

Weitere Beiträge zur Biochemie der Meeresalgen.

Von
Harald Kylin.

(Aus dem medizinisch-chemischen Institut der Universität Upsala.)

(Der Redaktion zugegangen am 16. Januar 1918.)

In meiner früheren Arbeit «Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen» (diese Zeitschrift, Bd. 94, 1915) wurden einige Angaben über die in Phäophyzeen und Florideen vorkommenden wasserlöslichen Kohlenhydrate mitgeteilt, und ich beabsichtige, mit dem vorliegenden Aufsatz diese Angaben einigermaßen zu ergänzen. Außer Phäophyzeen und Florideen sind jetzt aber auch einige Chlorophyzeen untersucht worden.

1. Phäophyzeen.

Unter den Phäophyzeen wurden in meiner früheren Arbeit sechs Arten untersucht: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, *F. vesiculosus*, *Laminaria Cloustoni*, *L. digitata* und *L. saccharina*, und es zeigte sich, daß sie ein dextrinähnliches, aber linksdrehendes Kohlenhydrat, das Laminarin, in nicht unbedeutenden Mengen enthalten. Daneben sind geringe Mengen Dextrose vorhanden; Lävulose, Saccharose und Maltose fehlen dagegen. Bei den erwähnten Arten kommt auch Mannit vor.

Die gegenwärtige Untersuchung umfaßt acht Braunalgen: *Chorda filum*, *Chordaria flagelliformis*, *Ectocarpus siliculosus*, *Desmarestia aculeata*, *D. viridis*, *Dictyosiphon hippuroides*, *Halidrys siliquosa* und *Stilophora rhizodes*, und zwar wurde in erster Linie versucht, die Frage zu beantworten, ob wasserlösliche Kohlenhydrate vorhanden sind oder nicht.

Die Untersuchung ist in folgender Weise betrieben worden. An der Luft getrocknetes Material wurde mit Wasser übergossen, und zwar in der Regel etwa 1000 ccm Wasser auf 100 g Material, dann eine Stunde in siedendem Wasserbade gekocht und bis zum nächsten Tage stehen ge-

lassen. Das Material wird ausgepreßt, das Extrakt auf dem Wasserbade konzentriert, dann je nach der Schleimigkeit mit 3 bis 5 Volumen warmem Alkohol gefällt und in das Kältezimmer hinausgesetzt. Nach einem Tage filtriert man den Niederschlag ab, konzentriert das Filtrat, fällt es durch Zusatz von 5 bis 8 Volumen warmem Alkohol und läßt es dann einen Tag in der Kälte stehen. Dieses Verfahren wird noch einmal wiederholt nur mit dem Unterschiede, daß das Filtrat stärker konzentriert und mit 10 Volumen Alkohol gefällt wird.

Auf die oben beschriebene Weise bekommt man teils einige Alkoholniederschläge, teils eine Alkohollösung. Der Niederschlag, welcher bei Zusatz von wenigstens 5 Volumen Alkohol (also im allgemeinen die beiden ersten) entsteht, wird zur Untersuchung auf Laminarin gebraucht; in der Alkohollösung sind die eventuell vorhandenen Zuckerarten zu suchen. Ist Mannit vorhanden, krystallisiert dieser aus den warmen Alkohollösungen aus.

a) Mannit.

Durch frühere Untersuchungen ist Mannit bei folgenden Braunalgen nachgewiesen worden:

<i>Alaria esculenta</i>	<i>Laminaria Cloustoni</i>
<i>Ascophyllum nodosum</i>	» <i>digitata</i>
<i>Chorda filum</i>	» <i>saccharina</i>
<i>Fucus serratus</i>	<i>Pylaiella litoralis</i>
» <i>vesiculosus</i>	<i>Spermatochnus paradoxus</i>
<i>Halidrys siliquosa</i>	<i>Sphacelaria bipinnata.</i>

Gegenwärtig kann ich noch folgende Arten hinzufügen, nämlich *Chordaria flagelliformis*, *Desmarestia aculeata* und *Dictyosiphon hippuroides*. Bei zwei Arten: *Desmarestia viridis* und *Stilophora rhizodes*, konnte dagegen Mannit nicht nachgewiesen werden. Es scheint mir aber fraglich, ob er wirklich bei diesen beiden Arten vollkommen fehlt, da es nicht ausgeschlossen ist, daß einige eventuell vorhandene, geringe Mengen bei meinen Untersuchungen verloren gegangen sind.

b) Zuckerarten.

