

Über den Bewuchs auf den treibenden Tangen der Sargassosee.

(Ergebnisse von der Ausreise der „Deutschland“ 1911.)

Von Prof. Dr. ERNST HENTSCHEL, Hamburg.

Mit 6 Abbildungen im Text.

Die natürlichen Vorbedingungen für die Lösung des Grundproblems der Hydrobiologie — der Frage nach den Beziehungen der Organismen zum umgebenden Wasser — sind am reinsten und einfachsten in der küstenfernen und bodenfernen Hochsee gegeben. Zunächst allerdings nur für Organismen, welche keines Substrats bedürfen, für Plankton und Nekton. Jedoch auch solche, zu deren Lebensbedingungen das Vorhandensein eines Substrats gehört, insbesondere diejenigen, welche starre Flächen voraussetzen — ich will sie *Stereophile* nennen —, werden am reinsten, am einfachsten und ungestörtesten die Beziehung zum umgebenden Wasser in der freien Hochsee zeigen, sofern sie dort ein Substrat vorfinden. Könnte man Platten von Schiefer, Glas oder dgl. ebenso wie in Binnen-
gewässern (vgl. HENTSCHEL 1916) und an Meeresküsten auch in der Hochsee zum Zweck der Besiedelung aushängen, so würden zweifellos die des offenen Meeres in ihrem Bewuchs die klarsten und durchsichtigsten Verhältnisse zeigen.

Es gibt nun Substrate in der Hochsee. Die Körper lebender Tiere und Pflanzen, schwimmende Skelettreste von abgestorbenen Organismen, wie das Treibholz, Abfälle des menschlichen Gebrauchs, z. B. Schlacken und Flaschen, und die Seeschiffe bieten den *Stereophilen* die ihnen eigentümliche Vorbedingung des Daseins. Das sog. Golfkraut der Sargassosee nimmt unter diesen Substraten eine besondere Stellung ein. Nach Stoff und Gestaltung vollkommen einheitlich, verbreitet es sich in unermesslicher Menge mit verhältnismäßig sehr großer Dichtigkeit über ein gewaltiges Meeresgebiet mit räumlich und zeitlich nicht sehr wechselnden physikalischen Bedingungen. Wenn an Stelle jeder Sargassumpflanze eine ebene Platte im Wasser triebe, so würde ein Vergleich des Bewuchses auf solchen Platten von vielen verschiedenen Punkten das Verhalten der *Stereophilen* in der Hochsee vermutlich in großartiger Einfachheit zeigen. Dadurch, daß es sich um kompliziert gestaltete lebende Pflanzen handelt, wird die Untersuchung zwar schwieriger, aber wegen der Art und Weise des Vorkommens dieser Pflanzen bleibt sie immer noch der wahrscheinlich einfachste Weg in das besprochene Problem hinein.

Dies sind die Grundgedanken der vorliegenden Arbeit, in der das Leben der Bewuchsorganismen auf dem Sargassum, und zwar nacheinander

ihr Einzelleben, ihr Gemeinschaftsleben und ihr Gesamtleben besprochen werden soll. Man kann diese drei Betrachtungsweisen als die monobiotische, die coenobiotische und die holobiotische bezeichnen.

Ich verdanke das Material der Untersuchung in erster Linie Herrn Prof. LOHMANN, der es von der Ausreise der „Deutschland“ im Jahre 1911 heimbrachte. Nicht nur das Sargassum dieser Expedition, sondern alles treibende Material, welches auf der Fahrt von Hamburg bis Buenos Aires gesammelt wurde, habe ich berücksichtigt, hauptsächlich um die Eigentümlichkeit des Sargassumbewohners durch Vergleich mit dem an anderen Trifftörpern von andern Orten deutlicher hervorzuheben. Zur Ergänzung dienten außer dem Material des Zoologischen Museums zu Hamburg besonders Sargassumpflanzen von der Planktonexpedition, von der Deutschen Südpolarexpedition und aus dem Herbar des Instituts für Allgemeine Botanik zu Hamburg, für die ich den Herren Geh. Rat BRANDT, Prof. HARTMEYER und Prof. WINKLER zu Dank verpflichtet bin.

Im folgenden gebe ich eine Übersicht des untersuchten Materials, zunächst dessen mit bestimmten Fundorten innerhalb der Sargassosee. Es ist so angeordnet, daß ich auf der von KRÜMMEL (1891) gezeichneten Karte (Fig. 1) von der äußersten Zone (I) zur innersten (IV) fortschreite und innerhalb jeder im W bei 30° N.Br. beginnend im Sinne des Uhrzeigers herumgehe. Darauf folgt das übrige Material von der Ausreise der „Deutschland“, zunächst Sargassum ohne bestimmten Fundort, danach das Material, welches außerhalb der Sargassosee gewonnen wurde.

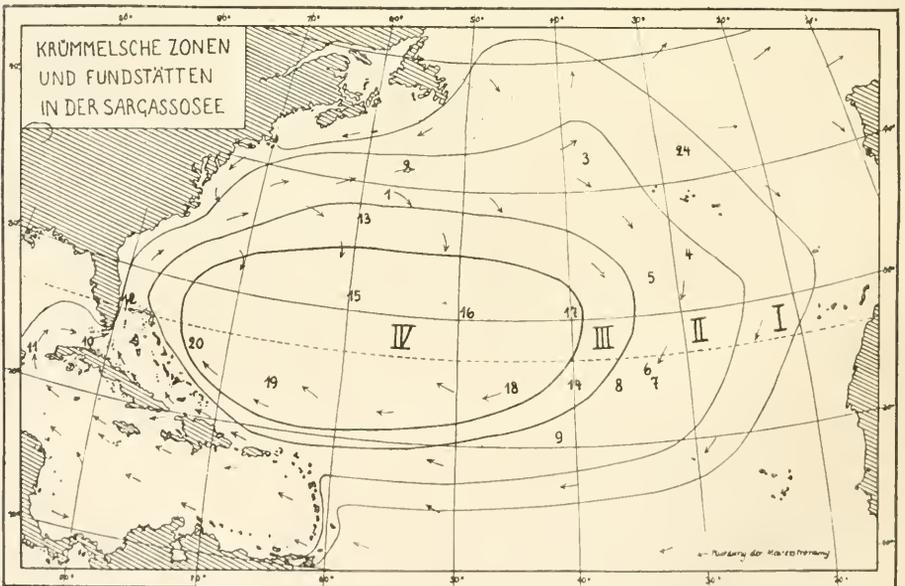


Fig. 1.

A. Pflanzen aus der Sargassosee mit bestimmtem Fundort.

- I. (Nichts. vergl. jedoch Nr. 24.)
- II. 1. 39.4° N. Br., 57.8° W. L. 3. 8. 1889. Plankton-Expedition.
 2. 41.6° N. Br., 56.3° W. L. 2. 8. 1889. Plankton-Expedition.
 3. $42-44^{\circ}$ N. Br., $35-40^{\circ}$ W. L., Aug. 1913. R. MIETHE (Zoolog. Mus. Hamburg).
 4. $34^{\circ} 19'$ N. Br., $28^{\circ} 46'$ W. L. 12. 6. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“).
 5. 34° N. Br., 32° W. L. und 32° N. Br., 32° W. L. Okt. 1854 und Okt. 1859 (Mus. Kopenhagen).
 6. $26^{\circ} 14'$ N. Br., $33^{\circ} 14'$ W. L. 17. 10. 1903. E. VANHÖFFEN („Gauß“).
 7. $24^{\circ} 57.5'$ N. Br., $33^{\circ} 35'$ W. L. 21. 6. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“).
 8. $24^{\circ} 59'$ N. Br., $36^{\circ} 38'$ W. L. 23. 6. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“).
 9. $20^{\circ} 45'$ N. Br., $41^{\circ} 13'$ W. L. 19. 2. 1882. (Zoolog. Museum Hamburg).
 10. Habana. 1907. H. F. BEUMER (Instit. Allgem. Botanik Hamburg).
 11. Campeche-Bank (Inst. Allg. Bot. Hamburg). Trocken.
 12. Jupiter Inlet, Florida. Phycotheca bor. amer. (Inst. Allg. Bot. Hamburg). Trocken.
- III. 13. 37.1° N. Br., 59.9° W. L. 4. 8. 1889. Plankton-Expedition.
 14. 25° N. Br., $38^{\circ} 16'$ W. L. 24. 6. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“).
- IV. 15. 31.5° N. Br., 59.0° W. L. 12. 8. 1889. Plankton-Expedition.
 16. 31.2° N. Br., 48.5° W. L. 16. 8. 1889. Plankton-Expedition.
 17. 31° N. Br., 40° W. L. 16. 2. 1908. H. NISSEN. (Zool. Museum Hamburg).
 18. $24^{\circ} 59'$ N. Br., $44^{\circ} 58'$ W. L. 28. 6. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“).
 19. $23^{\circ} 50'$ N. Br., $65^{\circ} 52'$ W. L. Febr. 1909. TILDEN. Amer. Algae (Inst. Allg. Bot. Hamburg). Trocken.
 20. $25^{\circ} 58'$ N. Br., $73^{\circ} 39'$ W. L. 18. 6. 1900. Phycotheca bor. amer. (Inst. Allg. Bot. Hamburg). Trocken.

B. Weiteres Material von der Ausreise der „Deutschland“.

- a) Pflanzen aus der östlichen Sargassosee ohne Fundort.
21. Östliche Sargassosee. Juni (?) 1911. H. LOHMANN („Deutschland“).
 22. Dgl. — Golfkrautkugel mit Fischeiern } 21. od. 30. 6. 1911. H. LOH-
 23. Dgl. — Golfkrautkugel mit Fischeiern } MANN („Deutschland“).

b) Anderes Material.

