

apogamen Pflanze entstanden viele Blätter, die verschiedene Stufen von Verkümmerng zeigten und alle möglichen Übergänge von Sporophyt zu Gametophyt aufwiesen. Die Zellen dieser beiden Generationen gingen oft so ineinander über, dass es unmöglich war, zu entscheiden, welche Zelle zu einer, und welche zur anderen gehörten, ähnlich wie dies bei dem aposporen *Asplenium dimorphum* der Fall ist.

Darauf wurden verschiedene Regenerationsversuche gemacht mit den genannten apogamen Arten wie mit einer normalen (*Gymnogramme farinifera*). Die verkümmerten zungenförmigen Blätter, welche bei den apogamen Arten aus der Bucht hervorgehen, können sowohl auf der Spitze wie auch an der Basis regenerieren und geben bald eine neue Sprossknospe, bald ein Prothallium. Auch die Keimblätter von diesen apogamen Arten wie diejenigen der normalen *Gymnogramme farinifera* können nicht nur am Stiel, sondern aus dem Rande und aus der Oberfläche der Blattspreite regenerieren; entweder geben sie eine mehrschichtige mit den für den Sporophyten charakteristischen gewellten Zellen, Spaltöffnungen und Intercellularräumen versehene Fläche, die als ein Versuch der Pflanze erscheint zur Bildung eines neuen Blattes, oder es entsteht ein Prothallium oft mit Antheridien. Dies sind Fälle von sonst nicht beobachteter künstlich hervorgerufener Aposporie. Zu erwähnen ist noch, dass manchmal aus der Spitze des Blattes ein ganzes Büschel von Rhizoiden hervorging.

Die genauere Beschreibung der Apogamie wie auch die Resultate der Regenerationsversuche werden bald in einer ausführlicheren Arbeit erscheinen, die ich auf Anregung von Herrn Professor GOEBEL ausgeführt habe.

## 16. Hans Kniep: Über das spezifische Gewicht von *Fucus vesiculosus*.

Mit drei Textfiguren.

Eingegangen am 20. Februar 1907.

Es ist bekannt, dass *Fucus vesiculosus* in seiner Formgestaltung je nach dem Standorte, an dem er vorkommt, ausserordentliche Verschiedenheiten aufweist. Neben anderem sind es vor allem die

Luftblasen, die sowohl der Zahl wie der Grösse und Form nach ungenügend variieren, und zwar sind diese Variationen nicht nur individuelle, sondern für bestimmte Standortsformen typische und mit deren übrigen spezifischen Charakteren parallel gehende. Die Entscheidung darüber, was das mehr oder weniger reichliche Auftreten der Luftblasen oder deren völliges Fehlen für eine biologische Bedeutung hat, erfordert zunächst eine Erörterung der Frage, welchen Zweck die Schwimmblasen überhaupt für den Tang haben.

Infolge ihres Gasgehalts verringern die Blasen das spezifische Gewicht der Pflanze um ein Bedeutendes, und die einfache physikalische Folge ist die, dass ein abgerissenes, mit Luftblasen versehenes Thallusstück auf dem Wasser schwimmt, während z. B. *Fucus serratus* oder auch blasenfreie Stücke von *Fucus vesiculosus* unter-sinken. Wäre *Fucus vesiculosus* eine freischwimmende Pflanze, so würde man daran denken können, dass ihm das Oberflächenwasser die günstigsten Lebensbedingungen bietet, und dass die Blasen eine Anpassung darstellen, welche verhütet, dass die Pflanze unter andere, weniger günstige Bedingungen kommt. Nun ist aber die Lebensweise des *Fucus vesiculosus* eine festsitzende, und dadurch wird die Sachlage eine etwas andere. Es liegt nahe anzunehmen, dass von den äusseren Faktoren, die hier in Frage kommen, in erster Linie das Licht eine Rolle spielt, und dass die Luftblasen die Bedeutung haben, die Ausbreitung der Assimilationsorgane im Wasser zu erleichtern. Für diese von OLTMANN<sup>1)</sup> geäusserte Ansicht spricht auch die Verteilung der Luftblasen, welche ein senkrechtcs Aufstreben der Tange im Wasser verhindert und die assimilierende Fläche in eine schräg aufsteigende Lage bringt, wodurch eine gute Ausnutzung des Lichtes ermöglicht wird.