Die oben erwähnten Alkohollösungen wurden in bezug auf Zuckerarten, und zwar in folgender Weise unter-

sucht. Die Lösung wurde auf dem Wasserbade unter Zusatz von etwas Wasser konzentriert, bis der Alkohol vertrieben war. Wenn die so erhaltene Lösung nur verhältnismäßig schwach verfärbt war, so wurde sie mit Wasser zu 100 ccm versetzt und dann mit Tierkohle entfärbt; wenn sie dagegen etwas stärker braungefärbt war, so wurde sie zum Zwecke der Entfärbung mit Bleiessig versetzt und dann zu 100 ccm ausgefüllt.

Die entfärbten Lösungen untersucht man dann in bezug auf Drehungsvermögen und Reduktionsfähigkeit vor und nach der Hydrolyse. Um die Lösungen zu hydrolysieren, wurden sie mit Schwefelsäure bis zu etwa 3 Prozent versetzt und dann vier Stunden in siedendem Wasserbade gekocht. Vor der Hydrolyse wurde eine Portion der Lösungen mit essigsäurem Phenylhydrazin versetzt und drei Viertelstunden in siedendem Wasserbade gekocht. Falls die Lösung mit Bleiessig entfärbt worden war, konnte die Osazonprobe nicht gemacht werden.

Die Resultate der Untersuchungen über die Zuckerarten der Phäophyzeen sind in der untenstehenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.
Die Zuckerarten der Phäophyzeen.

	An der Luft getrock- netes Material g	Menge der Lösung ccm	Osa- zon- probe	Vor der Hydro- lyse		Nach der Hydro- lyse	
				Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet ‰	Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet ‰
<i>Chorda filum</i>	130	100	+	+ 0,11°	0,10	+ 0,11°	0,10
<i>Chordaria flagelliformis</i>	125	100		- 0,05°	0,05	+ 0,20°	0,17
<i>Desmarestia aculeata</i> . .	55	100	+	+ 0,00°	0,04	+ 0,05°	0,05
<i>viridis</i>	80	100	+	- 0,23°	0,16	- 0,08°	0,20
<i>Dictyosiphon hippuroides</i>	37	100		+ 0,02°	Spuren	+ 0,05°	0,05
<i>Halidrys siliquosa</i>	85	100		- 0,17°	Spuren	+ 0,10°	0,09
<i>Stilophora rhizodes</i> . . .	35	100	+	+ 0,05°	0,06	+ 0,08°	0,08

Aus Tabelle 1 können wir entnehmen, daß bei den untersuchten Phäophyzeen einfache Zuckerarten vorhanden sind, aber nur in sehr geringen Mengen, und dadurch wird meine frühere Angabe über das Vorkommen von einfachen Zuckerarten bei den Braunalgen bestätigt. In meinen «Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen» wurde angegeben, daß bei den damals untersuchten Phäophyzeen die Dextrosemenge nur etwa 0,1 bis 0,2 Prozent des Trockengewichtes sei, und bei den jetzt untersuchten sind die Dextrosemengen sicher nicht größer.

Nach der Tabelle 1 zu beurteilen, sind bei den untersuchten Braunalgen (außer bei Chorda) zusammengesetzte Zuckerarten vorhanden, aber nur in sehr geringen Mengen. Nach der Hydrolyse ist sowohl die Reduktionsfähigkeit als das Drehungsvermögen vergrößert, was darauf hindeutet, daß andere zusammengesetzte Zuckerarten als Saccharose und Maltose vorhanden sind. Sicher fehlen sowohl bei den jetzt als bei den früher untersuchten Braunalgen die drei Zuckerarten Lävulose, Saccharose und Maltose. Vgl. die Auseinandersetzung, die in meiner oben erwähnten Arbeit gegeben wurde.

c) Laminarin.