24. 43° 29' N.Br., 28° 8' W.L. 25. 5. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“). Auf einer Schildkröte.
 25. 26° 34' S.Br., 41° 16' W.L. 19. 8. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“). Auf Sargassum und Schlacke.
 26. 36—38° S.Br., 49—51° W.L. 30. od. 31. 8. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“). Auf *Macrocystis*.
 27. 39° 21' S.Br., 52° 17' W.L. 1. 9. 1911. H. LOHMANN („Deutschland“). Auf *Macrocystis*.

Außer dem hier aufgeführten Material standen mir noch zahlreiche andere Sargassumbüschel zur Verfügung, deren Fundort unbekannt ist. Ich zähle sie nicht auf, berücksichtige sie aber bisweilen im folgenden.

1. Die Organismen des Bewuchses.

Ich gebe im folgenden zunächst eine Übersicht der von mir beobachteten Arten. Ein vollständiges Verzeichnis aller bisher von treibenden Sargassum bekannt gewordenen Tiere und Pflanzen aufzustellen, habe ich nicht versucht.

1. Arten aus der Sargassosee (Nr. 1—24 der Materialliste).

- Schizophyceae:** *Diclothrix spec.*, *Calothrix spec.*, *Isactis spec.*
Bacillariaceae: *Cocconeis spec.*
Rhodophyceae: *Ceramium spec.*, *Melobesia spec.*
Hydrozoa: *Gemmaria implexa* ALD., *Clytia johnstoni* ALD. (?), *C. simplex* CONGD., *Laomedea sargassi* BROCH., *Halecium nanum* ALD., *H. spec.*, *Sertularia mayeri* NUTT., *S. verduysi* NUTT., *Plumularia sargassi* VANH., *Aglaophenia late-carinata* ALLM.
Polychaeta: *Nereis dumerilii* AUD. EDW. (AUGENER best.), *Spirorbis spec.* (wohl *corrugatus* MONT. und vielleicht *formosus* BUSH).
Bryozoa: *Membranipora tehuelcha* D'ORB., *Bowerbankia spec. ?*
Cirripedia: *Lepas anatifera* L. (nur Nr. 24, also nicht auf Sargassum).
L. pectinata SPGL. juv.
Tunicata: *Diplosoma gelatinosum* EDW.

2. Arten aus dem Brasilstrom (Nr. 25) an Sargassum und Schlacke.

- Hydrozoa:** *Clytia johnstoni* ALD. (?), *Laomedea sargassi* BROCH., *Hebella calcarata* (AG.), *Sertularia rathbuni* NUTT., *Plumularia obliqua* SAUND.
Bryozoa: *Membranipora bellula* HICKS., *M. reticulatum* (L.), *Strupocellaria strupea* BUSH, *Aetea azorica* JUL. CALV.
Cirripedia: *Lepas anserifera* L. juv.

3. Arten aus dem Falklandstrom (Nr. 26 und 27) an *Macrocystis*.

Bacillariaceae: *Fragilaria spec.*, *Synedra spec.*, *Licmophora spec.*

Chlorophyceae: *Monostroma spec. ?*

Phaeophyceae: *Ectocarpus spec.*

Hydrozoa: *Obelia geniculata* L.

Cirripedia: *Lepas anatifera* L., *L. australis* DARW. juv.

Mollusca: *Modiolarca trapezina* LAM.

Ferner wurden verschiedene Eierformen gefunden: Fischeier (Nr. 7, 22, 23), einzelne linsenförmige Eier, vielleicht von den daneben vorkommenden Turbellarien (Nr. 2), kleine, flache Eierpakete in Gallerte (Nr. 9), krausenförmige Eierpakete, wohl von Schnecken (Nr. 2), eine zarte Eierschnur, gallertig, mit 2—4 Eiern von etwa 50 μ Größe im Querschnitt (Nr. 22). — In Nr. 24, auf der Schildkröte, fand sich noch eine büschelig verzweigte, an *Cladophora* erinnernde, etwa 6 mm hohe Fadenalge. In einigen *Lepas* dieser Nummer lebte der Polychät *Hipponoë garbichaudi* AUD. und EDW. (AUGENER best.) — In Nr. 2, 5, 10, 14, 15, 16, 17 fanden sich feine verzweigte Kalkgebilde auf den Blättern, ihrer Gestalt und Größe nach etwa an reich verzweigte Hydrorhiza erinnernd.

Die spezielle Artung der vorstehend zusammengestellten Bewuchsorganismen der Sargassosee, ihr Körperbau und ihre Lebensweise, zeigen im allgemeinen nichts Auffallendes. Daß aber ihre Lebensweise eine eigenartige, irgendwie auf die besonderen Lebensbedingungen abgestimmte ist, ergibt sich schon aus dem Vorkommen anderer Tiere und Pflanzen auf andersartigen doch gewissermaßen verwandten Substraten, z. B. auf Triftkörpern außerhalb der Sargassosee oder auf feststehendem Sargassum der Küsten, wovon später (S. 21) die Rede sein soll.

Von erkennbaren Besonderheiten ist die geringe Größe der Organismen des Bewuchses hervorzuheben. Daß die Tragfähigkeit der gaserfüllten Blasen des Sargassums hier eine Grenze setzt, ist mechanisch selbstverständlich, aber es scheint, daß die Bewuchsgröße eine noch wesentlich niedere Grenze hat, als es diese Tragfähigkeit verlangt. So kommen von Hydroiden aus den an umfangreichen Arten reichen Gattungen doch nur ganz kleine vor. Stöckchen von *Sertularia mayeri* habe ich bis 10 mm, *S. versluysi* und *Aglaophenia* kaum über 12 mm hoch gefunden. Es wäre denkbar, daß die Grenze der Körpergröße durch das verhältnismäßig geringe Nahrungsquantum herabgedrückt wird. Andererseits kann nicht behauptet werden, daß es sich um kümmerformen handelt.

Wenn mir, wie gesagt, besondere Anpassungen der Bewuchsorganismen an die eigentümlichen Lebensbedingungen nicht bekannt geworden sind, so ist doch ein Fall zu nennen, in dem solche Anpassung vorliegen könnte, und ferner soll ein zweiter Fall hier noch erwähnt werden, in dem Entwicklungsstadien freilebender Tiere mit dem Sargassum vorüber-

gehend eine feste Verbindung eingehen. Im ersten Falle handelt es sich um eine häufige Diatomee der Gattung *Cocconeis*, die (Fig. 2) oft, augenscheinlich zur Zeit der Auxosporenbildung, in eine Gallert-hülle eingeschlossen vorkommt. Von dieser Hülle gehen 1 oder 2 Gallertfäden aus, besonders oft nur einer in der Mitte über dem Zentralknoten. Sie verjüngen sich allmählich und enden (immer?) frei im Wasser. Der andere Fall ist der jener schon öfter beschriebenen Sargassumkugeln, die einer nicht sicher festgestellten Fischart (oder mehreren) zur Ablage ihrer Eier dienen (vgl. LOHMANN 1912, S. 81). Die mir vorliegenden Stücke (Nr. 22 und 23) enthielten nur leere Eischalen.

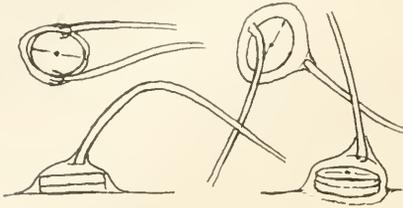


Fig. 2.

ausgescheinlich zur Zeit der Auxosporenbildung, in eine Gallert-hülle eingeschlossen vorkommt. Von dieser Hülle gehen 1 oder 2 Gallertfäden aus, besonders oft nur einer in der Mitte über dem Zentralknoten. Sie verjüngen sich allmählich und enden (immer?) frei im Wasser. Der andere Fall ist der jener schon öfter beschriebenen Sargassumkugeln, die einer nicht sicher festgestellten Fischart (oder mehreren) zur Ablage ihrer Eier dienen (vgl. LOHMANN 1912, S. 81). Die mir vorliegenden Stücke (Nr. 22 und 23) enthielten nur leere Eischalen.

schon öfter beschriebenen Sargassumkugeln, die einer nicht sicher festgestellten Fischart (oder mehreren) zur Ablage ihrer Eier dienen (vgl. LOHMANN 1912, S. 81). Die mir vorliegenden Stücke (Nr. 22 und 23) enthielten nur leere Eischalen.

2. Die Lebensgemeinschaft des Bewuchses.

Wie sich der Bewuchs in den Einzelfällen aus den vorstehend genannten Arten zusammensetzt, soll für die oben unter Nr. 1 bis 20 aufgeführten Sargassumpflanzen im folgenden auf Grund zweier Tabellen dargestellt werden. Die erste bedarf keiner Erklärung. Die zweite soll über die Dichtigkeit des Bewuchses auf den Blättern an den verschiedenen Fundorten Auskunft geben. Sie beruht auf der Zählung der Organismen von einer großen Anzahl von Blättern (Fig. 3), auf deren Grundlage für

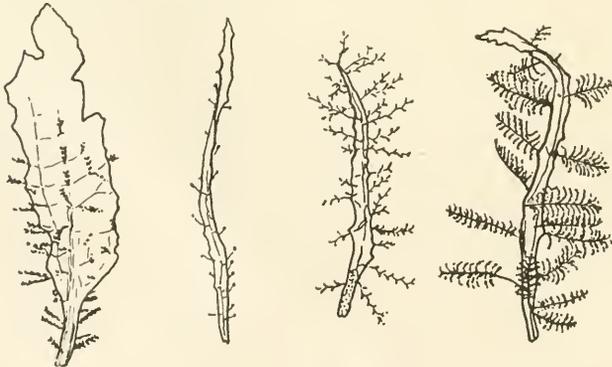


Fig. 3.

jeden Fundort der Bewuchs eines „Normalblattes“ berechnet und in die Tabelle eingetragen wurde. Das geschah derart, daß die Längen aller untersuchten Blätter eines Fundorts addiert wurden, ebenso die Zahlen für die einzelnen Gattungen, die diesen Blättern

entsprechen, und dann von der Längensumme ausgehend der Bewuchs für die Länge von 10 cm berechnet wurde. Ein Normalblatt wäre also die theoretische Konstruktion eines Blattes von 10 cm Länge. Mit seiner Hilfe ist es möglich, den Bewuchs an verschiedenen Stellen quantitativ zu vergleichen. Die Berechtigung dieses Verfahrens mag einigen Bedenken begegnen. Daß

Blätter verschiedener Größe und verschiedenen Alters nicht gleichwertig sind, ist nicht zu bestreiten. Weniger dürfte die Verschmälerung der Blattfläche gegen die Enden störend einwirken, da z. B. bei Hydroiden und Fadenalgen oft mehr die Ränder als die Flächen für den Bewuchs in Betracht kommen. Für koloniebildende Organismen wurden meist nur die Kolonien gezählt, für Hydroiden die Zahl der selbständig sich von den Hydrorhiza erhebenden Stämmchen. Wo Zählung nicht ausführbar war, wurden die Begriffe „selten, vorhanden, häufig, massenhaft“ in die Tabellen mit den Anfangsbuchstaben dieser Worte eingeführt. Oft lassen sich an gleichen Fundorte schmalblättrige und breitblättrige Pflanzen mit verschiedenartigem Bewuchs unterscheiden. Sie wurden getrennt, erstere unter a, letztere unter b, behandelt.