Die Anerkennung dieser Bedeutung macht jedoch die Frage nicht überflüssig, ob sie die einzige ist, oder ob die Luftblasen noch andere Funktionen verrichten. Da könnte man vielleicht daran denken, die höheren Wasser- und Sumpfpflanzen als Analogie heranzuziehen und die Blasen des *Fucus vesiculosus*, welche ja gasführende Intercellularräume sind, beispielsweise mit den Pneumathoden der Mangrove-Gewächse oder dem Aërenchym vieler Wasser- und Sumpfbewohner zu vergleichen. Erstere sind bekanntlich nach der zuerst von GOEBEL<sup>2)</sup> ausgesprochenen, von KARSTEN<sup>3)</sup> näher begründeten Ansicht Atemorgane und haben den Zweck, denjenigen Teilen der Pflanze, welchen infolge ihrer Versenkung im Wasser oder im

1) OLTMANN, Morphologie und Biologie der Algen, Bd. II, 1905, S. 279.

2) GOEBEL, Über die Luftwurzeln von *Sonneratia*. Ber. der deutschen botan. Ges., Bd. 4, 1886.

3) G. KARSTEN, Über die Mangrovevegetation im mal. Archipel. Bibl. bot. Heft 22, 1891, S. 41 ff.

Sumpfboden die Sauerstoffaufnahme erschwert ist, die Gaszufuhr zu vermitteln. In gleicher Weise ist das Auftreten der grossen Inter-cellularen der phanerogamen Wasser- und Sumpfpflanzen zu erklären.<sup>1)</sup> Was nun *Fucus vesiculosus* anbetrifft, so hat HEDWIG LOVÉN auf WILLE's Veranlassung<sup>2)</sup> den Gasinhalt der Blasen untersucht und unter anderem gefunden, dass er von demjenigen des Meerwassers Abweichungen zeigt<sup>3)</sup> (vor allem durch das Fehlen der im Meerwasser ziemlich reichlich vorhandenen Kohlensäure), dass ferner bei 24-stündiger Verdunkelung der Pflanze der Sauerstoff in den Gasblasen schwindet. Wenn auch über den Verbleib dieses Sauerstoffes experimentelle Untersuchungen noch nicht vorliegen, so ist es doch wahrscheinlich, dass er veratmet wird. Wir hätten also dann eine ganz analoge Erscheinung vor uns wie bei den Pneumathoden. Trotzdem wäre nichts verkehrter, als die letzteren Organe mit den *Fucus*-Blasen biologisch in Parallele zu setzen; denn gerade das Merkmal, welches den Pneumathoden ihre Bedeutung als Atmungsorgane verleiht, nämlich die Kommunikation ihrer Inter-cellularen mit denjenigen der übrigen Pflanzenteile, fehlt dem *Fucus vesiculosus*. Dessen Gasblasen stellen geschlossene Hohlräume dar, und diese Tatsache dürfte im Vereine mit mehreren Gründen, die entschieden dafür sprechen, dass der Tang seinen Gasbedarf durch Absorption durch die Thallusoberfläche vollauf decken kann, genügen, um darzutun, dass die Luftblasen für den Gasaustausch in der Pflanze keine ausschlaggebende Rolle spielen.

Es gibt aber einen anderen Grund, der mir auf eine weitere Bedeutung der Blasen des *Fucus vesiculosus* hinzudeuten scheint. Ich denke dabei einmal an die mehrfach wahrgenommene Erscheinung, dass bei dem in grösseren Tiefen auftretenden *Fucus vesiculosus* unter bestimmten Bedingungen<sup>4)</sup> eine starke Reduktion der Luftblasen bis zu deren völligem Schwinden eintritt — was doch zu verwundern wäre, wenn die Blasen allein eine Anpassung an die möglichst gute Ausnutzung des Lichtes darstellten — ferner an eine damit in Zusammenhang stehende Beobachtung, die ich im Jahre 1906 an der norwegischen Küste zu machen Gelegenheit hatte.

Sie betrifft eine merkwürdige Form von *Fucus vesiculosus*, die

---

1) Vgl. GOEBEL, Pflanzenbiologische Schilderungen, Bd. II, 1893, S. 249 ff.

2) N. WILLE, Om Fucaceernes Blaerer. Bihang till K. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar, Bd. 14, Abt. III, 1889, S. 9—16.

3) Wie die Gase in die Inter-cellularen gelangen, ist meines Wissens noch nicht genauer untersucht, für die hier in Betracht kommende Frage auch nebensächlich. Sicher scheint mir nur soviel zu sein, dass die Annahme einer einfachen Diffusion der Gase unter Ausschluss physiologischer Vorgänge zur Erklärung nicht ausreicht.

