Ueber das Assimilationsproduct der Dictyotaceen.

Von

F. W. T. Hunger.

Im Anschluss an eine im vorigen Jahre erschienene Arbeit von Barthold Hansteen „Ueber das Fucosan als erstes scheinbares Product der Kohlensäureassimilation bei den Fucoideen" (1900) erlaube ich mir einige Beobachtungen zu veröffentlichen, welche während meines Aufenthalts an der Zoologischen Station in Neapel, im Frühling 1899, in derselben Richtung angestellt wurden.

Meine Untersuchungen sind durchaus nicht zu Ende geführt, weil die plötzliche Berufung an den Botanischen Garten in Buitenzorg meinen Aufenthalt verkürzte; trotzdem veröffentliche ich jetzt meine damals erhaltenen Resultate, da ich keine Aussicht habe, die Versuche selbst bald weiterzuführen.

Die folgenden Notizen können vielleicht anregend wirken zu weiteren Versuchen in der hier angegebenen Richtung, oder jedenfalls einem anderen etwas Arbeit sparen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle der Holländischen Regierung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen für die Ueberlassung des Arbeitsplatzes an der Station, durch die mein dortiger Aufenthalt ermöglicht wurde.

Ferner benütze ich gern diese Gelegenheit, um die liebenswürdige Unterstützung zu rühmen, welche Herr Director Geheimrath Prof. Dr. Dohrn und die anderen Herren der Station mir bei meinen Untersuchungen gewährten, besonders danke ich Herrn Dr. Lo Bianco für seine allgemein bekannte Bereitwilligkeit, stets reichlich frisches Untersuchungsmaterial zu beschaffen.

Der Ausgangspunkt für meine Untersuchungen war zweifach; primo die Frage nach der physiologischen Function der sogenannten

„Inhaltskörper“ der Dictyotaceen, secundo die Frage nach der chemischen Zusammensetzung dieser „Inhaltskörper“.

Um möglichst wenig Zeit zu verlieren, wählte ich kurz nach meiner Ankunft in Neapel eine mir geeignet vorkommende Species aus der Familie der Dictyotaceen — *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lamour. —, welche ausschliesslich zu meinen folgenden Experimenten benutzt wurde.

Im Jahre 1899 habe ich schon in einer vorläufigen Mittheilung an Seine Excellenz den Minister des Innern Bericht erstattet über jene Versuche[1]).

I. Die physiologische Function der „Inhaltskörper“ von *Dictyota dichotoma.*

Der regelmässig dichotom getheilte Thallus von *Dictyota dichotoma* besteht nach der Eintheilung von Hansteen (892) aus zwei Gewebesystemen, 1. aus dem Assimilationssystem und 2. aus dem Speicherungssystem; diese physiologisch-anatomische Eintheilung wurde zur selben Zeit auch durch Hansen (893) vorgeschlagen.

In den Assimilationszellen befinden sich die Chromatophoren — Phaeoplasten —, die den Zellwänden ganz dicht anliegen und an ihrer convexen Seite, welche dem Zellraum zugewendet ist, eine grosse Zahl kleinere und grössere Körner — die sog. „Inhaltskörper“ — sehen lassen.

Durch einen Längsschnitt, d. h. durch einen Schnitt parallel zur Längsachse des Thallus, bekommt man ein instructives Bild vom Speicherungssystem. Hier kommen nur vereinzelte Phaeoplasten vor; die kleinen „Inhaltskörper“ des Assimilationssystems sind bald mehr, bald weniger reichlich vorhanden, aber ausserdem liegt immer in der Mitte jeder Zelle des Speicherungssystems eine Gruppe von 6—15 grossen, stärker lichtbrechenden Kugeln.

Was die physiologische Natur dieser zweierlei Inhaltskörper von *Dictyota dichotoma* betrifft, so stellte ich verschiedene Versuche an und kam dabei zu den folgenden Resultaten:

A. Die „Inhaltskörper“ in den Assimilationszellen sind das erste sichtbare Product der Kohlensäureassimilation und physio-

1) Verslag van de werkzaamheden, dror Dr. F. W. T. Hunger verricht aan de Nederlandsche tafel van het Zoölogisch Station van Prof. Dr. A. Dohrn te Napels. Siehe Staatscourant 1899, Juni.

logisch vollkommen identisch mit dem Fucosan der Fucoideen im Sinne Hansteen's (892, p. 360; 900, p. 612).

