

Über die Transpiration bei Fucus.

Von

Ernst G. Pringsheim.

Mit 4 Textfiguren.

Wenn man sieht, wie die *Fucus*-Arten an steilen, ins Meer abfallenden Klippen oder Hafenmauern während der Ebbe trocken gelegt, dem Wind und der Sonne ausgesetzt werden, so ist es ohne weiteres klar, daß sie während dieser Zeit erhebliche Wassermengen durch Verdunstung verlieren müssen. Die oft beschriebene und meist deutlich hervortretende Zonenbildung, die dadurch entsteht, daß von den drei in der Nordsee vorkommenden Arten *F. platycarpus* die höchsten, *F. vesiculosus* die mittleren und *F. serratus* die tiefsten Standorte besiedelt, legt den Gedanken nahe, daß diese Erscheinung irgendwie mit der Transpiration zusammenhängen könne. Am einfachsten wäre die Vorstellung, daß *F. platycarpus* am besten, *F. serratus* am wenigsten gegen Wasserverlust geschützt ist; doch wäre es ebensogut möglich, daß die drei Arten einen an sich gleich großen Wasserverlust verschieden gut vertragen. Und schließlich kommen für diese ökologischen Verhältnisse noch manche anderen physiologischen Eigenschaften in Betracht, wie z. B. die Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung des Regens, des Frostes, des Lichtes und dergleichen, die auch zu ermitteln wären.

Als ich während eines Aufenthaltes an der biologischen Anstalt auf Helgoland im August 1922 das gekennzeichnete Problem in Angriff zu nehmen begann, zeigte es sich, daß vorerst einige grundsätzliche Fragen zu klären waren, bevor vergleichende Versuche Erfolg versprechen konnten. Es scheinen bisher Transpirationsversuche an Tangen nicht vorzuliegen, bei denen offensichtlich andere Verhältnisse vorliegen als bei Landpflanzen. Das ist in der ab-

weichenden physiologischen Organisation des Algenthallus begründet, die, soweit sie hier in Frage kommt, weiter unten kurz erläutert werden soll.

Die Hauptversuche wurden mit *F. serratus* angestellt, daneben aber auch die beiden anderen Arten herangezogen, ohne daß freilich vergleichbare Ergebnisse mit den verschiedenen Arten erzielt wurden. Letzteres hat seinen Grund darin, daß die Oberflächengröße des Thallus nicht bestimmt werden konnte. Die Transpirationsverluste wurden deshalb prozentual auf gleiches Gewicht bezogen, was nur bei einigermaßen ähnlicher Gestalt zu vergleichbaren Werten führt. Nun hatte aber *F. serratus* in der zu den Versuchen benutzten Jahreszeit z. T. seine flachen „Fruchtkörper“. *F. vesiculosus* fruchtete damals nicht; er hat dafür aber die Blasen; *F. platycarpus* trug wiederum massenhaft die hier mehr rundlichen Fruchtkörper. Alle diese Gebilde vermehren natürlich das Volumen im Verhältnis zur Oberfläche und erschweren dadurch den Vergleich, um so mehr als die Fruchtkörper, wie wir noch sehen werden, sich beim Austrocknen anders verhalten als der übrige Thallus. Die dadurch bedingten Schwierigkeiten werden bei geeigneter Versuchsanstellung zu überwinden sein; aber diese Aufgabe mußte späteren Untersuchungen überlassen bleiben.

Die Methodik war die denkbar einfachste. Das von den bei Ebbe freigelegten Standorten auf Felsen bei der Düne oder am Westufer von Helgoland geholte Material wurde ausgesucht, unter Zuhilfenahme von Seewasser oberflächlich gereinigt und durch Abschwenken und Abtropfen vom anhaftenden Wasser befreit. Die zum Versuch dienenden Stücke wurden dicht über einer Gabelung abgeschnitten und nach Bestimmung ihres Gewichtes im Laboratorium über ausgespannte Bindfäden gehängt. Da Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt der Luft wechselten und nicht eigens gemessen wurden, waren streng genommen nur nebeneinander gleichzeitig ausgeführte Messungen vergleichbar. Gewogen wurde auf einer Apothekerwaage mit Hornschalen auf zehntel Gramm.