4) Vgl. S. 95.

ich in dem nicht weit von Bergen gelegenen Mofjord fand. Die hydrographischen Verhältnisse in diesem Fjord sind ganz eigenartige. Er stellt ein über 200 m tiefes, von hohen Bergen eingeschlossenes Becken von 8 km Länge dar, welches mit dem vorgelagerten, viel weiteren Osterfjord nur durch einen an der seichtesten Stelle nicht ganz 2 m tiefen, 30–40 m breiten Wasserarm in Verbindung steht. Die Folge davon ist, dass hoher Seegang auf die Bewegung des Wassers im Mofjord so gut wie keinen Einfluss hat, dieses vielmehr, da auch starke Winde durch die Berge abgehalten werden, während des ganzen Jahres ausserordentlich ruhig ist. Auch die Gezeitenwirkung tritt begreiflicherweise, je mehr man sich von dem Verbindungskanal entfernt, um so mehr zurück. An der Stelle des Fjords, wo ich die Tange gesammelt habe, beträgt die Wasserstandsdifferenz bei Ebbe und Flut etwa  $\frac{1}{2}$  m. Am äussersten Ende mündet ein Bach in den Fjord. Dieser Umstand sowie das ständige Herabrieseln von Süswasser von den Bergabhängen, ferner die Süswasserzufuhr durch Niederschläge bedingen, dass die Oberflächenschicht des Fjordwassers einen sehr niedrigen Salzgehalt hat, da das Süswasser seiner geringen Dichte wegen natürlich nicht untersinken kann und die Diffusion so langsam vor sich geht, dass sie praktisch nicht in Betracht kommt. Da das Fjordwasser, wie erwähnt, während des ganzen Jahres grösseren Bewegungen nicht ausgesetzt ist, so finden in den oberen Schichten nur ziemlich geringe und langsam erfolgende Schwankungen des Salzgehaltes statt. In grösseren Tiefen stagniert das Wasser vollständig, der Salzgehalt ist hier fast konstant; Sauerstoff ist nur bis 60 m Tiefe nachweisbar, von da ab tritt in reicher Menge Schwefelwasserstoff auf, welcher nur noch den Schwefelbakterien ein Dasein gestattet. Bemerkenswert ist, dass im Winter der Salzgehalt in den oberen Schichten höher ist als im Sommer, eine Erscheinung, die zusammen mit der anderen, dass zu gleicher Zeit der Wasserstand denjenigen des Sommers um mehrere Decimeter übertrifft, eine gleich zu erwähnende biologische Bedeutung hat. Ich lasse zunächst einige Tabellen folgen (S. 90), welche über den Salzgehalt in verschiedenen Tiefen<sup>1)</sup> Aufschluss geben.<sup>2)</sup>

Zur Erläuterung dieser Tabellen ist folgendes hinzuzufügen. Die Stellen, an denen die Wasserproben entnommen wurden, waren alle gleich weit von der Fjordmündung entfernt; Station A ist etwa

1) Einige hydrographische Daten über den ziemlich genau untersuchten Fjord finden sich bei O. NORDGAARD, Studier over Naturforholdene i Vestlandske Fjorde, Bergens Museums Aarbog 1903, Heft 8, zusammengestellt.

2) Die Bestimmung des Salzgehaltes geschah auf titrimetrischem Wege mit Silbernitrat. Zu dem dadurch direkt gefundenen Chlorgehalt steht bekanntlich der Gesamtsalzgehalt in einem konstanten Verhältnis (FORCHHAMMER).

Tabelle I.

## Station A.

Wasserproben vom  
17. September 1906.

Tiefe in Metern	Salzgehalt in ‰
0	1,35
1	1,50
5	7,00
10	13,80
20	28,45
50	31,15
100	32,20
200	32,25

Tabelle II.

## Station A.

Wasserproben vom  
5. Dezember 1906.

Tiefe in Metern	Salzgehalt in ‰
0	2,38
1	2,45
5	10,23
10	11,64
20	24,36
50	31,09
100	32,14
200	32,27

Tabelle III.

## Station B.

Wasserproben vom 6. Dezember 1906.  
Wasserstand etwa 30 cm unter der  
Flutgrenze.

Tiefe in Metern	Salz- gehalt in ‰	Bemerkungen
0	2,95	—
1/2	3,00	—
1 1/4	3,00	<i>Fucus ceramioides</i> - Region.
2	5,40	Oberste Grenze des Auftretens von <i>Fucus vesiculosus</i> .
3 1/4	7,10	Erstes Auftreten von <i>Fucus serratus</i> .
4	7,88	Nahezu unterste Grenze der <i>Fucus</i> - Region.

Tabelle IV.

## Station C.

Wasserproben vom 6. Dezember 1906.  
Wasserstand etwa 30 cm unter der  
Flutgrenze.