Aus diesen Tabellen und anderem Beobachtungsmaterial ergibt sich über die Zusammensetzung des Bewuchses auf treibendem Sargassum hauptsächlich folgendes. Die Zahl der überhaupt von mir beobachteten feststehenden Arten beträgt etwa 18 für die Tiere und 6 für die Pflanzen. Am einzelnen Fundort wurden 1—15 Arten, im Mittel 6—7 Arten beobachtet. Die Schwankung dieser Werte ist zum Teil durch die Gunst oder Ungunst des Materials bedingt. Die Zonen II und III sind im Mittel artenreicher als das Innengebiet IV. Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Arten schwankt zwischen 5 und 90% aller Fälle. Das Maximum erreicht *Membranipora*, 85% auch die Gattung *Spirorbis*, 65% *Clytia*, danach folgen *Dichothrix* und *Cocconeis* mit 50%, *Laomedea* mit 40% usw. Ein bezeichnender statistischer Ausdruck für den Gesamteindruck des Bewuchses liegt darin, daß Hydroiden an allen Fundstätten und auf allen Normalblättern vorkommen. Bestimmte Arten bevorzugen deutlich bestimmte Zonen oder Zonenabschnitte, was bei graphischer Darstellung (Fig. 5 und 6) noch deutlicher wird.

Auf den Normalblättern beträgt die Artenzahl, wenn man die nicht mitgezählte *Cocconeis* hinzunimmt, im Mittel etwa 5. Bezeichnender ist die mittlere Zahl der Hydroidenstämmchen: 51. Ausnahmslos herrscht eine Art der Hydroiden gegen die anderen entschieden, oft bedeutend vor; nicht selten beherrscht sie das Blatt allein. Das Maximum für die einzelne Fundstätte liegt (von den Rivulariaceen abgesehen), einen Fall ausgenommen, stets bei den Hydroiden. Dabei ist allerdings zu bedenken, daß die gewählten Einheiten der Zählung bei Hydroiden (Stämmchen), *Membranipora*, *Diplosoma* (Kolonien) und *Spirorbis* (Individuen) ungleichwertig, nur für das Auge gewissermaßen gleichwertig sind. Die Ausnahme macht Nr. 15 mit dem bedeutenden Maximum von 94 bei *Spirorbis*. Berechnet man Mittelwerte für die drei Zonen, so ergibt sich für *Spirorbis* die Reihe 1,7—3,6—20,8, für *Clytia* 12,8—28,3—42,3, also Zunahme nach innen. Beide sind in der Zone IV sehr stark entwickelt. Beachtenswert ist auch die Häufigkeit

Tabelle II.

Häufigkeit (Dichte) der Pflanzen und Tiere auf Sargassumblättern.

Zahlen für 10 cm Blattlänge.

Zonen	II										III			IV							
	1	2	3a	3b	4	5	6	7a	7b	8	9	10	13a	13b	14	15	16	17a	17b	18a	18b
Fundstätten	6	14	6	10	4	10	25	7	8	19	5	10	5	5	3	10	9	6	7	10	7
Anzahl der untersuchten Blätter	2	4	1,5	4-7	1-2	1,5	1,5	1,3	3-5	2,8	4-7	2	1,7	4-5	4	2-3	3-5	2	4-5	2,3	4-5
Breite der Blätter in mm																					
Rivulariaceen	s		0,5				2,7		h	h	0,8	6,9	s	r	s	r	r	0,3	r		
<i>Ceramium</i>	s	24	8,7										1,7								
<i>Gemmaria</i>									0,1	0,4				17		1,5			7,4		
<i>Clytia</i>		1	75			15	50		0,8	(0,8)	9,6		85		23	34	138				59
<i>Laomedea</i>		50	22	3,7	47			29	3,6	23	(47)		13								
<i>Sertularia</i>				110									48	25							
<i>Aglaophenia</i>	43															14			34		28
Andere Hydroiden				6,7			2,1														
<i>Membranipora</i> -Kolonien	1,5	4,8		4,9	3,2		5,8		0,3	19	1,8		1,5	1,5	0,6	1,1	0,7	19			
<i>Membranipora</i> -Individuen				413	185		146		97		(13)					2,8	28	13	363		
<i>Spirorbis</i>	5,8	2		4,5					0,3	7,5	0,6		9,2	(1,5)	94	22					
<i>Diplosoma</i>						(0,6)		0,6	0,6	0,2											
Andere Metazoen	r			1,1				0,3		r	2,1										
Anzahl der Formen	5	6	4	6	3	2	4	2	7	4	7	5	3	6	5	5	5	3	6	1	1

von Rivulariaceen in Zone II. Die Maxima sind: Bei einfachen Hydroiden 138, bei Stöckchen 110, bei *Membranipora* 19, bei *Spirorbis* 94. Als Mittelwerte ergeben sich (bei Ausschluß der Nullwerte!) folgende, nach der Größe geordnet: *Clytia* 41, *Sertularia* 41, *Aglaophenia* 30, *Laomedea* 27, *Spirorbis* 14, *Membranipora* 4,9. Berechnet man hierzu auf Grund der (in Klammern angegeben) mittleren Koloniestärken die Individuenzahlen, so ergibt sich: *Clytia* (1) 41, *Sertularia* (11?) 451, *Aglaophenia* (73,8) 2214, *Laomedea* (6,3) 170, *Spirorbis* (1) 14, *Membranipora* (33,7) 165. Mit Hilfe der Koloniestärken könnte man annähernd die Individuenzahl für die meisten Normalblätter berechnen, wenigstens für die Tiere. Die Zählung bis zu den Individuen durchzuführen habe ich wohl versucht, aber wieder aufgegeben. Eine der merkwürdigsten Tatsachen ist der Unterschied des Bewuchses schmal- und breitblättriger Stücke des gleichen Fundorts. Fast ausnahmslos sind erstere wesentlich artenärmer als letztere, entbehren erstere der *Membranipora* und *Spirorbis*, während sie letztere besitzen, und schließlich werden erstere von *Clytia*, letztere von *Aglaophenia* oder *Sertularia* beherrscht. Das zeigt sich bei den Nummern 3, 7, 13, 17, 18, ferner bei den hier fehlenden 20, 22 und 23 und bei einigen Proben ohne Fundort.

Der Bewuchs auf dem treibenden Sargassum (vgl. Fig. 4) ist im Sinne des zoologischen Sprachgebrauches eine „Lebensgemeinschaft“. Bei diesem Begriff wird an zweierlei gedacht, einerseits an die Gemeinsamkeit der Bedingungen der Umgebung, andererseits an die Wechselbeziehungen zwischen den Organismen. Ersteres bedingt eigentlich nur ein Nebeneinander des Lebens, keine Zusammengehörigkeit, es erzeugt nur eine Gemeinschaft im Sinne der Faunistik und Floristik; soll die „Biocoenotik“ etwas anderes bieten als diese, so kann nur die Untersuchung der Wechselbeziehungen ihr Inhalt sein. Die Untersuchung der Bedingungen der Umgebung ist gewissermaßen nur die Basis, auf der das Studium des Gemeinschaftslebens ebenso wie das des Einzellebens und das des Gesamtlebens ruht.

Nun wäre es denkbar, daß zwischen verschiedenen Organismen, die auf dem gleichen Sargassumbüschel angesiedelt sind, Wechselbeziehungen überhaupt nicht bestehen. Andererseits bestehen zweifellos enge Beziehungen jedes Siedlers zu den meist planktonischen Organismen, von welchen er sich nährt, oder zwischen den Siedlern einerseits und ihren planktonischen Larven andererseits. Der Sargassumbewuchs ist also in dem hier gedachten streng biocoenotischen Sinne vielleicht gar keine Lebensgemeinschaft, dagegen „besteht Lebensgemeinschaft“ zwischen ihm und dem Plankton. Verfolgt man diesen Gedanken weiter, wendet man ihn auf verschiedene sogenannte Lebensgemeinschaften an, so erkennt man, daß eine sinnstörende Schiefheit in diesem Begriff liegt.

Das Wort Lebensgemeinschaft sollte nicht ein Ding, sondern einen Zustand bezeichnen, nicht eine Summe von Organismen, sondern eine Summe von Beziehungen, nicht ein abgeschlossenes Ganzes, sondern den Zusammenhang in einem unabgeschlossenen Kontinuum. Man sollte nicht sagen: „Dies ist eine“ Lebensgemeinschaft, sondern „hier besteht“ Lebensgemeinschaft. Man sollte nicht fragen, was die Gemeinschaft äußerlich zusammensetzt, sondern was sie innerlich zusammenhält.