Die ersten Versuche dienten der Frage, ob verschieden schwere Stücke in bezug auf den prozentualen Wasserverlust soweit übereinstimmten, daß mit Hilfe eines nicht zu großen Materiales brauchbare Durchschnittswerte zu erhalten waren. Es zeigte sich, daß die Differenzen doch ziemlich erheblich waren, daß aber bei nicht zu großen Ansprüchen an die Genauigkeit doch gewisse Ergebnisse deutlich hervortraten. Da ich mich in der Zahl der zeitraubenden

Wägungen beschränken mußte, wurden nur 3—4 Stücke für jeden Versuch genommen. Würde die Arbeit durch Benutzung von Hebelwagen, an denen das Gewicht unmittelbar abgelesen werden kann, erleichtert werden, könnte man bessere Durchschnittswerte durch Verwendung von 10—20 Stücken bekommen. Zunächst kann es sich somit leider nur um einen ersten Anfang handeln.

1. Ich gebe zunächst als Beispiel einen Versuch mit fünf Thallus-Stücken von *Fucus serratus*, aus dem man den Genauigkeitsgrad der Wägungsergebnisse ersehen kann.

Tabelle I.

Gewicht im frischen Zustand in g	Nach Stunden			
	16		39	
	Gewicht g	Prozent vom Frischgewicht	Gewicht g	Prozent vom Frischgewicht
28,1	12,3	46	7,8	28
29,5	13,6	46	8,5	29
32,3	16,2	50	10,0	30
35,9	16,9	47	11,4	32
48,7	24,6	53	14,9	30
Durch- schnitt } 34,9	16,7	48	10,5	30

Wenn man also die Stücke nach ihrem Gewicht anordnet und nach einiger Zeit wieder wiegt, so bleibt die Reihenfolge dieselbe. Daraus geht schon hervor, daß der Gewichtsverlust zum Anfangsgewicht in einer gewissen Beziehung stehen muß. Rechnet man dann aus, wieviel Prozent vom Frischgewicht nach einer gewissen Zeit noch übrig ist, so ergibt sich, daß die Werte nicht so sehr verschieden untereinander sind, obgleich das kleinste Stück nur 57% des größten wiegt. Es ist also möglich, den Durchschnittswert zu verwenden, zumal wenn darauf geachtet wird, daß die Anfangsgewichte nicht so stark verschieden sind wie in Tabelle I. Unter dieser Voraussetzung kann man sogar, wie der nächste Versuch zeigen wird, schon mit drei Stücken auskommen. Immerhin macht sich doch die Andeutung eines gewissen Ganges der Wasserverluste bemerkbar: Die kleinsten Stücke haben nach 16 Stunden mehr transpiriert als die größten. Das war zu erwarten, da die Thalluslappen sich teilweise etwas decken und um die großen Stücke bei fast ruhiger Luft etwas mehr Wasserdampf sich anhäufen wird, als um die kleinen. Was die Beschaffenheit der Stücke nach

Wasserverlust anbelangt, so waren nach 16 Stunden die Spitzen hart. Nach 39 Stunden waren die Thalli noch durchaus nicht spröde, obgleich sie nun „lufttrocken“ waren; denn nach weiteren 5 Tagen war ihr Gewicht ungefähr dasselbe geblieben. Es schwankte etwas mit dem Dampfgehalt der Luft, soweit er ohne besondere Messung an der Witterung erkennbar war. Das Endgewicht der lufttrockenen Thalli war bei *Fucus serratus* auch in anderen Versuchen etwa 30% des Frischgewichtes. Jetzt war natürlich keine Beziehung zwischen der Größe der Stücke und dem relativen Wasserverlust mehr zu erwarten, da Gleichgewicht mit der Wasserdampftension der Luft erreicht war.

2. Ganz entsprechend fiel der nächste Versuch mit 3 Stücken von *Fucus serratus* aus. Hier differierten die Anfangsgewichte weniger. Eine Wägung wurde schon nach 8 Stunden vorgenommen. Außerdem wurde der Versuch länger fortgesetzt.

Tabelle II. *Fucus serratus*.

Gewicht im frischen Zustand in g	Nach Stunden					
	8		24		48	
	Gewicht g	Prozent vom Frischgewicht	Gewicht g	Prozent vom Frischgewicht	Gewicht g	Prozent vom Frischgewicht
25,6	15,3	59	11,0	40	10,3	40
26,4	17,0	64	11,8	44	11,0	40
32,4	22,3	69	14,6	45	11,9	39
Durchschnitt } 28,1	18,2	64	12,5	43	11,1	40

Wieder sehen wir, daß der prozentuale Wasserverlust um so geringer ist, je größer die Stücke sind, daß aber diese Differenzen sich allmählich ausgleichen. Schon nach 8 Stunden ist die transpirierte Wassermenge sehr erheblich, denn sie beträgt 36% des Frischgewichtes. Die Pflanzen sind aber bis auf die Spitzen noch weich und sicher lebensfähig. Nach einem Tag sind sie allerdings fast steif, nur das größte Stück ist noch etwas weicher. Die anderen beiden sind fast oder ganz lufttrocken. Das Trockengewicht ist hier scheinbar etwas größer, weil die Stücke anfangs nicht ganz frisch waren.