Die oben (S. 237) erwähnten Alkoholniederschläge wurden in folgender Weise auf Laminarin untersucht. Die Niederschläge wurden in einer größeren Menge Wasser (etwa 1000 ccm) gelöst, und die Lösungen mit Bleiessig versetzt. Nach dem Abfiltrieren des Bleiessigniederschlages wird das Laminarin mit Ammoniak aus dem Filtrate gefällt; den dabei entstandenen Niederschlag zersetzt man dann mit Schwefelwasserstoff. Das Schwefelblei wird abfiltriert, das Filtrat mit Natronlauge neutralisiert, auf dem Wasserbade konzentriert, und dann mit fünf Volumen Alkohol gefällt, wobei das eventuell vorhandene Laminarin als eine flockige Fällung niedergeschlagen wird. Zum Zwecke weiterer Reinigung löst man das Laminarin in etwas Wasser auf, säuert die Lösung mit Salzsäure schwach an und fällt es dann wieder durch Zusatz von fünf Volumen Alkohol aus. Den Laminarinniederschlag löst man noch einmal in etwas Wasser

und fällt das Laminarin mit Alkohol aus. Der Niederschlag wird dann auf der Nutsche gut abgesaugt und getrocknet. In bezug auf die Methode der Darstellung des Laminarins möge ferner auf meine oben angeführte Arbeit verwiesen werden.

In der oben erwähnten Weise wurde Laminarin aus *Desmarestia aculeata* und *D. viridis* hergestellt. Bei *Chorda filum*, *Chordaria flagelliformis*, *Dictyosiphon hippuroides*, *Halidrys siliquosa* und *Stilophora rhizodes* scheint dagegen Laminarin zu fehlen, oder wenigstens in so geringen Mengen vorzukommen, daß es mir nicht gelang, es nachzuweisen. Das Algenmaterial war im Juli und August eingesammelt worden.

Desmarestia aculeata. Aus 55 g im Juli eingesammelten Materials wurden etwa 1,5 g Laminarin hergestellt. Asche 1,02 %; 0,4006 g gaben 0,0041 g Asche.

1,010 g, Asche abgerechnet, wurden in 50 ccm Wasser gelöst; Drehung — 0,26° in 2 dm-Röhre; die spezifische Drehung ist demnach — 6,4°.

$$\alpha_D = - \frac{0,26 \cdot 50}{1,010 \cdot 2} = - 6,4^\circ.$$

Die Lösung wurde mit Schwefelsäure bis zu etwa 3 Prozent versetzt und dann vier Stunden in siedendem Wasserbade gekocht. Die optische Drehung war nach der Hydrolyse + 2,15° in 2 dm-Röhre, was einem Dextrosegehalt von 2,04 % entspricht; die Reduktionsfähigkeit, nach Fehling bestimmt, entsprach 2,00 % Dextrose. Die ursprüngliche Lösung enthielt 2,02 % Laminarin. Das Laminarin war demnach durch die Hydrolyse quantitativ in Dextrose umgewandelt worden.

Desmarestia viridis. Aus 80 g im Juli eingesammelten Materials wurden etwa 2,1 g Laminarin hergestellt. Asche 1,22 %; 0,4900 g gaben 0,0060 g Asche.