Um die wertvolle Idee aus dem unklaren Begriff Lebensgemeinschaft für den gegenwärtigen Zweck herauszuziehen, denke man sich das Leben auf der Erde überhaupt als ein Kontinuum. Man suche abzusehen von der Vorstellung einer Individualisierung eines Ausschnittes aus dem Gesamtleben innerhalb eines bestimmten Lebensraumes, wie sie bei dem Worte Lebensgemeinschaft in uns aufzutauhen pflegt. Man stelle sich vor, daß dies Kontinuum auch den Teil des Ozeans durchdringt, den wir Sargassosee nennen, und daß hier wie überall zwischen den vorhandenen Organismen vielfache Kontinuität besteht. Kontinuität sehr verschiedenen Grades, deren Grad und Wert keineswegs durch die räumliche Nachbarschaft oder Entfernung in erster Linie bestimmt wird, sondern durch die Bedürfnisse der Organismen und die Gelegenheiten, sie zu befriedigen.

Will man die Untersuchung auf diese Kontinuität oder Lebensgemeinschaft richten, so wird man, wie es im folgenden geschehen soll, hauptsächlich die Lokalisation, die Ernährung und die Fortpflanzung der Organismen zu beachten haben, also diejenigen Vorgänge, durch welche vorwiegend die Lebensschicksale der einzelnen Individuen, Gruppen von Individuen und Arten fest ineinandergefügt werden.

Zunächst wäre zu fragen, ob die verschiedenen Siedler auf einem Sargassumbüschel vitale Beziehungen zueinander haben. Gegenseitiges Überwachsen kommt vor. Spirorbisröhren werden gelegentlich von *Membranipora*, Bryozoen von Hydroiden überwachsen, benachbarte *Spirorbis* können einander im Wachstum stören, und auf allen diesen siedeln sich Algenzotten an. Als sekundären Protistenbewuchs habe ich nur die erwähnte *Cocconeis spec.* beobachtet, welche Hydroiden, Cyanophyceen usw. oft dicht bedeckt. Ein Streit um den Siedlungsraum und ein gegenseitiges Sichverdrängen findet jedenfalls statt. Eine wachsende Membraniporakolonie scheint alles, was ihr im Wege steht, zu überwinden. Auch die Hydroiden machen sich wohl gegenseitig den Raum streitig. Man findet bei oberflächlicher Gesamtbetrachtung meist nur eine Art, gewöhnlich den Gattungen *Clytia*, *Aglaophenia*, *Sertularia* auch *Laomedea* angehörend, auf jedem Sargassumbüschel. Bei genauerem Zusehen bemerkt man daneben an einzelnen Stellen noch die schwächeren Arten der Gattungen *Laomedea*, *Plumularia*, *Halerium* und *Gemmaria*. Dies einseitige Vorherrschen zeigt die Normalblatt-Tabelle deutlich. Nr. 13b und 3a sind

hierin nicht ganz so charakteristisch. Bei 3a war ein Stock zum größten Teil dicht mit *Clytia* besiedelt, ein Seitenzweig dagegen und die nächste Umgebung seines Ansatzes an den Hauptstiel trug *Laomedea*, während *Clytia* entschieden zurückgedrängt war.

Viel deutlicher als die vorerwähnten treten Beziehungen des Bewuchses zu den freilebenden Organismen seiner Umgebung hervor.

Die Ernährung des Bewuchses bewirkt eine ununterbrochen dauernde vitale Kontinuität zwischen ihm und dem Organismenbestande des freien Wassers, in dem er schwebt. Um diesen Zusammenhang zur Anschauung zu bringen, habe ich die Darminhalte der häufigeren Tierformen untersucht. In ihnen ist naturgemäß nur ein Teil der Nahrung noch erkennbar, aber er genügt, um ein Urteil über die Nahrungsquellen, die Auswahl, Menge und Zusammensetzung der Nahrung zu gewinnen. Zum Zwecke der Untersuchung wurde bei *Lepas* der Darm entleert, bei *Diplosoma* das Tier aus der Kolonie, bei *Membranipora* und *Spirorbis* der Weichkörper aus dem Skelett herausgenommen, bei den Hydroiden nur das ganze Tier mikroskopisch untersucht. Es wurden auch Tiere verwendet, die nicht den Fängen der obigen Übersicht angehörten, jedoch nur solche aus der Sargassosee im Sinne der KRÜMMELschen Karte; von *Lepas* auch einige Tiere, von denen ich nicht weiß, ob sie auf Sargassum oder anderm Substrat gefunden waren. Ich gebe zunächst eine Übersicht der bei den häufigsten Tierformen erkannten Nahrungsbestandteile mit den Nummern der Fundstätten. Neu eingeführt sind einige Fundstätten für *Lepas*: a und b „Sargassosee“, c 34° N, 37° W, d 43° N, 42° W. Die Zahl der geformten, aber nicht erkennbaren Bestandteile, insbesondere leerer Schalen, ist oft sehr beträchtlich.

Membranipora: Diatomeen (4, 13), u. a. *Coscinodiscus* (?); Coccolithophoriden (4, 6, 13, 16), besonders *Coccolithophora leptopora*; Peridineen (4, 6, 16), meist Gymnodinien; Nesselkapseln von *Physalia* (4, 6 und wohl 16).

Spirorbis: Diatomeen, insbesondere *Navicula* (14, 15, 17) und *Coscinodiscus* (? 15); Coccolithophoriden (2, 3, 4, 6, 14, 15, 22), oft *Coccolithophora leptopora*; Peridineen (6, 15), meist Gymnodinien, ferner *Peridinium*; Silicoflagellaten (14, 15, 22), wohl meist *Dietyocha fibula*; Algenfäden (22); Globigerinen (4); Tintinnen (9); Nesselkapseln von *Physalia* (4, 14); Embryonen von *Spirorbis* (? 4).

Lepas: Diatomeen (a), *Thalassiosira* (?) und festsitzende Art; Coccolithophoriden (24), bes. *Coccolithophora leptopora*; Peridineen (c); Silicoflagellaten (a, c), meist wohl *Dietyocha fibula*; Fadenalge (a); Pflanzengewebe, wohl von Sargassum (d), Radiolarien (a, c), in c besonders häufig Acanthophracten; Tintinnen (a), *Dietyogysta* u. a.; Nesselkapseln von *Physalia* (b, c); andere Nesselkapseln (a); Eier (d) und Cyprislarven (a) von *Lepas*; Reste von Crustaceen (a).

Diplosoma: Coccolithophoriden (8); Peridineen (8); Silicoflagellaten (8), wohl meist *Dictyocha fibula*; Sphaerellarie (8).

Aus dieser Aufstellung ergibt sich, daß inbetreff der Nahrungsquellen, wie zu erwarten, das Plankton entschieden im Vordergrunde steht. Wie weit Detritus daneben in Betracht kommt, läßt sich allerdings nicht entscheiden. Vom kleinsten bis zum größten Plankton scheint alles zur Nahrung des Bewuchses dienen zu können, denn neben Coccolithophoriden findet man häufig Nesselkapseln, die durchaus denen von *Physalia* gleichen. Bruchstücke des Sargassums selbst kommen wohl nicht ernstlich in Betracht, obwohl ich einmal Pflanzengewebe bei *Lepas* gefunden habe. Ebensowenig Bedeutung dürfte der Bewuchs selbst haben. Man findet aber gelegentlich einen Algenfaden oder ein Hydroidenstückchen. Im Darm einer *Lepas* fand ich Diatomeen wieder, wie sie die Außenseite des Tieres bedeckten, ferner Eier und Cyprislarven dieser Tiere. Naturgemäß findet sich bei den Individuen einer Kolonie oder einer Sargassumpflanze meist gleichartige Nahrung.

Eine Auswahl zwischen dem planktonischen Nahrungsmaterial dürfte nur durch die Größe der Mundöffnung getroffen werden. Demgemäß besteht bei *Membranipora* und *Spirorbis* die Nahrung fast ganz aus Nanoplankton. Coccolithophoriden und Peridineen spielen unter den erkennbaren Formen die Hauptrolle. Silicoflagellaten scheinen die obere Grenze der Nahrungsgröße bei *Membranipora* (wo ich sie an einer bei Wangeroog angetriebenen Sargassumpflanze noch fand) und *Spirorbis* zu erreichen. Bei Lepadiden habe ich dagegen auch größere Radiolarien und überhaupt eine reichere Nahrungsauswahl gefunden. In den Hydroiden findet sich nur sehr selten erkennbarer Darminhalt, eine Tintime habe ich gelegentlich außerhalb der Sargassosee (Nr. 27) nachgewiesen, sonst nur formlose Massen, und auch die nur spärlich. Es ist denkbar, daß diese Tiere in Ermangelung größerer Planktonen sich mit kleinen begnügen müssen. Prof. LOHMANN machte mich darauf aufmerksam, daß leicht bei den Hydroiden im Augenblick des Absterbens eine Entleerung des Darms eingetreten sein kann.

Daß es an Nahrung nicht fehlt, geht aus der großen Menge der Bewuchsorganismen, welche die Sargassumbüschel bedecken, und ihrem kräftigen, normalen Wuchs hervor. Es wird aber auch durch die Darminhalte selbst bewiesen. Der weite Magen von *Spirorbis* ist gewöhnlich dicht gefüllt. Man sieht außer den genannten erkennbaren Organismen und unerkennbaren, meist kugeligen Schalen viel unregelmäßige körnige Masse, als Rest von skelettlosen Organismen. Auch der Magen von *Lepas* kann gut gefüllt sein.