3. Der dritte Versuch (Tab. III, Fig. 1 u. 2) wurde nun mit je drei Stücken von allen drei Arten angestellt, und die Wägungen wurden anfangs alle 2 Stunden vorgenommen. Man sieht, daß schon

nach 2 Stunden überall ein erheblicher Wasserverlust eingetreten ist, der bei *F. serratus* und *vesiculosus* 9—10% beträgt, bei *F. platycarpus* aber nur 7%.

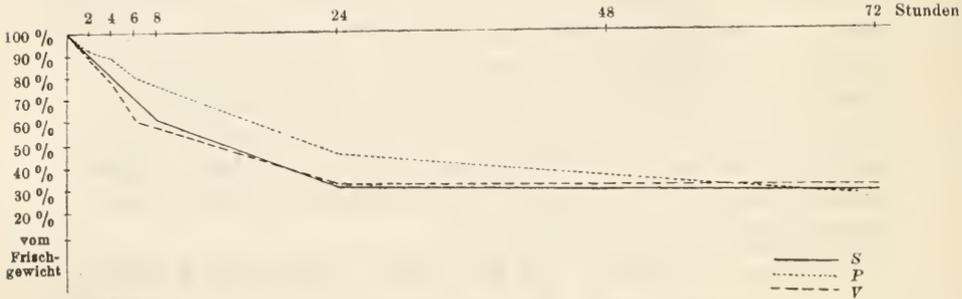


Fig. 1 und 2 (zu Tab. III, Vers. 3).

P = *F. platycarpus* *S* = *F. serratus* - - - - - *V* = *F. vesiculosus* ———.

Den Kurven sind die auf das Frischgewicht = 100 bezogenen relativen Gewichte nach 2, 4, 6, 8, 24, 48 und 72 Stunden zugrunde gelegt.

Auch weiterhin verliert *F. platycarpus* weniger schnell Wasser als die beiden anderen Arten. Man könnte darin einen Hinweis auf einen Zusammenhang mit dem Standort sehen, da ja diese Art

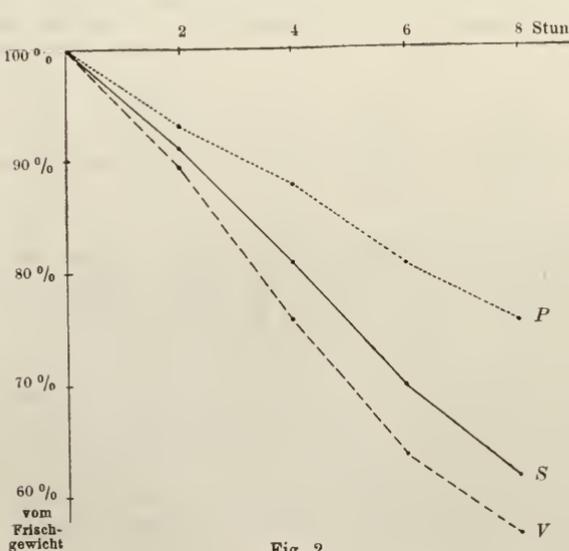


Fig. 2.

höher hinauf geht als jene, also länger trockengelegt wird. Zur Vorsicht in der Deutung mahnt aber die Tatsache, daß *F. vesiculosus* nicht, wie dann zu erwarten wäre, langsamer austrocknet als *Fucus serratus*, sondern schneller. Offenbar ist also die Sache anders zu deuten. Wahrscheinlich sind es

die dicken, schleimigen Fruchtkörper, die das Austrocknen erschweren. Diese sind in meinen Versuchen den beiden langsamer trocknenden Arten gemeinsam. Verfolgen wir den weiteren Ver-

Tabelle III.