Tiefe in Metern	Salz- gehalt in ‰	Bemerkungen
0	3,45	—
1 3/4	7,80	Oberste Grenze von <i>Fucus vesiculosus</i> .
3 1/2	8,95	Unterste <i>Fucus</i> - Region.

in der Mitte zwischen beiden Fjordufem gelegen, Station B am nordwestlichen, Station C am südöstlichen Ufer. Station B und C sind ziemlich geschützte Stellen; dadurch dürfte es sich vielleicht erklären, dass hier der Salzgehalt im Dezember höher ist als zu gleicher Zeit in Station A. Weshalb der Salzgehalt in Station B geringer als in Station C ist, vermag ich nicht sicher anzugeben. Beachtenswert ist, dass als offenbare Folge dieses Umstandes die obere Grenze des Auftretens von *Fucus vesiculosus* bei C höher als bei B liegt. — Obgleich nun leider für die Stationen B und C keine Daten für andere Monate vorliegen, so dürfte doch aus dem Vergleich der Tabelle I und II mit grosser Wahrscheinlichkeit folgen, dass auch in B und C im September der Salzgehalt niedriger ist, als im Winter. Jedenfalls befinden sich die Algen schon wegen des höheren Wasserstandes im Winter in Wasser von höherer Salzhaltigkeit als im Sommer. Im April ist der Salzgehalt in den oberflächlichen Schichten ebenfalls noch etwas höher als im Hochsommer.<sup>1)</sup>

Was aber zu allen Jahreszeiten gleich ist, das ist die ausserordentlich schnelle Steigerung des Salzgehaltes nach der Tiefe zu. In 5 m Tiefe beträgt der Wert des letzteren bereits das Fünffache des bei 1 m gemessenen.

Nach dem Mitgeteilten bedarf es keiner Erklärung weiter, weshalb *Fucus vesiculosus* im Mofjord nicht in der sonst von ihm bevorzugten Litoralregion vorkommen kann. Wir finden ihn denn auch, wie auf den Tabellen bereits vermerkt ist, erst in einer Tiefe von durchschnittlich 2 m.<sup>2)</sup> *Fucus serratus* tritt erst etwas tiefer auf, doch ist die an den Küsten der Nordsee zu beobachtende Erscheinung eines dem *Fucus serratus*-Gürtel übergelagerten, von ihm ziemlich scharf getrennten *Fucus vesiculosus*-Gürtels hier nicht deutlich ausgesprochen. Beide Arten weichen in ihrer äusseren Gestaltung vielfach von dem Typus ab, worauf im einzelnen einzugehen hier nicht der Ort ist. Im Hinblick auf die Tatsache, dass bei den näher bekannten Brackwasserformen des *Fucus vesiculosus* die Blasenbildung reduziert oder ganz aufgehoben ist — ich erinnere nur an die blasenlose forma *baltica*, an die forma *nana* und die var. *angustifolia*<sup>3)</sup> — musste es auffallen, dass diese Form, welche in ihrem Habitus mit den genannten Brackwasserformen vieles gemein

1) Vgl. NORDGAARD a. a. O. Da aus NORDGAARD's Angaben nicht sicher zu entnehmen ist, an welcher Stelle die Wasserproben geschöpft wurden, so sehe ich hier von einer Wiedergabe seiner Tabellen ab.

2) Im Sommer liegt er wegen des niedrigeren Wasserstandes der Oberfläche um einige Dezimeter näher.

3) Siehe SVEDELIUS, Studier öfver Osternsjöens Ihafsalgflora. Akad. Afh., Upsala 1901, S 84ff.

hat, ziemlich reich an Blasen war. Zu meiner Überraschung stellte sich nun heraus, dass abgerissene, mit vielen Blasen versehene Thallusstücke dennoch schnell untersanken. Die Aufklärung dieser Erscheinung ergab sich, als die Blasen auf ihren Inhalt geprüft wurden. Dieser war nämlich nicht, wie bei der normalen Form, ein Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff, sondern eine gallertige Substanz und eine Salzlösung. Die Zusammensetzung der letzteren habe ich nicht genauer bestimmt, da dies für den hier zu verfolgenden Zweck nicht nötig erschien.<sup>1)</sup> — Eine weitere Eigentümlichkeit besteht darin, dass das Volumen der Blasen beträchtlich reduziert ist. Über das Ausmass dieser Wandverdickung geben die Figuren 1—3 Aufschluss. Fig. 3 stellt die Wandung der besprochenen Form dar, Fig. 1 und 2 die Wandungen zweier gleich grossen Blasen (Durchmesser = 5 mm) von normalen Formen, welche von zwei ganz verschiedenen Standorten stammen. Wir sehen, dass in Fig. 3 das Rindengewebe etwa um drei Zellagen dicker ist als bei den anderen Formen, während das Markgewebe eher reduziert erscheint. Nebenbei sei bemerkt, dass ein Vergleich der Thallusquerschnitte das umgekehrte Verhältnis zeigte. Letztere verhielten sich in ihrer Dicke wie 1,9 (III) : 3,3 (I) : 2,9 (II).