Die Frage, wie sich der Nahrungsgehalt des Darms zum Nahrungsgehalt der Umgebung verhält, läßt sich in den Fällen, wo ungefähr gleich

zeitig mit der Konservierung des Sargassums Plankton gefangen wurde, behandeln. Bei dem Material der Planktonexpedition ist es allerdings meist nicht gut möglich, weil ihren Netzen das hier in erster Linie in Betracht kommende Nannoplankton im wesentlichen entgehen mußte, wohl aber bei dem der „Deutschland“-Expedition, auf der LÖHMANN stets an Ort und Stelle das Centrifugenplankton gezählt hat. Quantitativ einen Vergleich zwischen Darminhalt und Plankton zu ziehen, ist allerdings nicht ausführbar, hauptsächlich weil die Zeit nicht bekannt ist, während derer der Darm sich mit der vorhandenen Nahrung gefüllt hat. Die Zählung gewisser Organismen im Darm wäre allenfalls möglich; z. B. läßt sich die Silicoflagellate *Dietyocha fibula* stets sicher und deutlich erkennen und man kann bei einer Tierkolonie feststellen, auf wieviel Tiere eine bestimmte Anzahl dieser Flagellaten kommt. In einem Falle (Nr. 8) kam auf 5 Individuen von *Diplosoma*, die nicht über 1 mm groß sind, eine *Dietyocha*. Im allgemeinen kommt man naturgemäß zu dem Schluß, daß die Zusammensetzung von Plankton und Darminhalt einander entsprechen. Vorherrschende Planktonpflanzen pflegen auch im Darminhalt vorzuherrschen. Das ließ sich z. B. für *Coccolithophora leptopora* und Gymnodinien öfter nachweisen. In den Lepadiden an der nördlich der Azoren gefangenen Schildkröte (Nr. 24) fanden sich jedoch viele Silicoflagellaten, trotzdem die vier nächstgelegenen Fänge von Centrifugenplankton keine enthielten.

Nicht so deutlich wie der Zusammenhang mit dem Organismusbestande der allgemeinen normalen Umgebung, der auf weite Strecken hin der gleiche bleibt, ist der mit den mehr zufälligen Nährstoffen, wie sie z. B. große Siphonophoren darbieten. Während z. B. die Planktonexpedition am 16. 8. 89 einen Physalienschwarm durchfuhr, zeigt der Bewuchs auf dem gleichzeitig aufgefischten Sargassum (Nr. 16) keine oder nur wenige Nesselkapseln davon. Andererseits waren am 12. 6. 11 am Sargassum Nr. 4 fast alle Därme von *Membranipora* mit Nesselkapseln gefüllt, ohne daß ein Auftreten von *Physalia* beobachtet worden wäre. Ebenso ist es mit auf dem Sargassum lebenden Schnecken und Krebsen (s. u.), welche am 21. 6. 11 gefangen wurden (Nr. 7). Hier handelt es sich wohl immer um einzelne große Röhrenquallen, die, vom Winde in das treibende Kraut verschlagen, zunächst Nesselkapseln entladen, oft wohl auch allmählich absterben und zerfallen, so daß Nesselkapseln und Gewebsreste erst nach und nach in den Nahrungsstrom der Bewuchstiere gelangen, zum wenigsten tagelang nach dem Zusammentreffen mit dem Bewuchs. Es ist auffallend, wie häufig Nesselkapseln von *Physalia* sowohl bei dem Bewuchs an Sargassum wie bei anderwärts angesiedelten Lepadiden aus verschiedenen Teilen des atlantischen Ozeans vorkommen. In der großen Mehrzahl der Fälle sind sie entladen. Daß Pflanzengewebe, angeseheinlich vom Goff-

kraut selber stammend, und Bewuchsteile gelegentlich und nach der geringen Anzahl der untersuchten Darminhalte zu urteilen nicht allzu selten vorkommen, wird verständlich, wenn man sich daran erinnert, daß die Pflanzen oft in Streifen oder in zusammenhängenden Massen an der Meeresoberfläche treiben; der Wellenschlag wird da fortwährend die Büschel aneinander schlagen und viel von ihnen abreiben, was dann auch als Nahrung dient.

Derartige Abfälle werden auch für freilebende Tiere als Nahrung in Betracht kommen, und damit wäre eine Ernährungsbeziehung entgegengesetzter Richtung gegeben, bei der die Festsitzenden den Freilebenden zur Nahrung dienen. Es liegt besonders nahe, zu fragen, ob etwa die regelmäßigen Gäste des Sargassums, Krebse, Schnecken, Fische usw. sich von dem Bewuchs ernähren. Ich habe, um dieses festzustellen, den Darminhalt von *Planes (Nautilograpsus) minutus* (L.) und *Scyllaea pelagica* L. untersucht, beide vom 21. 6. 11 (Nr. 7). In den Krebsen fanden sich in einem Falle massenhaft Trichodesmiumfäden, in allen Nesselkapseln von *Physalia* und Kapseln unbekannter Herkunft. Diese haben einen kurzen hohlen Stiel, auf dem sich ein dickwandiger Becher erhebt, dessen Wand etwa $\frac{2}{3}$ einer Kugeloberfläche ausmacht und mit einem wulstigen Rand abschließt. Manchmal scheint der Becher durch eine Membran geschlossen zu sein. Der Durchmesser beträgt etwa 60 μ . In der Schnecke fanden sich starke, nierenförmige Nesselbatterien und Rivulariaceen. Der Bewuchs scheint also nicht sehr wesentlich für die Ernährung dieser Tiere zu sein.

Enge vitale Zusammenhänge der Tiere und Pflanzen des Bewuchses mit den Organismen ihrer Umgebung sind ferner in der Aussendung und Ansiedelung freilebender Jugendstadien der festsitzenden Organismen begründet. Es handelt sich hier um eine viel bestimmtere und festere Bindung des einen Organismus an den andern, als bei der Ernährung, eine Bindung durch die zudem nicht nur die gleichzeitig sondern auch die nacheinander Lebenden in einem lückenlosen Netz von Beziehungen zusammengefügt werden. Freilebende Keime der Stereophilen kommen allerdings nur sehr wenig zur Beobachtung, doch läßt sich auch auf anderem Wege manches erschließen. So ist hervorzuheben, daß ich bei *Laomedea* häufig Gonangien mit Medusenknospen, bei *Clytia simplex* nicht selten Gonophoren gefunden habe, dagegen nie bei den Sertularien und *Aglaophenia*. Obwohl diese aus sehr verschiedenen Jahreszeiten stammten (vgl. STECHOW 1912 S. 371). Bei diesen so häufigen und verbreiteten Arten scheint demnach diese Art ungeschlechtlicher Vermehrung nur eine geringe Bedeutung für die Herstellung von Zusammenhängen in dem Sargassumbewuchs zu haben, eine größere bei *Laomedea*, was für die Verbreitung dieser Arten von Bedeutung sein muß (s. u. S. 20).

Unter den freilebenden Stadien, welche die Kontinuität herstellen,

werden Spermatozoen von Bedeutung sein, doch kennen wir keine aus dem Plankton. Theoretisch sei daran erinnert, daß Befruchtung im allgemeinen Nachbarschaft der Geschlechter voraussetzt. Die festsitzenden Organismen der Sargassosee sind durch ihre Zusammendrängung auf kleinen Substraten, durch Koloniebildung, zum Teil durch Hermaphroditismus und durch die Häufigkeit der Berührung benachbarter Pflanzen in dieser Beziehung wohl nicht ungünstig gestellt. Freie Larven sind von Hydroiden und Ascidien im Plankton der Sargassosee nicht gefunden. MICHAELSEN hat jedoch (1920 S. 42) in dem von mir untersuchten Diplosomamaterial Larven beobachtet. Inbetreff der Bryozoen aber hat die Planktonexpedition den innigen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Larven und der Erwachsenen aufs klarste erwiesen. *Cyphonautes* beginnt (LOHMANN 1904, Taf. 3) an der Fahrtlinie des „National“ genau in dem Augenblick in großer Menge aufzutreten, wo das Golfkraut erscheint, und verschwindet genau in dem Augenblick fast ganz, wo die Tangbüschel verschwinden.

In anderen Fällen scheint das Freileben der Jugendstadien ein auf die nächste Umgebung des Mutterorganismus beschränktes zu sein. Die Rivulariaceen bilden Homogonien aus, kurze Fadenstücke, die auf dem Substrat zu kriechen vermögen, und so die Pflanzen weiter ausbreiten. Aus dieser Art der Vermehrung wird die Art des Auftretens der Calothrix- und Dichothrixarten völlig verständlich; das benachbarte Vorkommen der Büschel bis zur völligen Verhüllung eines Blattes und die geringe Regelmäßigkeit im Auftreten auf den verschiedenen Teilen einer Pflanze entsprechen dem. Die Übertragung von einem Tangstück auf das andere mag auf planktonischem Wege geschehen können, wahrscheinlicher vielleicht noch bei gegenseitiger Berührung zweier Sargassumpflanzen, bei der es leicht zum Abstreifen dieses nur lose aufsitzenden Algenbewuchses kommen muß. Bei *Spirorbis* und *Lepas* haben wir eine ausgeprägte Brutpflege, verbunden mit der Neigung der Jungen, sich in unmittelbarer Nähe des Muttertieres festzusetzen, also dieselbe Stereophilie der Keime, wenn ich so sagen darf, wie bei Rivulariaceen. Sie begünstigt jedenfalls die Erhaltung auf treibendem Substrat, wenn sie auch die Übertragungsmöglichkeiten verringert. Man kann allgemein sagen, daß je nachdem, wie weit der ursprüngliche Familienverband zwischen Eltern und Keimen erhalten bleibt oder sich lockert, der Organismus mehr für die Ausbreitung auf dem einzelnen Substrat oder für die von einem zum andern geeignet ist. In allen Fällen ist Substratgewinnung die große Schicksalsfrage für die Keime.