Gewicht im frischen Zustand in g	Nach Stunden								Nach Tagen							
	2		4		6		8		24		2		3		4	
	Gewicht g	Prozent vom Frisch- gewicht														
<i>Fucus serratus.</i>																
22,8	20,8	91	18,3	80	70	15,9	14,0	61	7,6	33	7,6	33	7,3	32		
25,2	23,0	91	20,0	79	70	17,5	15,3	61	7,9	31	7,9	31	7,5	30		
40,6	37,2	91	33,5	83	71	28,9	25,5	63	11,8	29	11,1	27	10,5	26		
Durchschnitt	27,0	91	23,9	81	70	20,8	18,3	62	9,1	31	8,9	30	8,4	28,5	8,1	28
<i>Fucus vesiculosus.</i>																
16,6	14,5	87	12,0	72	60	10,0	8,6	52	4,8	29	5,2	31	4,9	30		
23,2	20,9	90	17,9	77	64	14,8	13,2	57	7,2	31	7,6	33	7,2	31		
26,7	24,1	90	20,8	78	67	17,8	16,0	60	9,2	34	9,1	34	8,6	32		
Durchschnitt	19,8	89,5	16,9	76	64	14,2	12,6	57	7,1	32	7,3	33	6,8	31	6,7	30
<i>Fucus platycarpus.</i>																
29,2	26,3	90	25,2	86	79	23,0	21,4	73	12,2	42	9,5	32,5	8,0	27		
33,1	31,3	94	29,1	88	82	27,2	25,8	78	16,6	50	12,3	37	9,5	29		
36,0	34,0	94	31,8	88	82	29,4	27,9	78	16,3	45	12,1	34	9,9	28		
Durchschnitt	30,5	93	28,7	88	81	26,5	25,0	76	15,0	46	11,3	34,5	9,1	28	8,2	25

lauf der Gewichtsabnahme, so sehen wir, daß *F. serratus* und *F. vesiculosus* nach 24 Stunden annähernd das Endgewicht erreicht haben, also „lufttrocken“ geworden sind, während *F. platycarpus* noch weiter an Gewicht abnimmt. Schließlich aber verliert die letztgenannte Art sogar mehr an Gewicht als die beiden anderen Arten. Dies kann zwar keine ökologische Bedeutung haben, ist für die Deutung aber doch von Belang, weil daraus hervorgeht, daß *F. platycarpus* einen höheren Wassergehalt hat als die anderen. Ihm schließt sich in der Beziehung *F. serratus* zunächst an, während *F. vesiculosus* den geringsten Wassergehalt hat. Das ist kaum anders zu deuten als auf Grund der Fruchtkörper; die vermöge ihrer Schleimmassen am meisten Wasser, also am wenigsten feste Substanz enthalten.

Daraus wäre zu schließen, daß der Schleim die Wasserverdunstung herabsetzt, was unten zu schildernde Versuche bestätigen. Demnach wären also die aus der Tab. III ersichtlichen Ergebnisse kaum in ökologischer Hinsicht zu verwerten, vielmehr darauf zurückzuführen, daß zur Zeit der Versuche zufällig zwei der Arten Fruchtkörper trugen, die dritte nicht. Sehen wir uns die Zahlen weiter an, so erkennen wir dieselben Gesetzmäßigkeiten, die schon bei den ersten Versuchen besprochen worden sind. Die Gewichtsverluste sind am ersten Tage wieder im großen ganzen um so geringer, je größer das Anfangsgewicht ist. Nur bei der ersten Wägung ist das noch kaum ersichtlich, offenbar, weil nicht nur zwischen den Thalluslappen, sondern auch auf den übrigen Oberflächen noch Wasser vorhanden ist. Zuletzt werden schließlich diese Unterschiede unregelmäßig, weil man sich dem Endzustand nähert.

Verfolgen wir nun noch den Gang der Gewichtsabnahme, wie er am besten aus der Kurventafel 1 ersichtlich ist, so finden wir in der ersten Zeit in gleichen Zeitabschnitten annähernd gleichen Wasserverlust, also geradlinigen Abfall der Kurven. Später nähern sie sich der Horizontalen. Nach einem Tage ist annähernd das Endgewicht erreicht. Diese Kurve entspricht ganz der Entwässerung eines Kolloides. Darauf wird zurückzukommen sein.

4. In einem weiteren Versuch wurden die zweistündigen Wägungen 12 Stunden lang fortgesetzt, um zu sehen, ob der Übergang zur Horizontalen schon nach 8 Stunden beginnt und ganz allmählich vonstatten geht oder ob vielleicht der geradlinige Abfall noch weiter schreitet, und die Kurve dann mit einem Knick sich

zur Horizontalen wendet. Ich gebe hier der Kürze wegen nur das Gesamtgewicht der vier zum Versuch verwendeten Stücke von *Fucus serratus*, da die Einzelwägungen nichts Neues zeigten. Zum Vergleich wurde eine Landpflanze, und zwar *Euphorbia helioscopia* von einem Felde auf dem Helgoländer Oberland, herangezogen. Die Versuchsanstellung war ganz die gleiche wie bei *Fucus*. Transpirationswägungen an anderen *Euphorbia*-Stücken, die in Reagenzgläsern mit Wasser standen, zeigten am ersten Tage keine erheblichen Abweichungen in der Menge des abgegebenen Wassers.