Um nun eine Vorstellung davon zu gewinnen, wie diese eigentümliche Blasenbildung das spezifische Gewicht des Tangs beeinflusst, bestimmte ich letzteres. Die Zahlen sind in Tabelle V wiedergegeben, Tabelle VI und VII dienen zum Vergleich und geben die spezifischen Gewichte von je vier Exemplaren derselben normalen Formen an, von denen in Fig. 1 und 2 Querschnitte durch die Wand der Schwimmblasen abgebildet wurden. Die Bestimmungen wurden nach der hydrostatischen Methode mit einer gewöhnlichen Wage in folgender einfacher Weise ausgeführt: an dem einen Wagebalken wurde ein in Wasser tauchender schwerer Körper an einem dünnen Platindraht aufgehängt und sein Gewicht unter Wasser = p bestimmt. Dann wurde der Tang an dem im Wasser befindlichen Teile des Platindraths befestigt und das Gewicht von neuem ermittelt. Der nun gefundene Wert sei f. Der Tang wurde darauf bei 80° getrocknet und dann gewogen. Sein Trockengewicht sei t. Dann ist das spezifische Gewicht des Tangs, wie sich leicht ableiten

1) Auch die rein physiologische Frage, wie diese Substanzen in das Lumen der Blase gelangen, wurde nicht untersucht. Hier spielen offenbar ziemlich komplizierte Vorgänge mit, die von äusseren Faktoren eingeleitet werden (oder wenigstens ursprünglich eingeleitet worden sind). Was letztere betrifft, so kann das dauernde Untergetauchtsein allein keine wesentliche Rolle spielen, denn es gibt sehr viele Standorte, in denen *Fucus vesiculosus* niemals mit der Atmosphäre in Berührung kommt, trotzdem aber typische Gasblasen bildet.

lässt,<sup>2)</sup>  $s = \frac{t}{t - (f - p)}$ . Die folgenden Tabellen geben die für  $s$  gefundenen Werte an, Tabelle V für Tange des Mofjord, Tabelle VI und VII für die Vergleichspflanzen.

Tabelle V.	Tabelle VI.	Tabelle VII.
1) $s = 1,043$	1) $s = 0,557$	1) $s = 0,344$
2) $s = 1,173$	2) $s = 0,583$	2) $s = 0,465$
3) $s = 1,655$	3) $s = 0,671$	3) $s = 0,707$
4) $s = 1,127$	4) $s = 0,608$	4) $s = 0,435$
Mittelwert 1,250	Mittelwert 0,605	Mittelwert 0,488

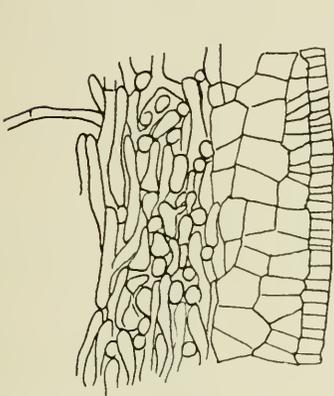


Fig. 1.

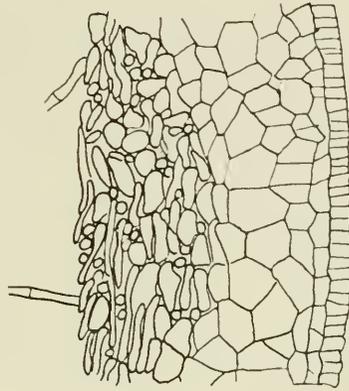


Fig. 2.

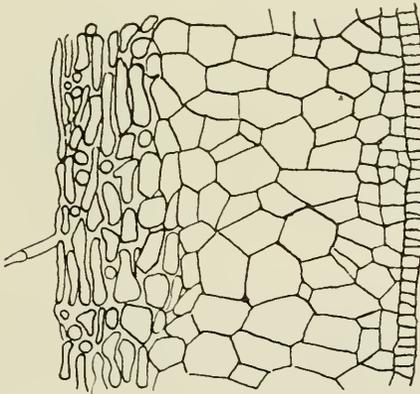


Fig. 3.

Ein Blick auf diese Tabellen zeigt zunächst, dass die Werte in den einzelnen Rubriken untereinander grosse Verschiedenheiten aufweisen, schon in der ersten Decimale zeigen sich erhebliche Ab-

2) Vgl. WIEDEMANN und EBERT, Physikal. Praktikum, 1890, S. 64.

weichungen.<sup>1)</sup> Bedenkt man aber, dass Zahl und Grösse der Blasen individuell sehr variieren, so wird man von vornherein keine grossen Konstanz erwarten können. Trotz dieser Schwankungen spricht sich jedoch die Erscheinung, auf die es hier ankommt, in den angegebenen Zahlen mit grosser Deutlichkeit aus: bei den Algen des Mofjord ist das spezifische Gewicht immer grösser als 1, während es bei den Vergleichspflanzen ganz bedeutend geringer ist. Im Durchschnitt sind die Werte der Tabelle V um mehr als das Doppelte höher als diejenigen der Tabelle VI und VII.