B. Die „Kugeln" in den Speicherungszellen sind Anhäufungen von Reservestoff und „mit der Ernährung der Dictyoteen in Zusammenhang zu bringen" (Hansen, 893, p. 269).

Zu diesen Annahmen gelangte ich nach folgenden Beobachtungen:

I. Die „Inhaltskörper" von *Dictyota* sind fast ausschliesslich an das Assimilationssystem gebunden, wo sie zum Theil den Phaeoplasten oberflächlich, als kleine Tröpfchen, anhaften, zum Theil massenhaft im Zelllumen sichtbar sind.

Ganz in Uebereinstimmung mit Hansteen's (900, p. 614 bis 617) Beschreibung der Fucosanbildung der Fucoideen sind meine Beobachtungen von 1899 über die Bildung der „Inhaltskörper" von *Dictyota dichotoma*. Auch hier beobachtet man mit ein wenig Geduld sehr deutlich, dass die Neubildung der „Inhaltskörper" an der Oberfläche des Phaeoplasten durch vorherige Anschwellung und darauffolgende Abschnürung eines kleinen, lichtbrechenden Gebildes vor sich geht.

Es war mir unmöglich, die späteren „Inhaltskörper" schon vorher in den Phaeoplasten von *Dictyota* nachzuweisen, sodass ich mich, unter dem Vorbehalt von weiteren Untersuchungen, jetzt Hansteen's Deutung anschliesse: „dass die Körner nicht ein directes Product des Chromatoplasmas sein können, so, wie die Amylumkörner bei den höheren Pflanzen, sondern dass sie vielmehr erst ausserhalb der Phaeoplasten in dem Cytoplasma angelegt werden" (892, p. 350).

II. Die „Inhaltskörper" wandern stets nach den Verbrauchsorten hin; dadurch wird es erklärt, dass die Thallusspitzen von *Dictyota* immer vollgepfropft sind mit diesen Körpern, welche nicht dort gebildet, sondern zugeführt sind.

Dasselbe sieht man an Stellen, wo Regeneration und Adventivsprossung stattfindet, ebenso bei der Entwickelung der Reproductionsorgane.

In letzterem Falle beobachtet man die „Inhaltskörper" niemals in den Sporangien selbst, wohl aber eine grosse Anhäufung derselben in den darunter liegenden Zellschichten.

Die Haftscheibe, welche gleichzeitig als Reservestoffbehälter functionirt, ist gewöhnlich auch mit „Inhaltskörpern" vollgepfropft.

III. Die „Inhaltskörper“ von *Dictyota* können sich nur entwickeln bei Anwesenheit der Phaeoplasten und im Lichte, sodass ihre Bildung direct abhängig von der Kohlensäureassimilation ist. In Dunkelkulturen verschwinden sowohl die „Inhaltskörper“ aus den Assimilationszellen, als die „Kugeln“ aus den Speicherungszellen.

Hansen (893, p. 271) versuchte auch, „ob in verdunkelten Dictyoten die Tröpfchen aufgelöst würden. Sie blieben jedoch trotz tagelanger Verdunkelung der Pflanzen unverändert, u. s. w.“

Hansen hatte das Experiment nicht lange genug fortgesetzt; nachdem meine Dictyoten eine Woche lang in absoluter Finsterniss in ununterbrochen strömendem Wasser kultivirt worden waren, war kein einziger Phaeoplast mit anhaftenden „Inhaltskörpern“ mehr zu finden; dieselben waren im Zelllumen auch merklich sparsamer geworden, während die „Kugeln“ im Speicherungssystem noch normal anwesend waren, jedoch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen verloren hatten. Nach zwei bis drei Wochen im Dunkeln erschienen auch die „Kugeln“ aufgelöst.

IV. Die „Kugeln“ in den Speicherungszellen von *Dictyota* entstehen durch Verschmelzung der „Inhaltskörper“ aus den Assimilationszellen. Unter normalen Umständen ist mit ein wenig Geduld dieser Vorgang unter dem Mikroskop zu verfolgen. Nachdem verdunkelte Kulturen, wo die „Kugeln“ in eine Emulsion von zahlreichen Tröpfchen (die den „Inhaltskörpern“ im Assimilationssystem vollkommen ähnlich sind) umgewandelt worden waren, dem Lichte ausgesetzt wurden, konnte ich nach 24 Stunden die langsame Wiederverschmelzung verfolgen.