Tabelle IV.

nach Stunden	<i>Fucus serratus</i>		<i>Euphorbia helioscopia</i>	
	Gewicht	Prozent des Frischgewichtes	Gewicht	Prozent des Frischgewichtes
0	129,9	100	15,2	100
2	119,2	93,3	15,0	98
4	102,8	79	14,5	95
6	91,2	70,2	14,2	93
8	79,5	61,2	13,8	91
10	71,4	54,9	13,4	88
12	65,5	50,4	13,1	86
24	46,2	35,5	11,6	76
48			9,4	61
72			7,7	51

Diese Werte wurden in Kurve 4 eingetragen. Aus ihr ersieht man, daß der prozentuale Gewichtsabfall bei beiden Versuchspflanzen in den ersten 12 Stunden annähernd geradling verläuft, nur für *Fucus* sehr viel rascher als für *Euphorbia*. Für ersteren ist daraus zu schließen, daß der Wasserverlust, solange man sich noch nicht sehr dem Gleichgewicht mit der Atmosphäre nähert, von dem noch vorhandenen Wasser ziemlich unabhängig ist, was wiederum den Verhältnissen beim Austrocknen von Hydrogelen entspricht, bei denen ebenfalls ein nennenswerter osmotischer Druck und dadurch beeinflusste Wasserdampfspannung nicht existiert. Erst bei sehr geringem Wassergehalt macht sich die Quellungskraft des Gels bemerkbar; dann allerdings mit sehr erheblichen Kräften, wie sie sich bei unserm Untersuchungsmaterial auch in dem mit der relativen Wasserdampfsättigung der Atmosphäre wechselnden Gewicht zeigt, das auf Wasseraufnahme aus der Luft schließen läßt.

Die *Euphorbia* verhält sich darin etwas anders. Nicht nur, daß die relative Transpiration anfangs viel geringer ist, sondern es wird auch das die „Lufttrockenheit“ anzeigende, durch Gleich-

gewicht mit der Atmosphäre physikalisch gekennzeichnete Endgewicht nicht nach einem Tage wie bei *Fucus* erreicht, sondern erst ungefähr nach 3 Tagen, und auch dann zeigt sich, daß der Wassergehalt der Pflanze bedeutend niedriger ist, indem etwa die Hälfte, nicht wie dort nur der dritte Teil feste Substanz ist. Vor allem aber ist der Übergang viel allmählicher. Das ersieht man am besten aus der Kurvenfigur 3, in der für den weiteren Verlauf der Transpiration von *F. serratus* noch die Werte aus Tab. III eingetragen sind.

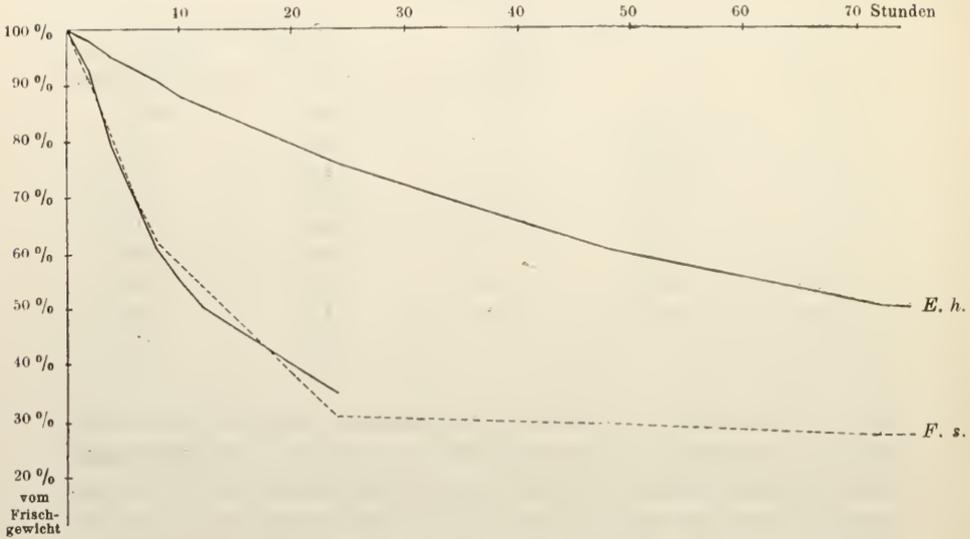


Fig. 3 (zu Tabelle III u. IV, Vers. 3 u. 4).