Ähnlich wie bei der Ernährung stehen auch bei der Fortpflanzung den Beziehungen zwischen festsitzenden Organismen und freilebenden Jugendformen umgekehrte gegenüber. Mehrere Arten von Eiern, vermutlich jenen Tieren zugehörig, die nomadisch von einer Sargassumosee zur

anderen wandern, wurden oben (S. 5) erwähnt. Bei den „Fischnestern“ wird die Beziehung eine noch engere, indem das treibende Kraut zum Zweck der Brutpflege zusammengebaut wird.

Die freilebenden Keime der Bewuchsorganismen stellen die Kontinuität zwischen verschiedenen, voneinander unabhängigen Sargassumbüscheln her. Sie begründen zugleich bei ihrer Ansiedelung die engen Lokalisationsbeziehungen, welche die festsitzenden Organismen zu ihrem lebendem Substrat haben. Daß allerdings das Leben des Substrats für die Besiedelung nicht notwendig zu sein braucht, geht daraus hervor, daß auf Schlacke (Nr. 25) oder auf dem Panzer einer Schildkröte (Nr. 24) zum Teil die gleichen Organismen, wie auf dem Golfkraut gefunden werden. Andererseits läßt sich nachweisen, daß das Wachstum des Krautes von Einfluß auf die Besiedelung ist. Alle Stücke von treibendem Sargassum, die ich untersuchen konnte, waren besiedelt. Und die meisten waren auf allen Teilen ihres Körpers, Stielen, Beeren und Blättern, so stark besiedelt, daß der Bewuchs sich fast über den ganzen Pflanzenkörper ausdehnte. Auch bei den Herbarpflanzen, die jedenfalls nicht um des Bewuchses willen gesammelt waren, traf das zu. Nur die jüngsten Beeren und Blätter sowie die Enden noch wachsender Blätter sind fast regelmäßig frei. Die Ausbreitung des Bewuchses, insbesondere der stets zuerst vorhandenen Hydorrhizen der Hydroiden, scheint also dem Wachstum der Pflanze stets und überall, jedoch in einem bestimmten Zeitabstande nachzufolgen. Bisweilen ist die Besiedelung mit einer Art auf den älteren Teilen der Pflanzen deutlich stärker, als auf den jüngeren, so zeigten auf einem gerade gewachsenen Stengel (Nr. 17a) Blätter von 48 bis 60 mm Länge vom unteren, mittleren und oberen Drittel durchschnittlich 110, 76 und 30 Individuen von *Clytia*.

Sehr bemerkenswert ist der Unterschied der inneren, älteren und äußeren, jüngeren Teile der Pflanzen in bezug auf die Zusammensetzung des Bewuchses den Arten nach. Der auffallende weiße Überzug, den die Kalkskelette von *Membranipora* und *Spirorbis* erzeugen, beschränkt sich meist auf die inneren Stockteile, also hauptsächlich die Hauptstengel, älteren Beeren und Basalteile älterer Blätter, während die peripherischen Teile fast nur mit Hydroiden bedeckt zu sein pflegen. Man könnte daran denken, daß jene Organismen einer geschützteren Lage als die Hydroiden bedürften, aber dann müßten sie auf den oft zusammengeknäuelten Stücken auch die mehr nach innen gelegenen Blätter stärker besiedeln. Vielmehr scheint es allein das Alter der Pflanzenteile zu sein, welches diese Verteilung bedingt. Während sich die Hydroiden schnell vegetativ über die ganze Pflanze ausbreiten, so daß eine einzige ursprüngliche Ansiedelung zur Bedeckung des ganzen Büschels genügt, erzeugt eine Larve von *Membranipora* eine nur langsam sich vergrößernde örtlich beschränkte Kolonie, eine solche von *Spirorbis* nur ein Individuum. Eine Bedeckung von ausgedehnten

Pflanzenteilen durch diese Tiere kann daher nur sehr langsam und nicht in großen Zügen, vielmehr nur durch sozusagen mosaikartige Flächenausfüllung allmählich stattfinden. Je älter nun ein Pflanzenteil ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Larven jener Organismen Gelegenheit gehabt haben, sich auf ihm anzusiedeln. Ältere Teile müssen



Fig. 4.

im allgemeinen stärker als jüngere (vgl. Fig. 4), ältere Pflanzen stärker als jüngere Pflanzen besiedelt sein, vorausgesetzt, daß die Besiedelung vom umgebenden Plankton aus stattfindet.

Bei der Ausbreitung der Kolonien auf den Pflanzen läßt sich oft ein Einfluß der durch die Gestaltung des Substrats bedingten Lokalisationsmöglichkeiten auf die Richtungen, in denen Sprossung, Knospung und Teilung fortschreiten, erkennen. Die Krusten von *Membranipora* zeigen meist in der Anordnung ihrer Zellen den Ansiedlungspunkt und die Wachstumsrichtungen. Sie pflegen, wenn sie größer werden, sich in der Richtung des Sargassumblattes zu strecken, während das Hinüberwachsen auf die andere Blattseite seltener und wohl später einzutreten pflegt. Auf den kugeligen Blasen baut sich die Kolonie ohne Bevorzugung einer Richtung auf. Die Kolonien von *Diplosoma* scheinen mit Vorliebe die Blatt- und Astwinkel anzufüllen, was jedoch vielleicht nicht an der Wachstumsrichtung, sondern an der von HARTLAUB (vgl. HARTMEYER 1906 p. 126) nachgewiesenen Fähigkeit dieser Synascidien, auf dem Substrat zu kriechen, liegt. Die Hydro-

rhiza der Hydroiden scheint ein deutliches Bestreben zu geradlinigem Fortwachsen zu haben. Damit mag es zusammenhängen, daß sie auf den Blasen gewöhnlich deutlich in größten Kreisen — als den Richtungen geringster Krümmung — verläuft, und auf den Blättern, von dem zylindrischen Blattstiel herkommend, mit Vorliebe in der Hauptrichtung der Blätter. An den Stellen, wo die Hydrorhiza ein Stöckchen treibt, pflegen zugleich zwei Seitensprosse, etwas schräg nach vorn gerichtet, von ihr auszugehen. Diese erreichen alsbald

den Rand der Blätter und biegen dann auf die andere Seite um, an der sie unter ungefähr gleichem Winkel zum Blattrande, gleichsam als ob sie dort reflektiert würden, weiterwachsen. Der Umbiegungsvorgang dürfte einen Knospungsreiz erzeugen, denn an der Knickungsstelle pflügt ein Polypenstößchen hervorzusprossen. Wenn übrigens eine Hydrorhiza unter sehr spitzem Winkel auf den Blattrand trifft, so bleibt sie meist auf derselben Blattseite, indem sie mit schwacher Richtungsänderung weiterwächst. Auch auf die Koloniestärke des einzelnen Hydroidenstößchens scheint das Substrat von Einfluß zu sein: die stärksten Stößchen stehen meist in der Mittelzone des Blattes.

Wenn bei anderen Organismen die Beziehungen zu der Gestaltung der Substratpflanze weniger auffallen als bei den Hydroiden, so dürften sie doch überall vorhanden sein. Erwähnt sei noch, daß die Rivulariaceen mit Vorliebe an den Rändern der Blätter Ansiedlungspunkte suchen, während *Spirorbis* besonders gern auf den Beeren siedelt und auf den Blättern die leicht rinnenförmigen Einsenkungen zu beiden Seiten der verdickten Blattachse zu bevorzugen scheint. Man gewinnt den Eindruck, daß die Keime aller Organismen außerordentlich fein auf die kleinsten Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit des Substrats reagieren.

Das Leben der Bewuchsgemeinschaft ist also von dem des Sargassums abhängig. Ist etwa auch das Umgekehrte der Fall? Ich habe keine Beobachtungen der Art gemacht. Wenn Hydrorhiza, Membraniporakolonien, Rivulariaceenbüschel die Blattränder umwachsen, so scheint das keinen Einfluß auf das Blattwachstum zu haben. Angenommen werden muß aber wohl, daß der Bewuchs mehr oder weniger, daß starker Bewuchs wesentlich die Assimilationstätigkeit der Pflanze beeinträchtigt. Eine zweite notwendige Annahme ist die, daß die Belastung des Krautes mit Kalkskeletten die Gefahr des Absinkens in die Tiefe erhöht.

3. Das Gesamtleben des Bewuchses.

Das Leben des treibenden Krautes der Sargassosee als Ganzes in seinen Beziehungen zu den allgemeinen Hochseebedingungen, zu den besonderen Bedingungen einer Halostase, zu dem Pflanzenwuchs an benachbarten Küsten und Inseln hat seit Alexander von Humboldt die Botaniker viel beschäftigt. Eine entsprechende Gesamtbetrachtung des Bewuchses soll im folgenden vorgenommen werden.

