Jahresbericht 1937/1938 der Stiftsschule Einsiedeln.
- Michaelis, P.: Oekologische Studien an der alpinen Baumgrenze. IV. Zur Kenntnis des winterlichen Wasserhaushaltes. Jahrb. f. wiss. Bot. 1934, 80. S. 169.
- Montfort, C.: Physiologische und Pflanzengeographische Seesalzwirkungen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1926, 65. 502.

- Mothes, K.: Zur Kenntnis des N-Stoffwechsels höherer Pflanzen. Planta 1931, 12. 379.
- Müller, A.: Vergleichende Messungen von Og mit KNO3 und Rohrzucker. Diss. Frib. (noch nicht veröffentlicht).
- Müller-Stoll, W. R.: Oekologische Untersuchungen an Xerothermpflanzen des Kraichgaus. Zeitschr. f. Bot. 1935, 29. 161.
  - Wasserhaushaltsfragen bei Sumpf- und emersen Wasserpflanzen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1938, 56. 355.
- Müller-Thurgau, H.: Ueber Zuckeranhäufung in Pflanzentheilen in Folge niederer Temperatur. Landw. Jb. 1882, 11. 751.
- Pisek, A. und Cartellieri, E.: Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen. I. Sonnenpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1931, 75. 195. II. Schattenpflanzen. id. S. 643.
- Pittius, G.: Ueber die stofflichen Grundlagen des osmotischen Druckes bei Hedera Helix und Ilex Aquifolium. Bot. Arch. 1935, 37. 43.
- Pringsheim, E.: Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906, 43. 89.
- Renner, O.: Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes javanischer Kleinepiphyten. Planta 1933, 18. 215.
- Repp, G.: Oekologische Untersuchungen im Halophytengebiet am Neusiedlersee. Jahrb. f. wiss. Bot. 1939, 88. 554.
- Rouschal, E.: Eine physiologische Studie an Ceterach officinarum. Flora 1938, 32. 305.
- Schmidt, H.: Plasmazustand und Wasserhaushalt bei Lamium maculatum. Protoplasma 1939, 33. 25.
- Schröter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1926.
- Simonis, W.: Untersuchungen über die Abhängigkeit des osmot. Wertes vom Bodenwassergehalt bei Pflanzen verschiedener ökologischer Gruppen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1936, 83, 191.
- Steiner, M.: Zur Oekologie der Salzmarschen der nordöstlichen Vereinigten Staaten von Nordamerika. Jahrb. f. wiss. Bot. 1934, 81. 94.
  - Die Zusammensetzung des Zellsaftes bei höheren Pflanzen in ihrer ökologischen Bedeutung. Ergeb. d. Biolog. 1939, 17. 151.
- Stocker, O.: Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heideund Moorpflanzen am Standort. Zeitschr. f. Bot. 1923, 15. 1.
- Thren, R.: Jahreszeitliche Schwankungen des osmotischen Wertes verschiedener ökologischer Typen in der Umgebung von Heidelberg. Zeitschr. f. Bot. 1934, 26. 449.
- Tröndle, A.: Die Aufnahme von Salzen in die Pflanzenzelle. Denkschriften der Schweiz. Naturf. Ges. 1922, 58. Abh. 1.
- Ursprung, A.: Die Messung der osmotischen Zustandsgrössen pflanzlicher Zellen und Gewebe. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmeth., Abt. XI, Teil 4, 1109—1572.
  - und Blum, G.: Ueber den Einfluss der Aussenbedingungen auf den osmot. Wert. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1916, 34. 123.
  - und Blum, G.: Zur Kenntnis der Saugkraft III. Hedera Helix. Abgeschnittenes Blatt. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1919, 37. 453.
  - und Blum, G.: Ueber die Saugkraft des Sempervivum-Blattes. Festschrift Jaccard 1938 (nicht im Druck erschienen).
- Vidic, P. S.: Diss. Frib. (Noch nicht veröffentlichte Messungen.)
- Vries, H. de: Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1884, 14. 427.
- Volk, O. H.: Beiträge zur Oekologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. Zeitschr. f. Bot. 1931, 24. 81.

- Volk, O. H.: Untersuchungen über das Verhalten der osmotischen Werte von Pflanzen aus steppenartigen Gesellschaften und lichten Wäldern des mainfränkischen Trockengebietes. Zeitschr. f. Bot. 1937, 32. 65.
- Waeffler, R.: Untersuchungen über die Saugkraft des Bodens. B.B.C. 1939, 59. 275.
- Walderdorff, M.: Ueber Kultur von Pollenschläuchen und Pilzmycelien auf festem Substrat bei verschiedener Luftfeuchtigkeit. Bot. Arch. 1924, 6. 84. Walter, H.: Plasmaquellung und Wachstum. Zeitschr. f. Bot. 1924, 16. 353.
  - Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung. Jena 1931.
  - und Walter, E.: Oekologische Untersuchungen des osmot. Wertes bei Pflanzen aus der Umgebung des Balatons in Ungarn während der Dürrezeit 1928. Planta 1929, 8. 571.