E. h. = *Euphorbia helioscopia* ^{Vers. 4}. *F. s.* = *Fucus serratus* ^{Vers. 8} u. ^{Vers. 4}.

Den Kurven sind die auf das Frischgewicht = 100 bezogenen relativen Gewichte nach 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 und 72 Stunden zugrunde gelegt.

Aus diesen Versuchen ergibt sich schon mit großer Wahrscheinlichkeit, daß sich die Tange nicht nur quantitativ, sondern auch grundsätzlich anders verhalten als Landpflanzen. Während bei diesen für die Transpiration die Beschaffenheit der Epidermis maßgebend ist, wird sie bei den *Fucus*-Arten und anderen Meeresalgen durch die quellungsfähigen, derb gallertartigen bis knorpeligen Zellwände des ganzen Algenthallus bestimmt. Bei den Landpflanzen ist die Kurve des Wasserverlustes zuerst bestimmt durch die Öffnungsweite der Spaltöffnungen, die sich bei meiner leicht wel-

kenden Versuchspflanze bald geschlossen haben dürften, später durch die Durchlässigkeit der Kutikula und zuletzt wohl auch durch die Konzentration des Zellsaftes, die bei zunehmendem Welken die Wasserdampfension an der Oberfläche mit bestimmen dürfte. Auf diese Verhältnisse kann hier nicht näher eingegangen werden. Bei den Tangen ist es jedenfalls anders. Die Verdunstung ist anfangs gleich der einer freien Wasseroberfläche und wird weder durch eine Kutikula behindert, noch durch die Zellinhaltsstoffe beeinflusst. Sie geht deshalb in gleichem Ausmaß weiter, bis die Kolloide der Zellwände soweit austrocknen, daß an der Oberfläche

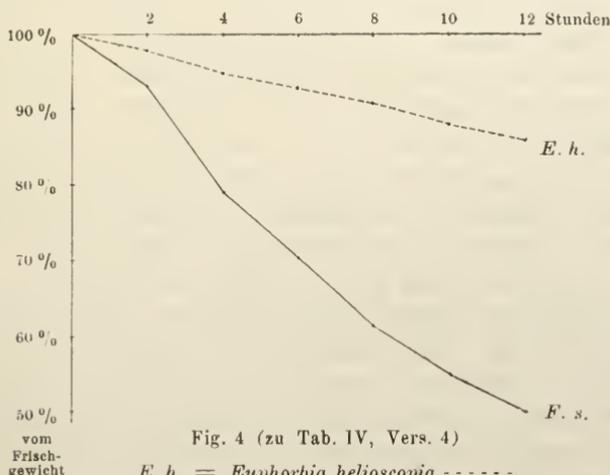


Fig. 4 (zu Tab. IV, Vers. 4)

E. h. = *Euphorbia helioscopia* - - - - -

F. s. = *Fucus serratus* ———

Den Kurven sind die auf das Frischgewicht = 100 bezogenen relativen Gewichte nach 2, 4, 6, 8, 10 und 12 Stunden zugrunde gelegt.

eine wasserarme Schicht entsteht, die einerseits durch die Quellungskraft die Wasserdampfension herabsetzt, andererseits den Nachschub durch Erschwerung der Diffusion erschwert. Da die wasserhaltende Kraft eines Hydrogels sich erst bei erheblicher Entwässerung, dann aber stark bemerkbar macht, wird die Verdunstung nun ziemlich plötzlich herabgesetzt. In diesem Zustand ist das Objekt nicht mehr weit von dem Gleichgewicht mit der Wasserdampfspannung der Atmosphäre entfernt und fühlt sich nun auch bald trocken und hart an.

Am klarsten ersieht man den Unterschied zwischen beiden Versuchsobjekten daraus, daß eine lufttrockene *Fucus*-Pflanze in

Seewasser wieder die ursprüngliche Gestalt und annähernd auch das Anfangsgewicht erlangt. Bei erneutem Austrocknen bekommt man dann dieselbe Gewichtskurve wie das erste Mal, was bekanntlich bei einer Landpflanze nicht eintritt. Daraus geht am deutlichsten hervor, daß die lebenden Zellen und ihr Turgor dabei keine Rolle spielen. Die reversible Entquellung der Zellwände ist das maßgebende.