1,268 g, Asche abgerechnet, wurden in 50 ccm Wasser gelöst; Drehung — 0,52° in 2 dm-Röhre; die spezifische Drehung ist demnach — 10,3°.

$$\alpha_D = - \frac{0,52 \cdot 50}{1,268 \cdot 2} = - 10,3^\circ.$$

Die Lösung wurde mit Schwefelsäure bis zu etwa 3 Prozent versetzt und dann vier Stunden in siedendem Wasserbade gekocht. Die optische Drehung war nach der Hydrolyse $+ 2,65^\circ$ in 2 dm-Röhre, was einem Dextrosegehalt von 2,52% entspricht; die Reduktionsfähigkeit, nach Fehling bestimmt, entsprach 2,53° Dextrose. Die ursprüngliche Lösung enthielt 2,537% Laminarin. Das Laminarin war demnach durch die Hydrolyse quantitativ in Dextrose umgewandelt worden.

d) Quantitative Bestimmung der wasserlöslichen Kohlenhydrate.

Die Mengen wasserlöslicher Kohlenhydrate, welche in den untersuchten Phäophyzeen vorhanden waren, wurden auf folgende Weise bestimmt.

Eine abgewogene Menge an der Luft getrockneten Materials (10 bis 25 g) wurde mit 500 ccm Wasser versetzt, eine Stunde in siedendem Wasserbade gekocht und dann bis zum nächsten Tage stehen gelassen. Darauf wurde das Material ausgepreßt, noch einmal auf dieselbe Weise mit 500 ccm Wasser extrahiert und dann wieder ausgepreßt. Nach dem Konzentrieren der vereinigten Extrakte versetzt man die Lösung mit Bleiessig und ergänzt sie bis auf ein bestimmtes Volumen (200—400 ccm). Der Bleiessigniederschlag wird abfiltriert, und das Filtrat in bezug auf Drehungsvermögen und Reduktionsfähigkeit vor und nach der Hydrolyse untersucht. Zum Zwecke der Hydrolyse wurden von dem Filtrate 50 ccm abgemessen, mit Schwefelsäure bis auf etwa 3 Prozent versetzt (mit Rücksicht darauf, daß die Flüssigkeit eine nicht unbedeutende Menge Bleiacetat enthielt) und vier Stunden in siedendem Wasserbade gekocht. Nach der Hydrolyse wird selbstverständlich Wasser bis genau 50 ccm zugesetzt und das Bleisulfat abfiltriert. Die Reduktionsfähigkeit, nach Fehling bestimmt, gibt dann an, wieviel Zucker (Dextrose) nach der Hydrolyse vorhanden ist, und ist auch ein Maßstab für die Menge wasserlöslicher Kohlenhydrate, die in der untersuchten Alge vorhanden ist. Über die quantitative Bestimmung des Laminarins verweise ich übrigens auf meine frühere Arbeit.

Die Ergebnisse der quantitativen Untersuchungen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2.

Quantitative Bestimmung der wasserlöslichen Kohlenhydrate einiger Phäophyzeen.

	Trocken- substanz g	Menge der LÖ- sung ccm	Vor der Hydro- lyse		Nach der Hydro- lyse		Wasser- lösliche Kohlen- hydrate in % des Trocken- ge- wichtes
			Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet %	Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet %	
<i>Chorda filum</i>	21,65	400	— 0,12°	Spuren	± 0,00°	0,03	0,6
<i>Chordaria flagelliformis</i> .	22,35	400	+ 0,00°	Spuren	+ 0,04°	0,04	0,7
<i>Desmarestia aculeata</i> . .	22,17	200	— 0,25°	0,08	+ 1,34°	1,27	10,0
<i>viridis</i>	8,76	200	— 0,25°	0,04	+ 0,50°	0,48	10,8
<i>Dictyosiphon hippuroides</i>	17,58	200	— 0,02°	Spuren	+ 0,06°	0,07	0,8
<i>Ectocarpus siliculosus</i> . .	16,00	200	+ 0,07°	0,04	+ 0,20°	0,18	2,2
<i>Halidrys siliquosa</i>	22,35	200	— 0,10°	Spuren	+ 0,02°	0,03	0,3
<i>Stilophora rhizodes</i>	21,27	400	— 0,08°	Spuren	+ 0,04°	0,04	0,8

Nur zwei der untersuchten Phäophyzeen besitzen demnach beträchtlichere Mengen (etwa 10%) wasserlöslicher Kohlenhydrate, und zwar die beiden *Desmarestia*-Arten. *Ectocarpus siliculosus* besitzt etwa 2%, und bei den übrigen sind wasserlösliche Kohlenhydrate nur in sehr geringen Mengen (weniger als 1% des Trockengewichtes) vorhanden.