Wenn wir uns nun fragen, welche ökologische Bedeutung diese Erhöhung des spezifischen Gewichts haben kann, so müssen wir zunächst die äusseren Bedingungen, unter denen der *Fucus* im Mofjord lebt, kurz überblicken. Dabei ergibt sich zunächst, dass es sich um zwei Faktoren handelt, die einander gewissermassen entgegenwirken: um das Licht und um den Salzgehalt des Wassers. Einerseits hat der Tang das Bestreben, das Licht möglichst auszunutzen, weshalb er sich unter normalen Bedingungen in der Ebbe-Flutregion ansiedelt. Daran wird er hier durch den zu geringen Salzgehalt des Oberflächenwassers gehindert. Andererseits findet er seine günstigsten Lebensbedingungen in einem Salzgehalt von 30 bis 35 ‰. Diesen aufzusuchen hindert ihn wieder die zu grosse Tiefe und die dort für sein Gedeihen zu schwache Lichtintensität. Die Verhältnisse liegen also so, dass der erstere Faktor (das Licht) den *Fucus vesiculosus* gewissermassen nach oben zieht, der zweite (der Salzgehalt) ihn nach unten treibt. Weder Licht noch Salzgehalt können also ihre optimale Wirkung ausüben; ein Gedeihen des *Fucus* wird nur dadurch möglich, dass ein Kompromiss geschaffen wird. Der Tang siedelt sich in einer unterhalb des Ebbe-Flutgebiets gelegenen Region in Wasser an, dessen Salzgehalt wegen der durch die Gezeiten bedingten periodischen Wasserstandsveränderungen Werte erreicht, die im Winter etwa zwischen 5,4 ‰ und 8 ‰, im Sommer noch etwas tiefer liegen.<sup>2)</sup> Es scheint also,

1) Die Temperatur, welche während der Wägungen unter Wasser in maximo um 4° schwankte, konnte unberücksichtigt bleiben, da die Werte dadurch im Vergleiche zu den grossen Abweichungen, die sie untereinander zeigen, nur ganz unbedeutend beeinflusst werden.

2) Diese Werte beziehen sich auf die gesamte *Fucus*-Region, in einer Horizontalinie sind die Schwankungen natürlich viel geringere. Sie erfolgen hier auch ziemlich langsam, und das dürfte der Grund sein, dass der *Fucus* hier die Fähigkeit erworben hat, ohne Schädigung diese Veränderungen zu ertragen bzw. seinen Turgor der jeweiligen Umgebung entsprechend zu regulieren. (Vgl. über den Einfluss des Salzwechsels auf das Gedeihen der Meeresalgen, im besonderen von *Fucus vesiculosus* OLTMANN'S, „Über Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen“. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXIII, 1892, Separatabdruck S. 20 ff.)

als ob der *Fucus vesiculosus* die dauernde Wirkung eines erheblich unter 5 ‰ sinkenden Salzgehalts nicht vertragen kann;<sup>1)</sup> schon der geringere Salzgehalt während des Sommers ist für die Fruktifikation zu niedrig. Wenigstens habe ich im August und September an keinem einzigen Exemplar Spuren von Konzeptakeln entdecken können. An Stelle der Fortpflanzungsorgane besass der Tang eine auffallend reiche vegetative Vermehrung, die Thalluslappen waren oft mit Adventivsprossen fast besät und gewannen so ein Aussehen, wie ich es bei der normalen Form niemals angetroffen habe. Anders liegen die Verhältnisse im Winter, wo der Salzgehalt des Wassers in der *Fucus*-Region aus genannten Gründen ein höherer ist. Im Dezember fand ich in ziemlich grosser Menge Rezeptakelstände, deren Grösse allerdings hinter der der normalen Form um ein ganz Bedeutendes zurückstand. Für die Bildung der Geschlechtsorgane ist also eine Lösung von höherem osmotischen Wert erforderlich als für das Wachstum der vegetativen Sprosse, und der vorliegende Fall ist damit zugleich ein interessantes Beispiel dafür, dass sich unter dem Einfluss äusserer Bedingungen in der Erzeugung der Reproduktionsorgane eine Periodicität ausgebildet hat, wie sie sich bei anderen Formen derselben Art nicht findet. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass diese Erscheinung mit anderen Beobachtungen in gutem Einklang steht. So ist bekannt, dass *Fucus vesiculosus* in der Ostsee, je weiter er in Gebiete von geringerem Salzgehalt vordringt, um so spärlicher fruchtet und schliesslich nur noch in verkümmerten rein vegetativen Formen auftritt.<sup>2)</sup> Interessant ist auch im Vergleiche zu der hier beschriebenen Form eine Angabe von GOBI<sup>3)</sup> über das Vorkommen von *Fucus vesiculosus* im finnischen Meerbusen. Er teilt mit, dass dort (wo der Salzgehalt ebenfalls mit zunehmender Tiefe, wenn auch viel langsamer als im Mofjord steigt) an seichteren Stellen die Luftblasen besser entwickelt waren, die Fruchtbehälter weniger, dass aber da, wo der