Im großen und ganzen gesehen stellt sich der Bewuchs in der gesamten Sargassosee als etwas Einheitliches dar, als ein Seitenstück zu dem einheitlichen pflanzlichen Substrat. Die allgemeine und gleichartige Bewachsung der Krautbüschel mit den immer wiederkehrenden Grundtypen von Organismen, Hydroiden, *Membranipora* und *Spirorbis*.

denen vielleicht noch die Rivulariaceen angereicht werden können, erzeugt diesen Eindruck des Homogenen. Man kann sagen, daß die coenobiotischen Merkmale des Bewuchses ihn zu einem geschlossenen Ganzen machen. Anders stellt sich die Sache bei einer chorologischen Betrachtung der einzelnen Arten dar. Zwar scheinen einige der häufigsten ziemlich gleichmäßig verbreitet zu sein, andere verteilen sich sehr ungleichmäßig. Die Gattung *Ceramium* (Fig. 5) kommt auf allen Fundstätten zwischen Florida und den Azoren vor, sonst nirgend. Die Gattung *Diplosoma* kommt in einem durch die Stationen 5–8 gekennzeichneten kleinen, ununterbrochenen Gebiet südsüdwestlich der Azoren vor, sonst nirgend. Von den Hydroiden,

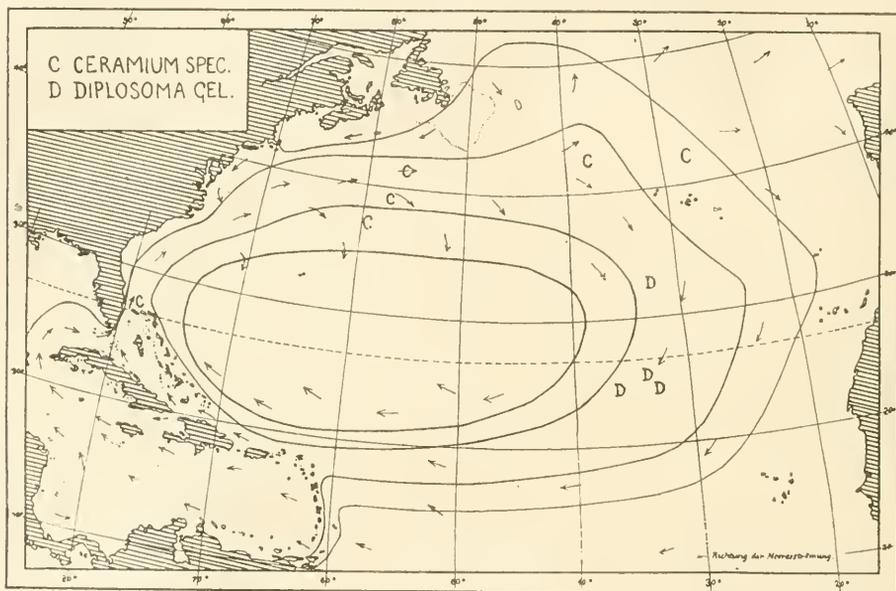


Fig. 5.

bei denen die in der Literatur verzeichneten Funde an (NB!) treibendem Kraut mit berücksichtigt wurden (Fig. 6), kommt *Laomedea sargassi* von Florida bis in die Umgegend der Azoren an der großen Mehrzahl der Fundstätten vor, nie in der südlichen Hälfte der Sargassosee. Zwei Arten von *Sertularia* zeigen eine gewissermaßen ringförmige Verbreitung; sie bewohnen alle Teile der Zonen II und III der KRÜMMEL'Schen Karte, fehlen aber fast ganz in der innersten Sargassosee, der Zone IV. Der einzige Nachweis des Vorkommens in ihr, bei den Bermudas, beruht auf einem ganz vereinzelt Funde gegenüber dem massenhaften Auftreten von anderen Hydroiden an dem hier angetriebenen Sargassum. *Aglaophenia latecarinata* beherrscht dagegen die Zone IV, das Gebiet des größten Golfkranentreichtums. Was ihre Häufigkeit außerhalb dieses Innen-

gebietes betrifft, so muß berücksichtigt werden, daß in den amerikanischen Küstengewässern verhältnismäßig sehr viele Sargassumfänge, in allen übrigen Teilen der Sargassosee nur ganz wenige Fänge gemacht worden sind. Auch durch andere Befunde möchte sich noch der in diesen Daten gegebene Beweis stützen lassen, daß deutliche geographische Unterschiede in der Organismenverteilung vorhanden sind. Und doch zeigen dieselben Tatsachen wieder auch die biogeographische Einheitlichkeit des Gebietes: Zirkelstrom und Halostase bedingen augenscheinlich im Zusammenhang mit den umliegenden Landverhältnissen diese Verteilungsweise der Organismen (s. u.).

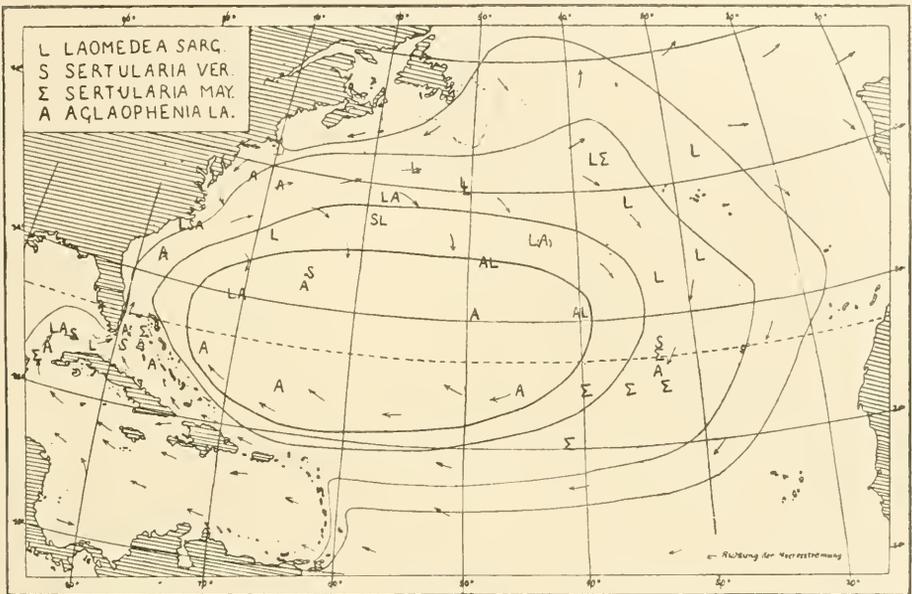


Fig. 6.

Dieser inneren Einheitlichkeit des Bewuchses entspricht Selbständigkeit gegen außen. Wohl gibt es Arten, die sich weit über die Grenzen der Sargassosee hinaus verbreiten; der Bewuchs im ganzen zeigt doch deutliche Unterschiede. Zum Teil mag das durch das Fehlen des für die Sargassosee charakteristischen Substrats bedingt sein. Wenn z. B. in Nr. 26 und 27 des Materialverzeichnisses die Flora und Fauna eine ganz andere ist, so liegt das mit daran, daß sie den großen, tragfähigen *Macrocystis*blättern und -blasen aufsitzt. Solche Unterschiede finden sich ja auch auf fremden Substraten innerhalb der Sargassosee, wie das Vorkommen von ausgewachsenen *Lepas* auf der nördlich der Azoren gefangenen Schildkröte (Nr. 24) zeigt. Noch wesentlicher kommen Unterschiede in der Herkunft des Wassers in Betracht, die z. B. das Auftreten von *Obelia*

geniculata an der letzten Station im kalten Falklandstrom bedingen werden. Ferner treten Anzeichen der Küstennähe, des Ursprungs der treibenden Pflanzen aus Küstenbeständen deutlich hervor. Besondere Beachtung verdient in diesem Sinne das Material Nr. 25, das Prof. LOHMANN am 19. August 1911 südöstlich von Rio im Brasilstrom aufgefischt hat. Es enthält einen Sargassumzweig, jedoch einen mit Fruchtsprossen, während die der Sargassosee durchweg steril sind. Der Bewuchs auf ihm ist mannigfaltiger, als er sonst zu sein pflegt, denn er enthält je mehrere Arten von Hydroiden und Bryozoen. Die Arten aber (s. o. S. 4) sind mit wenigen Ausnahmen andere, als in der Sargassosee.

Von noch größerer Bedeutung für das richtige Verständnis des Bewuchses der Sargassosee ist der Vergleich mit dem auf feststehenden Sargassumpflanzen der Küsten. Ich habe zu dem Zweck Herbarpflanzen von Westindien, Brasilien, Madeira und den Kanaren, auch der Westküste der Vereinigten Staaten untersucht. Zusammenfassend, wie es der Raum mangel verlangt, läßt sich darüber etwa folgendes sagen. Der Bewuchs kann sehr reich sein, aber auch sehr arm. Oft sind die Pflanzen ganz kahl oder nur unten etwas bewachsen. Pakete von Schneckenlaich kommen auf ihnen hier und da vor. Auf den reich bewachsenen sind die Organismen meist weniger regelmäßig, als auf treibendem Kraut verteilt. Es sind meist andere Arten. Hydroiden sind ziemlich selten, ebenso *Spirorbis*, auch *Membranipora* ist nicht sehr häufig. Dagegen treten krustenförmige Kalkalgen (*Melobesia*) in den Vordergrund, wie ich sie auf treibendem Sargassum nur ein einziges Mal (Nr. 2) gefunden habe. Daneben finden sich oft verzweigte, gegliederte Kalkalgen, blatt- oder fadenförmige Grünalgen, verzweigte Bryozoen, Schneckenlaich, junge Balanus, junge Muscheln, auch Spongien. Ein ähnlicher Bewuchs, insbesondere das Vorherrschen der Kalkalgen, zeigt sich auch auf den Sargassen der indopazifischen Küsten. Ferner sei als negatives Merkmal des Küstenbewuchses erwähnt, daß die an den Bermudas unablässig massenhaft angeschwemmte *Aglaophenia laterarinata* dort nie auf festgewachsenem Sargassum gefunden ist. Es ist also offenbar, daß auch gegenüber den Küstenpflanzen der Bewuchs des treibenden Golfkrautes Selbständigkeit besitzt.