Wie oben nachgewiesen wurde, besitzen die beiden *Desmarestia*-Arten Laminarin. Bei den übrigen (*Ectocarpus* wurde in dieser Hinsicht nicht untersucht) konnte dagegen kein Laminarin nachgewiesen werden.

In der Tabelle 2 wird auch die frühere Angabe bestätigt, daß einfache Zuckerarten bei den Braunalgen nur in sehr geringen Mengen vorhanden sind.

In meiner früheren Arbeit wurde Laminarin bei folgenden Arten und in folgenden Mengen (in Prozent des Trockengewichtes) nachgewiesen:

Ascophyllum nodosum	7,1%
Fucus serratus	19,3%
» vesiculosus	7,5%
Laminaria digitata	21,4%
» saccharina	34,2%

Die obenstehenden Angaben der Laminarinmengen gelten für im August eingesammeltes Material.

2. Florideen.

a) Mannit.

Mannit scheint bei den Florideen nicht vorhanden zu sein. In meiner früheren Arbeit waren folgende Arten untersucht worden: *Ceramium rubrum*, *Chondrus crispus*, *Furcellaria fastigiata* und *Porphyra laciniata*. Alle waren mannitfrei, und als mannitfrei kann gegenwärtig auch *Cystoclonium purpurascens* hinzugefügt werden.

b) Zuckerarten.

Durch meine frühern Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß einfache Zuckerarten (Dextrose) bei folgenden untersuchten Florideen: *Bangia fuscopurpurea*, *Ceramium rubrum*, *Chondrus crispus*, *Porphyra laciniata* und *Rhodymenia palmata*, nur in sehr geringen Mengen vorhanden sind. Lävulose, Saccharose und Maltose fehlen; dagegen gelang es mir, bei den erwähnten Florideen mit Ausnahme von *Ceramium rubrum* Trehalose nachzuweisen, und gegenwärtig kann ich hinzufügen, daß *Cystoclonium purpurascens* und *Furcellaria fastigiata* ebenfalls Trehalose besitzen.

Die Trehalosemenge ist bei einigen Florideen in folgender Weise quantitativ bestimmt worden. An der Luft getrocknetes Material (25 g) wurde mit 500 ccm Wasser übergossen und zwei Tage bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Darauf wurde das Material ausgepreßt, wiederum mit 500 ccm Wasser versetzt, zwei Tage stehen gelassen, und dann aufs neue aus-

gepreßt. Dieses Verfahren wurde noch einmal wiederholt. Als Antiseptikum setzte ich etwas Toluol zu. Die vereinigten Extrakte konzentriert man dann auf dem Wasserbade, versetzt die so erhaltene Lösung mit Bleiessig und ergänzt sie bis auf ein bestimmtes Volumen (200 bis 300 ccm je nach der Schleimigkeit). Nach dem Abfiltrieren des Bleiessigniederschlages wird das Filtrat in bezug auf Drehungsvermögen und Reduktionsfähigkeit vor und nach der Hydrolyse untersucht. Zum Zwecke der Hydrolyse wurden von dem Filtrate 50 ccm abgemessen, mit Schwefelsäure bis zu etwa 3 Prozent versetzt und dann vier Stunden in siedendem Wasserbade gekocht.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt worden.

Tabelle 3.
Quantitative Bestimmung der Trehalose einiger
Florideen.