Bei solchen Versuchen mit wieder aufgeweichten *Fucus*-Stücken ist es nötig, zum Einquellen Seewasser zu nehmen. Süßwasser verhält sich etwas anders. Dies zeigt der folgende Versuch:

5. Zwei Thallusstücke wogen frisch 35,9 und 32,3 g. Nach dem Trocknen waren die Gewichte 11,9 und 10,3. Das erste wurde in See-, das zweite in Süßwasser aufgeweicht. Nach 16 Stunden wurden beide herausgenommen. Das erste Stück zeigte sich etwas schleimiger als zuvor, das zweite war ungeheuer schleimig und zeigte an den Haargruben der Fruchtkörper gelbe Würstchen, die verquollenen Massen der Antheridien. Nach 75 Min. Abtropfen waren beide äußerlich noch etwas feucht und wurden in diesem Zustande gewogen. Das erste wog 29,6, das zweite 30,4 g. Beide Stücke haben nach dieser Zeit nicht ganz das Anfangsgewicht erreicht; denn das erste hatte 80, das zweite 94% des Frischgewichtes. In Süßwasser wird aber mehr Wasser aufgenommen als in Seewasser, und zwar ist dafür, wie besondere Versuche zeigten, aber auch ohnehin erwartet werden mußte, der Kochsalzgehalt des Meerwassers allein verantwortlich. Das entspricht ja durchaus den üblichen Verhältnissen bei Kolloiden. Auffallend ist nun aber, daß das in Süßwasser geweichte Stück zuerst langsamer Wasser abgibt als das in Seewasser gequollene, das sich, wenn man von gleichem Anfangsgewicht ausgeht, genau wie ein frisch dem Meere entnommenes verhält, obgleich es sicherlich tot ist. Nach einem Tage wog das erste Stück 14,5 g, 49% vom Anfangsgewicht, während die entsprechenden Zahlen bei dem anderen 20,1 g und 66% waren.

6. Entsprechend ist das Ergebnis nach viel kürzerem Einweichen. Die beiden Stücke 1 und 3 von Versuch 2, wieder von *F. serratus*, hatten das Frischgewicht 25,6 und 32,4 g gehabt. Nach einer Woche wogen sie 10,6 und 12,1 g, hatten also das nach 2 Tagen erreichte Gewicht annähernd beibehalten (Tab. II). Nun wurden sie 10 Min. eingeweicht, 1 in Süß-, 3 in Seewasser. Nach gründlichem Abschwenken, als sie oberflächlich glanzlos waren, wogen sie:

Tabelle V.

1.	19,5 g = 76 %	des Frischgewichtes,
2.	27,5 g = 85 " "	" " " "
nach weiteren 30 Minuten Einweichen:		
1.	25,1 g = 98 %	des Frischgewichtes,
2.	41,3 g = 127 " "	" " " "

Jetzt hat also das in Seewasser eingeweichte Stück annähernd das Anfangsgewicht erreicht, während das in Süßwasser eingeweichte dieses sogar erheblich überschritten hat. Die Ursache dafür liegt aber nur darin, daß die Stücke im Anfang nicht ganz frisch waren; andernfalls tritt das nie ein. Nach einem Tage 12,2 g = 48% und 24,4 g = 75% des Frischgewichtes. Also hat wiederum das in Süßwasser eingeweichte Stück viel langsamer Wasser verloren als das in Seewasser eingeweichte. Das gilt aber, wie weitere Versuche zeigten, nur für die erste Zeit; später wird das Verhältnis umgekehrt.

7. Die 4 Stücke von *F. serratus* von Versuch 4 (Tab. IV) hatten frisch zusammen 129,9 g gewogen, nach einem Tage wogen sie 46,2 g, also 35,5%. Sie wurden 22 Stunden in Seewasser gelegt und 50 Min. zum Abtropfen aufgehängt, worauf sie 117,7 g wogen, d. h. 91% des Frischgewichtes. Da dieses Gewicht ungefähr dem nach 2 Stunden in Versuch 4 entspricht, so wurden diese beiden einem Vergleich der Transpiration eines frischen und eines aufgeweichten *Fucus*-Thallus zugrunde gelegt.

Tabelle VI.