V. Bezüglich der Erklärung Hansen's (893, p. 278), dass er „nur einmal eine kleine *Dictyota*-Form gefunden habe, welche schön grün irisirte“, muss ich erklären, dass er in dieser Hinsicht ungemein unglücklich gewesen ist. Ich stimme Bruns (894, p. 162) vollkommen bei; auch für mich war es eine tägliche Freude, die prachtvoll fluorescirenden Dictyoten zu sehen. Nach meinen Untersuchungen kam ich ebenso wie Golenkin (894, p. 10) und Bruns (893, p. 163) zu dem Schluss, dass die Fluorescenz ausschliesslich durch die „Kugeln“ im Speicherungssystem hervorgebracht wird, und nicht durch die „Inhaltskörper“ in den Assimilationszellen, wie Hansen annimmt.

II. Die chemische Zusammensetzung der „Inhaltskörper" von *Dictyota dichotoma.*

Die Frage nach der chemischen Zusammensetzung der „Inhaltskörper" der Phaeophyceen — auch speciell der Dictyotaceen — ist sehr verschiedenartig beantwortet worden.

Es dürfte daher durchaus gerechtfertigt sein, die verschieden lautenden Auffassungen voraus zu schicken, um nachher die Resultate neuer, eigener Versuche zu besprechen.

Rosanoff glaubte bei den Braunalgen die Anwesenheit von Stärke voraussetzen zu dürfen, welcher Ansicht Schmitz (883) beistimmte; letzterer bezeichnete die bei den Braunalgen beobachteten Körner als „Phaeophyceenstärke".

Strasburger hielt die Körner im Thallus von *Sphacelaria scoparia* bald für „einen viel Fett enthaltenden Eiweisskörper" (880, p. 196), bald für „Oeltropfen" (892, p. 53), Schimper (885, p. 38) sagt, dass die Chromatophoren in der Scheitelzelle von *Dictyota dichotoma* relativ schwer sichtbar seien, „in Folge der Anhäufung von Fetttropfen".

1882 erklärte Berthold (882, p. 699—702), dass die „Inhaltskörper" von *Dictyota*, „nach ihrem Verhalten ebenfalls den Proteïnstoffen zuzuzählen und nicht Fetttropfen sind".

Vier Jahre später schreibt er in seiner Protoplasmamechanik, dass die Phaeophyceen „Tropfen einer Gerbstofflösung führen" (p. 56).

Crato (892, 893) beschrieb die „Inhaltskörper" und „Kugeln" von *Dictyota* als bläschenartige Gebilde — sogen. Physoden —, welche phenolartige Körper enthalten und als Organe des Zellleibes betrachtet werden müssen.

1893 erschien die erste Arbeit von Hansteen, worin er behauptet, dass die Inhaltskörper der Fucoideen das erste scheinbare Assimilationsproduct darstellten, das „aus einem linksdrehenden, nicht direct gährungsfähigen und im süssen Wasser leicht löslichen Kohlenhydrat aus der Gruppe ($C_6H_{10}O_5$) gebildet wird" und das er „Fucosan" nennt.

Hansen (893) ist der Ansicht, dass sowohl die „Inhaltskörper" als die „Kugeln" von *Dictyota* aus Fett bestehen, Golenkin (894) vergleicht die „Kugeln" im Speichersystem mit Elaioplasten. Bruns (894) stimmt Hansen bei, aber nach ihm enthalten die „Inhaltskörper" neben Fett auch Phloroglucin.

1895 erschien eine mir bis jetzt leider unbekannt gebliebene Arbeit von Koch, worin die Ansicht verneint wird, dass die „Inhaltskörper“ der Fucoideen phloroglucinhaltig seien.

Im letzten Heft des vollendeten Jahrganges von Pringsheim's Jahrbüchern erschien eine zweite Arbeit von Hansteen (1900), worin er sich gegen die Angriffe Crato's (1893) vertheidigt, an seiner im Jahre 1892 ausgesprochenen Annahme über das Fucosan festhält und weitere Experimente zur Stütze seiner Auffassung beibringt.