Nun erhebt sich die Frage, ob und wie sich der hier gekennzeichnete Gesamtzustand des Bewuchses aus den Bedingungen der Umgebung erklären läßt. Insbesondere fragt es sich, welchen Einfluß die Verhältnisse von Kreisstrom und Halostase, welchen die Lebensweise des Golfkrautes in seiner Gesamtheit, welchen die Küsten und das Leben an ihnen auf den Bewuchs haben. Es erscheint in der Tat möglich, aus diesen Umständen ein tieferes Verständnis für das Ganze des Bewuchslebens zu gewinnen. So stellt sich seine Einheitlichkeit und Geschlossenheit

augenscheinlich als Wirkung des die Halostase umziehenden geschlossenen Stromkreises mit seinen verhältnismäßig einförmigen Lebensbedingungen dar. Auch die geographische Verteilung der Arten läßt sich daraus erklären. Die Arten *Laomedea sargassi* und *Ceramium spec.* kennzeichnen sich als Golfstromorganismen. Von der Rotalge mögen Keime vom Strom getragen sich überall an dem Sargassum ansiedeln. Die Hydroide ist als festsitzende Küstenform bekannt. Auf dem Sargassum tritt sie im allgemeinen mehr als Nebenform auf (vgl. Tabelle II), als wäre sie zwischen die anderen Hydroiden gelegentlich angesiedelt. Dem entspricht es, daß die Tiere gewöhnlich Gonangien tragen. Das Verbreitungsgebiet der beiden Sertularien scheint ganz dem Kreisstrom zu entsprechen. Auch sie kommen an den Küsten vor; ihr beherrschendes Verhältnis zum Golfkraut läßt es denkbar erscheinen, daß sie die Stützpunkte am Lande entbehren können, aber ihr Fehlen im Binnenteil der Sargassosee, dessen Wasser am wenigsten Küsteneinflüssen unterworfen sein dürfte, spricht vielleicht dagegen. Bei *Aglaophenia latecurinata* ist ein festsitzendes Vorkommen an den Küsten nicht bekannt. Ihr ganzer Lebenslauf scheint dauernd auf der Hochsee vorstatten gehen zu können. So beherrscht sie die eigentliche Halostase. Daß das Vorhandensein von Küstenstützpunkten unter Umständen von großer Bedeutung für die Verbreitung sein kann, scheint *Diplosoma gelatinosum* zu beweisen. Diese Art ist von den Ostküsten des atlantischen Ozeans bekannt. Vermutlich kommt sie auch auf den Azoren vor, von denen dann die pelagische Kolonie im Süden davon immerfort mit Larven gespeist werden muß. Die Funde zeigen, daß sie äußerst beständig ist, denn sie wurden 1854 oder 59, 1903 und 1911 gemacht.

Weniger einfach als die vorstehend erörterten Beziehungen sind die des Gesamtlebens des Bewuchses zu dem des Sargassumkrautes zu verstehen. Es sei kurz darauf hingewiesen, daß Halostase und eigentliche Krautsee nicht ganz zusammenfallen. Diese ist, wie die Karten (Fig. 5 und 6, SCHOTT 1912 Taf. 16) zeigen, gegen jene etwas nach Süden und Westen verschoben, und die eben erwähnte Verteilung von *Aglaophenia* und *Sertularia* scheint sich nach den wenigen vorliegenden Feststellungen mehr an die Sargassumverteilung als an die Strömungsverhältnisse anzuschließen. Jedenfalls muß ja eine weitgehende Schicksalsgemeinschaft zwischen Bewuchs und Substrat bestehen, und es muß daher gefragt werden, wie sich das Leben des Bewuchses zu dem Lebensgang des Sargassums als eines Ganzen verhält.

Die Frage nach der Existenzmöglichkeit des treibenden Krautes in der Sargassosee ist von den Botanikern in zwei ganz verschiedenen Weisen beantwortet worden. Einerseits — und das gewöhnlich — wird angenommen, daß das Kraut von den Küstenbeständen Westindiens losgerissen sei und, von der Strömung hinausgetragen, in der offenen See allmählich zugrunde

gehe. Andererseits wird gesagt, es handele sich um Pflanzen, für die die Hochsee der natürliche Standort ist, an dem sie sich durch rein vegetative Vermehrung dauernd erhalten. Zwischen diesen Extremen ist die Auffassung möglich, daß der im wesentlichen selbständige Hochseebestand doch mehr oder weniger der dauernden Zufuhr von der Küste her bedürfe. Die botanischen Gründe für die eine und andere Erklärung sollen hier nicht erörtert werden (vgl. BÖRGESEN 1914, S. 12 ff.). Es soll nur gefragt werden, ob eine dieser Hypothesen geeignet ist, die Bewuchsverhältnisse verständlicher zu machen. Damit würde nicht nur deren Erklärung gefördert, sondern auch die betreffende Hypothese selbst durch neue Gründe gestützt werden. Ich habe in der Tat die Überzeugung gewonnen, daß dies für die Hypothese der Selbständigkeit des Hochseesargassums, wenn nicht der absoluten, so doch einer sehr hochgradigen, zutrifft. Die wichtigsten Gründe dafür sind folgende:

1. Die Küstenpflanzen sind wesentlich anders besiedelt als die Hochseepflanzen (s. o. S. 22). Selbst wenn man die wenig wahrscheinliche Annahme einer so allgemeinen und so reichen Neubesiedelung nach der Loslösung machen wollte, bliebe der restlose Schwund der Küstenbesiedelung bei freiem Treiben in dem ruhigen Wasser der offenen See unverständlich.

Eine Sargassumprobe meines Materials, am Nordrande des Golfstromes gefunden, scheint allerdings auf den ersten Blick diesen Unterschied zu verwischen. Der Bewuchs von Nr. 2 enthält reichlich Kalkalgen und ist besiedelt von freilebenden Küstenorganismen, Polychaeten (*Nereis dumerilii*), Asseln und Pycnogoniden. Küsteneinfluß ist also unverkennbar. Aber diese Pflanzen sind zugleich sehr reich an *Membranipora*, auch *Spirorbis* ist auf ihnen nicht selten, der Bewuchs kann also nicht sehr jung sein, und sie selbst haben deutlich Zeichen des Alters, insbesondere dunklen, brüchigen, blattarmen Stengel. Es scheint, daß sie, von der Hochsee kommend, nur vorübergehend eine Zeitlang an der Küste verweilt haben und dort aus den reichen neritischen Organismenbeständen besiedelt worden sind. Da das Sargassum dieser Fundstätte noch so reich mit Küstenorganismen besetzt ist, beweist es gerade, daß die Pflanzen der übrigen Fundstätten, die davon nichts zeigen, nicht von der Küste stammen.

2. Es läßt sich, wie oben (S. 17) gezeigt wurde, ein Altern des Bewuchses nachweisen. Kämen nun die Pflanzen alle von Westindien und gerieten in den Kreisstrom, so müßte im Ostteile und noch mehr in der südlichen Hälfte der Strombahn der Bewuchs die Merkmale des Alterns zeigen, was nicht der Fall ist. Selbst wenn man die Annahme hinzunimmt, daß die einzelne Pflanze in jahrelangem Treiben mehrfach

den Kreis durchläuft, bleibt es unwahrscheinlich, daß diese Unterschiede ganz verwischt werden sollten. Es müßte beim Vergleich verschiedener Sektoren des Kreisstroms ein Unterschied des Durchschnittsalters des Bewuchses hervortreten. Bewuchs mit auffallenden Altersmerkmalen wurde aber nur im innersten Teil der Sargassosee, und zwar an zwei Stationen (Nr. 15 und 16), gefunden, abgesehen von der Zunahme des Durchschnittsbewuchses von *Spirorbis* von außen nach innen (S. 7). Die Altersunterschiede im Stromkreis traten dem gegenüber entschieden zurück und zeigten keinerlei Regelmäßigkeit.

3. Die allgemeine und meist vollständige Besiedelung der treibenden Tange mit Hydroiden, die Art ihres Wachsens über die ganze Pflanze unter Freilassung der Blattspitzen und jüngsten Sproßteile, die Seltenheit von Gonophoren bei einigen Hauptarten, die Verteilung der Arten auf schmal- und breitblättrige Pflanzen und die Verbreitung der Hauptarten in der Sargassosee sind im Zusammenhang miteinander gut verständlich aus der Annahme, daß der Sargassumbestand sich unablässig durch lebhaftes Weiterwachsen der Pflanzen erneuert und unablässig infolge des Absterbens älterer Teile durch Zerfall der Pflanzen sich vermehrt, wobei jede selbständig werdende junge Pflanze sogleich mit Hydroiden infiziert ist. Die besagten Verhältnisse wären unverständlich, wenn es sich um langsam zugrunde gehende Pflanzen mit nur noch ganz unbedeutendem Wachstum handelte.

Nimmt man diese Gründe nebst den von den Botanikern aus dem Zustande des Sargassums selbst hergeleiteten als stichhaltig an, so wird man dem Satze zustimmen, daß das treibende Golfkraut mit seinem Bewuchs wahrscheinlich eine reine Hochseeformation, jedenfalls aber nicht bloß eine auf die Hochsee verschlagene Küstenformation ist.

Verzeichnis der angeführten Schriften.

- BÖRGESEN, F. 1914. The Species of Sargassum usw. In: Mindeskript for Japetus Steenstrup, Kopenhagen.
- HARTMEYER, R. 1906. Beiträge zur Meeresfauna Helgolands. 15. Die Ascidien von Helgoland. Wiss. Meeresuntersuch. (N. F.) Bd. 8, Abt. Helgoland.
- HENTSCHEL, E. 1916. Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. Mitt. Zoolog. Museum, Hamburg. Bd. 33.
- KRÜMMEL, O. 1891. Die Nordatlantische Sargassosee. Peterm. Mitteil., Bd. 37, S. 129. Dasselbe 1892 in Ergebn. Plankton-Exp., B. 1.
- LOHMANN, H. 1904. Cyphonautes. In Ergebn. Plankton-Exp., Bd. IV N.
- 1912. Untersuchungen über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee. Veröffentlicht. Instit. f. Meereskunde, Berlin (N. F.) A. 1.
- 1920. Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der „Deutschland“ 1911. Archiv f. Biontologie, 4. Bd.
- MICHAELSEN, W. 1919. Zur Kenntnis der Didemniden. Abhandl. Naturw. Vereins Hamburg, Bd. 21 S. 42.
- SCHOTT, G. 1912. Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg, Boysen, 8^o.
- STECHEW, E. 1912. Hydroiden der Münchener Zoologischen Staatssammlung. Zoolog. Jahrb. Syst., Bd. 32.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Hentschel Ernst

Artikel/Article: [Über den Bewuchs auf den treibenden Tangen der Sargassosee. \(Ergebnisse von der Ausreise der "Deutschland" 1911.\) 1-26](#)