1) Das stimmt annähernd überein mit den Erfahrungen über das Vordringen des *Fucus vesiculosus* in der östlichen Ostsee (bottnischer und finnischer Meerbusen). Siehe hierüber KROK, Bidrag till Kämedomen om Algfloran i inre Östersjön och Bottniska viken. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akad. Förh. Bd. 26. 1869. S. 69, 80, 81. Ferner GOBI, Mém. de l'Acad. des sciences. de St. Pétersbourg, VII<sup>e</sup> série, T. XXI, No. 9, 1874, S. 18, 19. Im finnischen Meerbusen scheint der Tang allerdings, da er bis zur Insel Hochland vordringt, an noch etwas niedere Konzentrationen angepasst zu sein. Genau lassen sich die Verhältnisse nicht übersehen, da Angaben darüber, in welcher Tiefe die Exemplare gefunden wurden, nicht vorliegen und der Salzgehalt der Ostsee bekanntlich nach der Tiefe hin zunimmt.

2) Siehe KROK a. a. O., S. 70.

3) GOBI a. a. O., S. 19.

Tang in grösseren Tiefen vorkommt, die Blasen stark reduziert sind, in den untersten Regionen sogar ganz schwinden, während hier die Receptakeln sehr stark entwickelt sind. Dass es sich hier etwa um einen Einfluss des schwachen Lichtes handelt, welcher im Vereine mit dem relativ geringen Salzgehalt die Bildung der Geschlechtsorgane befördern könnte, dass also eine Kombinationswirkung vorliegt, ist nicht anzunehmen, denn ich habe *Fucus vesiculosus* an der Oberfläche auch an solchen Stellen reichlich fruchtend angetroffen, wo der Salzgehalt die für die Entstehung der Receptakeln erforderliche Minimaleschwelle nur um wenig überschritt. Eher könnte man, wenigstens soweit der *Fucus* des Mofjord in Betracht kommt,<sup>1)</sup> an einen Einfluss der Kälte denken, welche zwar nicht als ausschlaggebendes, möglicherweise aber als begünstigendes Moment mitspielt.<sup>2)</sup>

Ich kehre jedoch zu der ursprünglichen Frage zurück. Welche Bedeutung kann unter den geschilderten Verhältnissen die Erhöhung des spezifischen Gewichts haben? Da ist nun zunächst in Erwägung zu ziehen, dass diese Eigenschaft dem Tang gestattet, sich an der höchstmöglichen Stelle festzuheften, womit eine relativ gute Ausnutzung des Lichtes verbunden ist. Des weiteren liegt, glaube ich, ein Schlüssel für die Deutung in einer Erscheinung, die bei Wasserpflanzen im Allgemeinen und auch bei dem unter normalen Bedingungen wachsenden *Fucus vesiculosus* zu beobachten ist. Werden nämlich Wasserpflanzen durch irgendwelche äusseren Umstände (Niveauveränderungen usw.) in grössere Tiefe versenkt als ihrem natürlichen Standorte bzw. ihren optimalen Lebensbedingungen entspricht, so verlängern sich die wachstumsfähigen Teile, bis die Oberfläche erreicht ist. Besitzen die Gewebe dieser Pflanzen genügende mechanische Festigkeit, so spielt das spezifische Gewicht keine Rolle. Anders ist es bei *Fucus vesiculosus*, der ebenfalls eine Oberflächenpflanze, dessen spezifisch schwerer Thallus aber schlaff und biegsam ist. Hier müssen die Gasblasen als Ersatz eingreifen. Ich habe nun in der Tat oft auf mit Geröll bedecktem Boden *Fucus vesiculosus* meist an relativ kleinen Steinen angeheftet in 3—4 m Tiefe (bei Flut) auftreten sehen (wie er dahin gelangt war muss ich dahingestellt sein lassen), welcher sich im Vergleich zu dem dicht dabei in der Litoralregion wachsenden durch seine ungewöhnlich starke Ausbildung, vor allem in der Länge, die durchschnittlich

1) GOBI's Mitteilungen beziehen sich auf Beobachtungen, die während des Sommers angestellt wurden.