Im Anfang versuchte ich, wie die meisten meiner Vorgänger, durch Reactionen unter dem Deckglas die chemische Zusammensetzung der „Inhaltskörper“ kennen zu lernen; nachher entschloss ich mich, die Lösung dieser Frage lieber auf makrochemischen Wege zu versuchen.

Obwohl Hansen auch davon überzeugt war, „dass die vielfach angewendete Methode, die Einwirkung der Reagentien unter dem Deckglas vor sich gehen zu lassen, ausserordentlich leicht zu fehlerhaften Resultaten führen kann“ (893, p. 266), verfällt er in denselben Fehler, vor dem er selber eben gewarnt hat. Auf p. 269 sagt er folgendes: „Die mikrochemischen Reactionen lassen nur den Schluss zu, dass die Tropfen aus Fett bestehen“.

Wenn wir jetzt die verschiedenen Reactionen, welche Hansen unter dem Deckglas ausführte, etwas näher betrachten, dann zeigt sich, nach meiner Meinung, dass seine Folgerung ziemlich unberechtigt ist; fast keine Reaction giebt ihm das Recht zu jenem Schluss.

Das Hauptargument für seine Annahme liegt darin, dass die „Inhaltskörper“ und „Kugeln“ sich mit 1 proc. im Meerwasser gelöster Osmiumsäure tief schwarz färben, wie die Fette es thun (l. c., p. 270).

Diese letzte Generalisirung ist zunächst nicht zulässig; die Schwarzfärbung mit Osmiumsäure ist nicht so ausschlaggebend, wie Hansen angiebt, erstens, weil eine ganze Reihe von Fetten sich mit Osmium nicht zu schwärzen vermögen; zweitens, weil noch viele andere Stoffe existiren, welche sich mit demselben Reagens ebenfalls dunkel färben.

Weiter ist mir die Rothfärbung der „Inhaltskörper“ „mit wässeriger oder alkoholischer Alkannalösung (l. c., p. 270) zum Theil verdächtig, weil Alkanna wohl löslich ist in Alkohol u. s. w., aber nicht in Wasser (s. Behrens, Tabellen, II. Aufl., p. 23).

Wie meine eigenen Experimente mir gezeigt haben, färben sich die „Inhaltskörper“ des Assimilationssystems, welche im Zelllumen liegen, mit 1 proc. im Meerwasser gelöster Osmiumsäure in der That schwarz, ebenso gelang bei diesen Körpern die Rothfärbung mit Vanillinsalzsäure.

Die letztgenannte Reaction ging in der ersten Zeit meines Aufenthaltes (Januar und Februar) sehr deutlich vor sich, nachher verschwand dieselbe allmählich, und im Monat April war es mir absolut unmöglich, noch die geringste Reaction mit Vanillinsalzsäure zu erzeugen, trotzdem mein Untersuchungsmaterial immer frisch und mein Reagens gut war. Die Reactionsfähigkeit war verloren gegangen und kehrte während meines weiteren Aufenthaltes (bis Mitte Mai) nicht wieder.

Die kleinsten „Inhaltskörper“, welche den Phaeoplasten noch anhaften, zeigten zu keiner Zeit weder die Reaction mit Osmiumsäure noch die mit Vanillinsalzsäure.

Legt man ganze Thallusstücke von *Dictyota* für einige Zeit in Chromsäure, Chloralhydrat oder Eisessig, dann gelingt nachher die Osmiumreaction nicht mehr, obwohl die „Inhaltskörper“ äusserlich unverändert bleiben. Bruns (894, p. 164) schreibt auch: „Reactionen, die ich nach mehreren Wochen an mit Chromsäure fixirtem Material anstellte, ergaben ein unsicheres Resultat. u. s. w.“.