	Trocken- substanz g	Menge der Lö- sung ccm	Vor der Hydro- lyse		Nach der Hydro- lyse		Die Menge der Trehalose berechnet nach	
			Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet %	Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet %	der optischen Drehung vor der Hydrolyse %	der Reduk- tions- fähigkeit nach der Hydrolyse %
<i>Chondrus crispus</i> . . .	22,15	300	+ 1,12°	Spuren	+ 0,39°	0,25	4,4	3,4
<i>Cyathoclonium purpurascens</i>	21,92	250	+ 0,70°	Spuren	+ 0,24°	0,18	2,3	2,0
<i>Furcellaria fastigiata</i> .	22,05	200	+ 0,83°	Spuren	+ 0,29°	0,20	2,1	1,8
<i>Rhodymenia palmata</i> . .	21,95	300	+ 3,72°	Spuren	+ 1,33°	0,77	14,8	10,1

Vergleicht man die Angaben über Drehungsvermögen und Reduktionsfähigkeit nach der Hydrolyse mit einander, so findet man, daß die Hydrolyse nicht vollständig geworden ist. Die Trehalose ist, wie bekannt, eine besonders schwer hydrolysierbare Zuckerart. Man bekommt deshalb zu kleine Werte, wenn man die Reduktionsfähigkeit nach der Hydrolyse der Berechnung der Trehalosemengen zugrunde legt. In der Tabelle 3

sind darum die Trehalosemengen auch nach der optischen Drehung vor der Hydrolyse berechnet worden, wobei natürlich vorausgesetzt wird, daß keine andere Zuckerart als Trehalose vorliegt. Die Angaben über die spezifische Drehung der Trehalose schwanken zwischen $+ 167^{\circ}$ und $+ 178,3^{\circ}$. In der Tabelle 3 habe ich mit dem Wert $\alpha_D = + 173^{\circ}$ gerechnet. Sicher sind die nach der optischen Drehung berechneten Mengen richtiger als die nach der Reduktionsfähigkeit berechneten, und bei den untersuchten Florideen sollen dann folgende Trehalosemengen, in Prozent des Trockengewichtes, vorhanden sein.

Chondrus crispus 4,4 %.

Cystoclonium purpurascens 2,3 %.

Furcellaria fastigiata 2,1 %.

Rhodymenia palmata 14,8 %.

Die Algen sind im Juli eingesammelt worden.

3. Chlorophyzeen.

a) Mannit.

In derselben Weise wie bei den Florideen scheint Mannit auch bei den Chlorophyzeen zu fehlen. Bis jetzt sind *Ulva lactuca* und *Enteromorpha intestinalis* untersucht, und sie haben sich als mannitfrei erwiesen. Gegenwärtig kann noch *Cladophora rupestris* hinzugefügt werden.

b) Zuckerarten.

Einige Chlorophyzeen wurden in bezug auf die Mengen wasserlöslicher Kohlenhydrate untersucht. Die Untersuchung ist in der schon oben hinsichtlich der Florideen beschriebenen Weise betrieben worden. Es zeigte sich aber, daß das Filtrat von *Cladophora rupestris* sich während der Hydrolyse sehr stark braun färbte. Die Hydrolyse wurde deshalb wiederholt; dann wurde Schwefelsäure nur bis zu etwa 1 Prozent zugesetzt und die Lösung eine Stunde in siedendem Wasserbade gekocht.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 zusammengestellt. Die Algen waren im August eingesammelt.

Tabelle 4.

Quantitative Bestimmungen der wasserlöslichen
Kohlenhydrate einiger Chlorophyteen.

	Trocken- substanz g	Menge der Lö- sung ccm	Vor der Hydro- lyse		Nach der Hydro- lyse		Wasser- lösliche Kohlen- hydrate in % des Trocken- ge- wichtes
			Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet %	Drehungs- vermögen in 2 dm- Röhre	Reduk- tions- fähigkeit als Dextrose berechnet %	
<i>Cladophora rupestris</i> . .	21,75	250	- 0,32°	0,22	- 1,52°	1,32	15,2
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	22,00	250	+ 0,11°	0,10	+ 0,20°	0,13	1,5
<i>Ulva lactuca</i>	21,25	250	+ 0,05°	0,05	+ 0,06°	0,06	0,8

Aus der Tabelle 4 geht hervor, daß *Enteromorpha intestinalis* und *Ulva lactuca* nur geringe Mengen wasserlöslicher Kohlenhydrate besitzen, daß aber bei *Cladophora rupestris* von diesen Stoffen nicht unbedeutende Mengen (etwa 15% des Trockengewichtes) vorhanden sind.