2) Über den günstigen Einfluss niederer Temperaturen auf die reproduktive Tätigkeit der Meeresalgen vgl. SCHIMPER, Pflanzengeographie, 1898, S. 834 und 835.

mehr als 1 *m* betrug, auszeichnete. Vermöge der kräftig entwickelten Luftblasen war dadurch der grösste Teil der assimilierenden Fläche günstiger Beleuchtung ausgesetzt. Ganz Analoges berichtet OLTMANNs über den an den Molen bei Warnemünde vorkommenden *Fucus vesiculosus*. Er schreibt<sup>1)</sup>: „In der See an den Molen findet sich als Hauptbestandteil der Flora *Fucus vesiculosus* meist in vortrefflichen Exemplaren, die Individuen, welche der Wasseroberfläche zunächst angeheftet sind, pflegen kleiner zu sein als diejenigen, welche in etwa 1 *m* Tiefe stehen; auch die letzteren gelangen mit ihren Spitzen bis an die Oberfläche. Soweit Schätzungen ein Urteil gestatten, besitzen sie eine relativ grössere Anzahl von Luftblasen.“<sup>2)</sup> Dieses Emporstreben nach der Oberfläche kann aber nur so lange von Nutzen für den *Fucus* sein, als er hier günstige Bedingungen für sein Gedeihen findet. Ist das nicht der Fall, sind hier vielmehr wie im Mofjord die Bedingungen für den Tang direkt schädlich oder sogar tödlich, so wird die Einrichtung der Gasblasen, welche unter normalen Verhältnissen ein Nutzen ist, zu einer Gefahr, ihr Vorhandensein würde die Pflanzen ins Verderben führen. Dem ist nun durch die Erhöhung des spezifischen Gewichts vorgebeugt.

Ausserdem könnte man vielleicht noch in Betracht ziehen, dass die Erhöhung des spezifischen Gewichts abgerissene Thallusstücke verhindert, an die Oberfläche zu gelangen. Wenn auch meines Wissens bisher nicht näher untersucht ist, ob solche Stücke Haftorgane bilden und sich wieder festsetzen können, so würde doch auch dann, wenn dies nicht der Fall ist, dieser Punkt für fertile Sprosse oder eventuell für solche, an denen sich junge Keimpflanzen angesiedelt haben, in Frage kommen, denn eine Befruchtung von Eiern und ein Keimen befruchteter Eier in einem Salzgehalt von 2 ‰ und weniger ist nach meinen bisherigen Erfahrungen gänzlich ausgeschlossen. Immerhin scheint mir dies, wenn überhaupt, nur von geringer Bedeutung zu sein.

Eine ganz andere Frage ist die, wie das Auftreten dieser eigentümlichen Blasenbildung physiologisch zu erklären ist. Hierüber

1) OLTMANNs a. a. O., S. 45.

2) Die Ursache der Verlängerung der Wasserpflanzen ist nach KARSTEN's Ansicht (G. KARSTEN, Über die Entwicklung der Schwimmblätter bei einigen Wasserpflanzen. Bot. Ztg. 1888. S. 565), welche neuerdings durch noch unveröffentlichte Untersuchungen von OHNO bestätigt wurde, der Sauerstoff. Die Wirkung desselben haben wir uns so zu denken, dass von der Pflanze ein Unterschied, d. h. die nach der Tiefe abnehmende Konzentration als Reiz empfunden wird. Daraus folgt ohne Weiteres, dass das obige nur auf ruhiges Wasser zu beziehen ist, denn bei starker Brandung oder Strömung liegen die Verhältnisse der Gaszufuhr zur Pflanze natürlich ganz anders. Auch im Mofjord treten aber, wie erwähnt, derartige starke Bewegungen niemals auf. Es wäre auch möglich, dass bei *Fucus vesiculosus* das Licht in gleichem Sinne wirkt.

wissen wir noch nichts. Die Feststellung der hierbei wirkenden äusseren Faktoren könnte vielleicht auch Anhaltspunkte dafür ergeben, weshalb *Ascophyllum nodosum*, das im vorgelagerten Osterfjord in grosser Menge zu finden ist, im Mofjord gänzlich fehlt, während es doch sonst als forma *scorpioides* in brackischem Wasser häufig auftritt. Anscheinend sind im Mofjord die Bedingungen für die Entstehung dieser blasenfreien Form nicht gegeben, und man könnte vielleicht annehmen, dass *Ascophyllum* vermöge seiner inneren Konstitution nicht befähigt ist, mit Gallerte und Salzlösung gefüllte Blasen auszubilden. Doch darüber lassen sich bis jetzt, da experimentelle Untersuchungen ganz fehlen, noch nicht einmal Hypothesen aufstellen.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Kniep Hans

Artikel/Article: [Über das spezifische Gewicht von Fucus vesiculosus.  
86-98](#)