Aus einer Lösung von 1 : 500000 wird Methylenblau von den „Inhaltskörpern“ deutlich gespeichert. Bringt man *Dictyota*-Thalli erst in Meerwasser mit etwas Kali und dann in eine schwache Eisenchloridlösung, so färben sich die „Inhaltskörper“ im Zelllumen dunkel, und die „Kugeln“ im Speichergewebe werden desorganisirt; dagegen bleiben die den Phaeoplasten anhaftenden Inhaltskörper ungefärbt. Mit Kaliumbichromat färben sich die „Inhaltskörper“ ebenfalls sehr deutlich. Lässt man ganze Thalli von *Dictyota* eine Zeit lang in Benzol, Chloroform, Aether oder Schwefelkohlenstoff verweilen, so verschwinden die „Inhaltskörper“ im Assimilationsgewebe gar nicht; ihre Reactionsfähigkeit für 1 proc. im Meerwasser gelöste Osmiumsäure bleibt erhalten, obwohl CS_2 ein „vortreffliches Lösungsmittel für Fette“ ist (Behrens, Tabellen, p. 163).

Hansen sagt (l. c., p. 269), dass die „Inhaltskörper“ „im Wasser unlöslich“ seien, was ein absoluter Irrthum sein muss, da aus meinen jetzt folgenden makrochemischen Resultaten das Gegentheil genugsam hervorgeht.

Durch die Freundlichkeit von Herrn Dr. Lo Bianco war ich im Stande, fast täglich über ca. 1 kg *Dictyota* zu verfügen. Diese

Menge theilte ich dann in zwei gleiche Quantitäten, jede für einen besonderen Zweck.

Der eine Theil wurde immer erst in der Sonne getrocknet, darauf in einem Mörser zu Pulver zerrieben, endlich fein gesiebt. Dies *Dictyota*-Pulver wurde über Schwefelsäure aufbewahrt und enthielt also noch alle Stoffe der frischen Pflanze, sowohl die organischen als die anorganischen.

Der zweite Theil wurde in Aq. dest. von 72—75° C. während 50 Stunden ununterbrochen erwärmt, dann durch Tuch filtrirt, und das Filtrat auf einem Wasserbad abgedampft. Was auf dem Tuch zurückblieb, waren die ausgezogenen Thallusstücke, welche jetzt, mikroskopisch untersucht, zeigten, dass die „Inhaltskörper" fast ganz aus den Zellen der Assimilationsschicht verschwunden waren. Die „Kugeln" im Speichergewebe waren deutlich verändert, aber ein Rest war geblieben, der sich durch seine Reactionen als ein eiweissartiger Stoff herausstellte.

Dasjenige, was beim Abdampfen des Filtrates zurückblieb, erwies sich als eine gummiartige Substanz, die stark durch Phycophaeïn gefärbt war.

Einen Begriff, wie gross die Quantität der ausgezogenen Substanz war, mögen die folgenden Zahlen geben.

962 g	*Dictyota*	gab	70 g	ausgezogene	Substanz,
555 „	„	„	39 „	„	„
750 „	„	„	53 „	„	„
1026 „	„	„	75 „	„	„
300 „	„	„	21 „	„	„

Mit jenen beiden Präparaten, d. h. dem *Dictyota*-Pulver und dem *Dictyota*-Auszug, arbeitete ich jetzt in folgender Weise.

Versuch I.

Dictyota-Pulver wurde mit 95 proc. Alkohol extrahirt und darauf abfiltrirt; was auf dem Filter zurückblieb, kam nicht weiter in Betracht.

Das Filtrat wurde auf einem Wasserbad abgedampft, der Rückstand in Wasser aufgenommen, und, nach Behandlung dieser Lösung mit Bleiacetat, abfiltrirt.

Das so erhaltene Filtrat gebrauchte ich für sub a und b; den Niederschlag für sub c.

sub a. Das Filtrat wurde durch Schwefelwasserstoff vom Metall und durch Luft von H_2S befreit und darauf mit Soda neutralisirt;

Jetzt war das Filtrat im Stande, Fehling'sche Lösung direct schwach zu reduciren.

sub b. Das Filtrat wurde mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, worauf ein Niederschlag von $PbSO_4$ entstand; nach dem Filtriren reducirte das jetzt klare und vorher mit Natriumcarbonat neutralisirte Filtrat sehr stark Fehling'sche Lösung;

sub c. Der Niederschlag wurde in Wasser gelöst, durch Schwefelwasserstoff vom Metall und durch Luft von H_2S befreit und darauf abfiltrirt. Nach Neutralisirung mit Na_2CO_3 zeigte das Filtrat alle möglichen Gerbstoffreactionen.

Versuch II.