In bezug auf die Natur der wasserlöslichen Kohlenhydrate sind *Cladophora rupestris* und *Ulva lactuca* etwas näher untersucht worden. Die Untersuchung wurde in derselben Weise wie hinsichtlich der Zuckerarten der Phäophyteen gemacht.

Ulva lactuca. 100 g Material. Die in bezug auf Zuckerarten zu untersuchende Lösung betrug 100 ccm.

Vor der Hydrolyse: + 0,15° in 2 dm-Röhre. Reduktionsfähigkeit 0,17% (als Dextrose berechnet). Eine geringe Menge Phenylsazonkrystalle.

Nach der Hydrolyse: + 0,20° in 2 dm-Röhre. Reduktionsfähigkeit 0,21% (als Dextrose berechnet).

Aus diesen Angaben geht hervor, daß bei *Ulva lactuca* geringe Mengen einfacher Zuckerarten, und zwar wahrscheinlich Dextrose, vorhanden sind. Zusammengesetzte Zuckerarten sind wahrscheinlich auch vorhanden; es scheint aber, als ob Saccharose fehlte.

Cladophora rupestris. 35 g Material. Die in bezug auf Zuckerarten zu untersuchende Lösung betrug 100 ccm.

Vor der Hydrolyse: — $0,83^{\circ}$ in 2 dm-Röhre. Reduktionsfähigkeit 0,68 % (als Dextrose berechnet). Eine reichliche Menge Phenylsazonkrystalle.

Nach der Hydrolyse (3 prozentige Eissigsäure, 4 Stunden): — $1,50^{\circ}$ in 2 dm-Röhre. Reduktionsfähigkeit 1,16 % (als Dextrose berechnet).

Aus diesen Angaben geht hervor, daß bei *Cladophora rupestris* einfache Zuckerarten vorhanden sind. Daneben kommen zusammengesetzte Zuckerarten (Di- oder Polysaccharide) vor. Wahrscheinlich ist Saccharose vorhanden.

Bei *Cladophora rupestris* ist auch den Polysacchariden eine Untersuchung gewidmet worden. Aus dem konzentrierten Extrakte der oben erwähnten 35 g wurden die amorphen Kohlenhydrate, die aus den Zellmembranen herausgelöst waren, durch Zusatz von fünf Volumen warmem Alkohol ausgefällt. Das Filtrat wurde dann konzentriert, und durch Zusatz von zehn Volumen Alkohol wurden wiederum amorphe Kohlenhydrate ausgefällt und durch eine Umfällung mittels Alkohol noch einmal gereinigt. Den so erhaltenen Niederschlag löste ich dann in 150 ccm Wasser auf und untersuchte die Lösung in bezug auf Drehungsvermögen und Reduktionsfähigkeit vor und nach der Hydrolyse.

Vor der Hydrolyse: — $0,30^{\circ}$ in 2 dm-Röhre. Eine äußerst geringe Reduktionsfähigkeit. Keine Phenylsazonkrystalle.

Nach der Hydrolyse (3 prozentige Essigsäure, 4 Stunden): — $1,19^{\circ}$ in 2 dm-Röhre. Reduktionsfähigkeit 0,82 % (als Dextrose berechnet).

Ein Polysaccharid irgend einer Art ist demnach bei *Cladophora rupestris* vorhanden. Aus den obenstehenden Angaben zu beurteilen, muß dieses in optischer Hinsicht linksdrehend sein und bei der Hydrolyse Lävulose geben. Weitere Aufschlüsse kann ich zurzeit nicht geben, da es mir für weitere Untersuchungen an Material fehlt. Die Beobachtungen deuten aber darauf hin, daß das in *Cladophora rupestris* vorkommende Polysaccharid inulinartiger Natur ist.