1. Nach 2ständiger	nach 6 Stunden	1 Tag	4 Tagen
Transpiration: 119,2 g	67 %	35,5 %	28 %
2. Aufgeweicht: 117,7 g	72 "	40 "	29 "

Daraus geht hervor, daß die aufgeweichten Stücke ungefähr im selben Tempo, wenn auch ein wenig langsamer Wasser verloren als die lebenden vom selben Wassergehalt. Ein ähnlicher Versuch, der sich an den in Tab. III niedergelegten anschloß, wurde mit Süßwasser gemacht.

8. Drei frische Thallusstücke von *F. serratus* wurden über Nacht in Süßwasser gelegt. Es traten wieder ungeheure Schleimmassen aus, die größtenteils entfernt wurden. Die prozentualen Gewichte nach verschieden langer Verdunstung wurden auf das von diesen Stücken nach $\frac{3}{4}$ stündigem Abtropfen erreichte Gesamtgewicht bezogen. Zum Vergleich wurden die nach gleich langen

Zeiten von den in Versuch 3 und 4 benutzten frischen Pflanzen erreichten Gewichte dazu gestellt.

Tabelle VII.

		Nach Stunden			
		2	4	6	24
1. Frische Pflanzen	88,6 g	81,0 g = 91 %	71,8 g = 81 %	62,3 g = 70 %	27,3 g = 31 %
2. " "	129,9 g	119,2 g = 93 "	102,8 g = 79 "	91,2 g = 70 "	46,2 g = 36 "
3. In Süßwasser gewässerte Pflanzen	98,0 g	87,7 g = 86 "	73,3 g = 79 "	68,3 g = 70 "	34,6 g = 35 "

		Nach Tagen		
		2	3	4
1. Frische Pflanzen	88,6 g	26,6 g = 30 %	25,3 g = 29 %	24,4 g = 28 %
3. In Süßwasser gewässerte Pflanzen	98,0 g	19,2 g = 20 "	17,2 g = 18 "	16,8 g = 17 "

Aus diesen Daten geht hervor, daß der relative Wasserverlust von frischen und gewässerten *Fucus*-Stücken anfangs gleich groß ist. Erst später macht sich ein erheblicher Unterschied bemerkbar, indem die in Süßwasser aufgeweichten Thalli schließlich viel mehr an Gewicht verlieren als die frischen. Das liegt aber, wie man sieht, an dem Verlust an Trockensubstanz durch die Abgabe des Schleimes und an dem erhöhten Wassergehalt durch vermehrte Quellung. Wird das Aufweichen in Seewasser vorgenommen, so sind diese Erscheinungen viel weniger hervortretend. Im ganzen hat demnach der gleichartige prozentuale Gewichtsverlust seine Ursache in der der Zeit proportionalen Wasserabgabe, der durch die Hydrogelnatur der hierfür maßgebenden Zellwände bedingt ist.

Zusammenfassung.

1. Die Transpiration des *Fucus*-Thallus ist bei ungefähr gleichartigen Stücken proportional dem Anfangsgewicht.

2. Sie schreitet am ersten Tage mit der Zeit geradlinig fort. Bei Annäherung an das der Lufttrockenheit entsprechende Gewicht macht die Kurve des Gewichtsverlustes einen Knick und geht ziemlich plötzlich in die Horizontale über.

3. Dies steht im Gegensatz zu der Transpiration welkender Landpflanzen, die an sich auf das Frischgewicht berechnet viel

geringer ist und außerdem erheblich langsamer fortschreitet, so daß ein allmählicher Übergang zum Trockengewicht stattfindet.

4. Werden trockene *Fucus*-Thalli eingeweicht, so nehmen sie in Seewasser ganz das frische Aussehen an, erreichen aber das Anfangsgewicht nicht ganz. Ihre Transpiration ist, auf gleichen Anfangswassergehalt bezogen, der frischer Stücke gleich. In Süßwasser nehmen sie mehr Wasser auf und geben dabei, besonders aus den Haargruben, große Mengen von Schleim ab, wodurch die besonders große Quellbarkeit der dort befindlichen Kolloide bewiesen wird. Die Transpiration solcher Stücke ist zunächst geringer als die frischer, das relative Trockengewicht ist aber erheblich kleiner.

5. Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß die wasserhaltende Kraft eines *Fucus*-Thallus nur von der Quellbarkeit der Zellmembranen abhängt, nicht aber von einer besonderen Oberflächenschicht oder von den osmotischen Verhältnissen der lebenden Zellen.

Prag, im Dezember 1922.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Pringsheim Ernst Georg

Artikel/Article: [Über die Transpiration bei Fucus. 244-257](#)