Dictyota-Auszug wurde wieder in Wasser aufgelöst, darauf mit der 3- bis 4fachen Quantität 95proc. Alkohols gefällt und abfiltrirt.

Was auf dem Filter blieb, wurde nicht weiter benutzt, das Filtrat dagegen erst auf einem Wasserbad abgedampft und der Rückstand in Wasser aufgenommen.

sub a. Diese Lösung reducirte jetzt ohne weiteres schwach Fehling'sche Flüssigkeit[1]);

sub b. Diese Lösung kochte ich mit verdünnter H_2SO_4 und neutralisirte mit Na_2CO_3, nach welcher Behandlung Fehling'sche Flüssigkeit sehr stark reducirt wurde.

Versuch III.

Dictyota-Pulver wurde während 24 Stunden mit Aether extrahirt und darauf abfiltrirt. Das extrahirte Pulver blieb unbenutzt; das Filtrat dampfte ich auf einem Wasserbad ein. Den Rückstand kochte ich mit einer alkoholischen Kalihydratlösung + $^1/_3$ der Quantität Aq. dest.; nach dem Kochen wurde die Lösung mit Wasser verdünnt und darauf abfiltrirt. Das Filtrat schüttelte ich wiederum mit Aether und liess es ruhig stehen, bis der obenstehende Aether eine rothbraune Farbe zeigte. Hiermit machte ich dann Reactionen mit Chlorkalium und Bleiacetat, welche beide einen leichten Niederschlag gaben. Mikroskopisch liess sich auch ein Fettgehalt nachweisen, dadurch, dass das Verseifungsfiltrat erst mit HCl behandelt, dann mit Aether ausgeschüttelt und mit Wasser abgedampft wurde.

1) Die Fähigkeit der beiden Lösungen (in Versuch I, sub. a, und in Versuch II, sub. a), auch ohne vorherige Behandlung mit verdünnten Säuren (hier H_2SO_4) Fehling'sche Lösung schwach zu reduciren, stimmt überein mit Hansen's Angabe auf p. 270.

Nach Färbung mit 1proc. Osmiumsäure sah man unter dem Mikroskop deutlich die geschwärzten Fettkugeln neben den ungefärbten Chlorophyllmassen liegen. Ebenso färbten die Fettkugeln sich mit Alkanna und Sudan III[1]).

Gleichzeitig mit obengenannten Versuchen machte ich das folgende physiologische Experiment.

Versuch IV.

Ganze *Dictyota*-Thalli wurden erst schnell getödtet (durch wiederholtes Untertauchen in heisses Wasser) und in die folgenden Lösungen gebracht:

A. Ptyalinlösung,
B. alkalische Trypsinlösung,
C. salzsaure Pepsinlösung,
D. Myrosinlösung[2]).

Das Resultat war, dass

durch Ptyalin nur die den Phaeoplasten anhaftenden „Inhaltskörper" ein wenig angegriffen wurden; die grösseren „Inhaltskörper" im Lumen der Assimilationszellen und die „Kugeln" im Speichergewebe blieben unverändert;

durch Trypsin sowohl bei den den Phaeoplasten anhaftenden „Inhaltskörpern" als bei den „Kugeln" eine leichte Aenderung auftrat;

durch Pepsin bloss die „Kugeln" leichte Veränderungen erlitten;

durch Myrosin bloss die „Inhaltskörper" im Lumen der Assimilationszellen schwach angegriffen wurden.

Dass die Resultate so wenig deutlich waren, hat seinen Grund wahrscheinlich darin, dass Stoffe anwesend waren (hauptsächlich Gerbstoff), welche eine reducirende Wirkung auf die Enzyme ausübten.

Aus den oben beschriebenen Versuchen erlaube ich mir die vorläufigen Schlüsse zu ziehen:

---

1) Dieser Farbstoff, welcher seit einigen Jahren mit viel Erfolg in der zoologischen Mikrotechnik gebraucht wird, lässt sich ebenfalls zur Färbung von pflanzlichen Fetten benutzen (Litt.: Daddi. Nouvelle Méthode pour colorer la graisse dans les tissus. Giornale d. R. Acc. di medicina di Torino, 1896, No. 2 (Arch. Ital. de Biologie. Tom. XXVI, 1896, p. 143—146]).

2) Ich stellte sie aus den Samen des weissen Senfes dar, nach Guignard. Sur quelques propriétés chimiques de la Myrosine. Bull. Soc. Botan. de France, 1894, p. 418.

I. Die Inhaltskörper im Lumen der Assimilationszellen von *Dictyota* sind von glykosidartiger Zusammensetzung. Sie bestehen aus einem polysaccharidischen Kohlenhydrat, das durch Kochen mit verdünnten Säuren (hier H_2SO_4) einen Stoff abspaltet, welcher Fehling'sche Lösung sehr stark reducirt (vergl. Versuch I, sub c und II, sub b), und das durch Myrosin angegriffen wird (vergl. Versuch IV, D).

II. Es wäre zu untersuchen, ob die zeitweilige Phloroglucinreaction (siehe p. 76) vielleicht so zu deuten ist, dass die „Inhaltskörper" im Lumen der Assimilationszellen vorübergehend Phloroglykoside vorstellen[1]).

Die Schwärzung dieser „Inhaltskörper" mit Osmiumsäure beruht nur auf dem Gehalt an Gerbstoff (vergl. Versuch I, sub c).

Die verschwindende Phloroglucinreaction ist vielleicht auch in Zusammenhang zu bringen mit der Bildung von Gerbstoff und es ist möglich, dass dessen Gehalt im Thallus von *Dictyota* mit der fortschreitenden Vegetationsperiode so zunimmt, dass die Reaction mit Vanillinsalzsäure allmählich schwächer wird und zuletzt ganz aufhört.

III. Die kleinen „Inhaltskörper", welche den Phaeoplasten anhaften, bestehen aus einem monosaccharidischen Kohlenhydrat (vergl. Versuch I, sub a und Versuch II, sub a), das durch Ptyalin und Trypsin verändert wird (vergl. Versuch IV, A und B). Diese kleinen Tropfen sind noch im primären Stadium ihrer Zusammensetzung, d. h. ohne Gerbstoffgehalt; dadurch erklärt es sich, dass sie mit 1 proc. im Meerwasser gelöster Osmiumsäure ungefärbt bleiben, so lange sie den Phaeoplasten noch anhaften.

IV. Eine geringe Menge Fett scheint doch im *Dictyota*-Thallus anwesend zu sein (vergl. Versuch III), wie ich mir denke, bloss im Speichergewebe, d. h. in den „Kugeln".

Auf p. 77 erklärte ich die Zusammensetzung der „Kugeln" zum Theil für proteïnartig, was durch die Veränderungen, welche dieselben durch eine Pepsinlösung erleiden, bestätigt wird (vergl. Versuch IV, B und C).

1) In der mir zugänglichen chemischen Literatur konnte ich keine Auskunft erhalten, ob Phloroglykoside mit Vanillinsalzsäure direct reactionsfähig sind. Ich probirte es darum mit Phloridzin = $C_{21}H_{24}O_{10} + 2\,H_2O$, einem Phloroglykoside, welches sich hauptsächlich in der Wurzelrinde von Apfel-, Birn-, Kirsch- und Pflaumenbäumen findet —, mit dem Resultat, dass es ohne vorherige Behandlung mit verdünnten Säuren nach einiger Zeit eine sehr deutliche hellrothe Reaction gab.

Wie ich im Beginn dieser Mittheilung schon hervorhob, dürfen meine Resultate nicht als vollkommen einwandsfrei betrachtet werden, die Zeit fehlte mir zur Wiederholung meiner Experimente. Darum würde es sehr lohnend sein, wenn diese Untersuchungen in der hier angegebenen Richtung einmal wiederholt würden.

Meine Beobachtungen sind im Frühling gemacht worden und ich glaube von vornherein, dass eine Nachprüfung im Hochsommer oder im Herbst zum Theil andere Resultate gäbe. Einen Grund für diese Annahme finde ich in dem Umstand, dass während meiner Untersuchungen ein Stoff, welcher zunächst reichlich vorhanden war, allmählich vollständig verschwand (Phloroglucin, s. p. 76). Es wäre nicht unmöglich, dass solche Veränderungen mehr stattfänden, welche dann natürlich tiefgreifende Unterschiede in den Ergebnissen zur Folge haben würden; am wünschenswerthesten wäre es darum, den Stoffwechsel eine ganze Vegetationszeit hindurch zu verfolgen.

Sobald ich einmal fest davon überzeugt war, dass die „Inhaltskörper" im Lumen der Assimilationszellen gerbstoffhaltig seien, kam mir der Gedanke, dass diese Beimischung vielleicht auch einen biologischen Zweck haben könnte.

Wie bekannt, sind die Auffassungen über die biologische Function der Gerbstoffe sehr verschieden; Stahl und viele andere betrachten sie als Schutzmittel gegen Thierfrass, Warming vertritt die Ansicht, dass die Gerbstoffe gegen zu starke Transpiration zu schützen vermöchten, Kraus und Westermaier fassen sie als Antisepticum, als Schutzmittel gegen Fäulniss und Zersetzung auf u. s. w.

Die Ansichten von Kraus und Westermaier mögen vielleicht hier sehr gut zutreffen, aber vor allem kommt, meiner Ansicht nach, die Wirksamkeit des Gerbstoffes als Schutzmittel gegen Thierfrass in Betracht.

Der folgende Versuch mag illustriren, welch eminente Bedeutung ihm in dieser Richtung zukommt.

Bringt man in einem Bassin frische *Dictyota* mit Meerschnecken, speciell Aplysia, zusammen, so bleibt die Alge verschont, obgleich die Aplysia ausschliesslich Pflanzenfresser sind. Selbst nach einer Fastenzeit von einer Woche waren die Thallusstücke so gut wie nirgends angefressen.

Zog ich dagegen *Dictyota* erst mit Alkohol aus und legte sie dann während 24 Stunden in strömendes Wasser, so wurden dieselben Thalli, welche vorher gänzlich gemieden worden waren, jetzt in einem Minimum von Zeit mit grösster Gefrässigkeit verzehrt.

Buitenzorg (Java), December 1901.

Literatur-Verzeichniss.

Berthold, G., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Jahrb. f. wiss. Botan., 1882, Bd. XIII.

— — Studien über Protoplasmamechanik. 1886.

Bruns, E., Ueber die Inhaltskörper der Meeresalgen. Flora, 1894, Erg.-Bd., p. 159 bis 178, Taf. VI.

Crato, E., Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden. Inaug.-Diss. 1893, Botan. Zeitung.

— — Ueber die Hansteen'schen Fucosankörner. Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1893, Bd. XI, Heft 3, p. 235—241.

Golenkin, M., Algologische Notizen. Bull. Soc. Impér. d. Naturalistes de Moscou. 1894, No. 2.

Hansen, A., Ueber Stoffbildung bei den Meeresalgen. Mitth. Zoolog. Station zu Neapel, 1893. Bd. XI, Heft 1 u. 2, p. 267—305, Taf. XII.

Hansteen, B., Studien über Anatomie und Physiologie der Fucoideen. Jahrb. f. wiss. Botan., Bd. XXIV, p. 317—362, Taf. VII—X.

— — Ueber das Fucosan als erstes scheinbares Product der Kohlensäureassimilation bei den Fucoideen. Jahrb. f. wiss. Botan., 1900, Bd. XXXV, Heft 4, p. 611—625, Taf. XIV.

Hunger, F. W. T., Verslag van de werkzaamheden dror Dr. . . . . verricht aan de Nederland'sche tafel van het Zoologisch Station van Dr. A. Dohrn te Napels. Nederland'sche Staatscourant 1899. Juni.

Koch, L., Untersuchungen über die bisher für Oel oder Phloroglucin gehaltenen Inhaltskörper der Fucoideen. Inaug.-Diss. Rostock, 1896.

Rosanoff, S., Observations sur les fonctions et les propriétés des pigments de diverses algues. Extrait d. Mém. Soc. Impér. Sc. N. Cherbourg, Tom. XIII.

Schimper, A. F. W., Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb. f. wiss. Botan., 1885, Bd. XVI.

Schmitz, Fr., Die Chromatophoren der Algen. Verhandl. d. Naturhist. Vereins d. preuss. Rheinl. u. Westfal. 1883, Jahrg. 40, p. 154—155.

Strasburger, E., Zellbildung und Zelltheilung, 3. Aufl., 1880.

— — Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung, 1892.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Hunger F.W.T.

Artikel/Article: Ueber das Assimilationsproduct der Dictyotaceen. 70-82