© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gerhard Denys.

Anatomische Untersuchungen an Polyides rotundus Gmel. und Furcellaria fastigiata Lam.

Mit sieben Abbildungen im Text.

Einleitung.

Obwohl *Polyides rotundus* und *Furcellaria fastigiata* in deutschen Meeren weit verbreitet sind, fehlt es doch bisher an eingehenden Untersuchungen, welche sich mit dem Aufbau der Gewebe und der Struktur der Zellen dieser Algen befassen.

Wenn die Geschlechtsorgane und Haftorgane fehlen, ist oft eine Unterscheidung zwischen den beiden Algen schwer, und Harvey hält in seinem „Manual of the British Marine Algae" von 1849 (pag. 146) dann eine Bestimmung für kaum möglich.

Diese Bemerkung des britischen Algologen veranlaßte Caspary im Jahre 1850 den Thallus der beiden Pflanzen einer genauen mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen. Er hat in seinen „Observations on Furcellaria and Polyides" (3) gezeigt, daß eine Unterscheidung nicht schwer ist, und hat ausreichend berichtet, worin die Unterschiede bestehen.

Die Casparysche Arbeit ist die einzige umfassende Darstellung geblieben, welche *Polyides* und *Furcellaria* behandelt. Nach ihm haben Thuret und Bornet in den „Etudes phycologiques" (32), Wille in den „Beiträgen zur Entwickelungsgeschichte der physiologischen Gewebesysteme bei einigen Florideen" (36) und Kolkwitz in den „Beiträgen zur Biologie der Florideen" (11) Beobachtungen niedergelegt, die unter speziellen Gesichtspunkten gemacht sind und sich auch auf *Polyides* oder *Furcellaria* erstreckt haben. Schließlich hat Oltmanns vor einigen Jahren in der „Morphologie und Biologie der Algen" (23) eine kurze Beschreibung von beiden gegeben. Sonst finden sich nur kleine weit über die algologische Literatur versprengte Notizen.

Deshalb veranlaßte mich Herr Professor Reinke, die Gewebe und Zellen der beiden Pflanzen in allen Teilen des Thallus zu untersuchen und zu vergleichen.

Ein Teil meiner Untersuchungen konnte nur in einer Wiederholung der von Caspary angestellten Beobachtungen und in einer Prüfung der in seiner obenerwähnten Schrift niedergelegten Ergebnisse bestehen. Bei der Besprechung dieser Untersuchungen werde ich auf die Casparysche Arbeit zurückkommen.

LIBRARY OF CONGRESS
DUPLICATE
EXCHANGE

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

I. Morphologisches.

Polyides rotundus aus der Familie der *Rhizophyllidaceen* ist in der Ostsee weit spärlicher vertreten als die ihm ähnliche *Furcellaria fastigiata* aus der Familie der *Nemastomaceen*. In der Nordsee findet sie sich bei Helgoland ebenso häufig wie diese, kommt aber im allgemeinen dort in größerer Tiefe auf dem Buntsandstein und der Kreide vor.

Die bekannten Unterscheidungsmerkmale beider Algen bestehen darin, daß *Polyides* aus einer auf dem Substrat befestigten, mehr oder weniger kreisrunden Haftscheibe hervorsproßt, während *Furcellaria* durch verzweigte Hapteren dem Boden angeheftet ist; weiter darin, daß die Antheridien und Cystocarpien von *Polyides* aus der Thallusoberfläche herauswachsen und diese überwuchern, die von *Furcellaria* vom Thallus eingeschlossen bleiben.

Besondere Beachtung verdient der kompliziert aufgebaute basale Teil von *Furcellaria*.

Er besteht aus Stolonen und Adventivsprossen, die so regellos und verworren angeordnet sind, daß es kaum möglich ist, eine dem morphologischen Bilde auch nur angenähert entsprechende Beschreibung zu geben.

Eine Anzahl von horizontal verlaufenden Stolonen, die mehr oder weniger verzweigt sind, tragen an verschiedenen Stellen junge Pflanzen, die sich vertikal erheben, senden nach unten und nach den Seiten gestielte oder ungestielte Hapteren aus, die sich dem Substrat anheften, und enden in Ausläufern, die, den jungen *Furcellaria*-Sprossen gleichgestaltet, sich nach oben krümmen oder, zu kleinen Haftscheiben verbreitert, sich dem Gestein fest anschmiegen. Die sich senkrecht zu den Stolofäden erhebenden *Furcellaria*-Pflanzen bilden an ihren unteren Stammteilen in größerem oder geringerem Abstande von den primären Stolonen neue Stolofäden aus, die den primären Stolonen vollkommen gleichen und nach allen Richtungen verlaufen. Die Stolofäden sind oft stark verzweigt; in manchen Fällen kann man Punkte beobachten, von denen 3 oder 4 Stoloarme nach verschiedener Richtung ausgesandt werden.

Die Hapteren sind bedeutend kleiner als die Haftscheiben von *Polyides*. Ihr Durchmesser beträgt höchstens 2 mm, wohingegen der Diskus bei *Polyides* eine beträchtliche Ausdehnung annimmt und an älteren Exemplaren nicht selten einen Durchmesser hat, der 7—8 mm groß ist. Daraus folgt, daß *Polyides* dem Boden viel fester anhaftet als *Furcellaria*. Beim Dredgen reißen die *Polyides*-Sprosse gewöhnlich an den dünnen basalen Partien ab, hingegen kann *Furcellaria* mühelos vom Gestein losgelöst werden.

Es kommt vor, daß 2 Hapteren so dicht nebeneinander gebildet werden, daß sie zu einer kleinen Haftscheibe zusammenfließen. Dann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wird der Eindruck erweckt, als ob aus einer Haftscheibe 2 Stolofäden hervorwüchsen. In einem Falle waren aus einer Haptere, die sich wohl frühzeitig vom Gestein gelöst hatte, die Hyphen neu hervorgesproßt; der Stolofaden hatte gleichsam die Haptere durchwachsen und endete erst nach geraumer Strecke hinter ihr.

Die Stolofäden sind dann und wann mit kleinen Kuppen besetzt, die wie Vegetationspunkte erscheinen, deren Entwickelung frühzeitig zum Stillstand gekommen ist.

Wie am ausgewachsenen Thallus dort, wo ungünstige Verhältnisse sein Fortkommen hindern, in jeder Höhe Adventivsprosse hervorbrechen, so treten sie auch am Stolo und an den Hapteren überall hervor. Bei letzteren entstehen sie im allgemeinen an der Oberseite, seltener am Rande.

Daneben kommen noch mancherlei habituelle, mehr oder minder ausgesprochene Unterschiede beider Pflanzen in Betracht. Der Thallus von *Polyides* ist kurz, gedrängt aufgebaut, *Furcellaria* hat einen langen, gestreckten Thallus. Bei *Furcellaria* verlaufen mit wenigen Ausnahmen alle Verzweigungen dichotom, Polytomie kommt nur selten vor. *Polyides* zeigt häufiger polytome Verzweigung, d. h. der Punkt des Thallus, an dem eine Verzweigung vor sich geht, gibt nicht 2, sondern 3 oder 4 neuen Thalluszweigen Ursprung. Auch in der Färbung sind Unterschiede vorhanden: *Polyides* neigt im allgemeinen zu violettroter Färbung, *Furcellaria* zeigt braunviolette Färbung. Es kommen jedoch auch violettrot gefärbte *Furcellaria*-Exemplare vor.

Beiden Pflanzen ist eine starke Regenerationskraft eigen. Oft findet man Expemplare, deren Spitzen ein oder mehrere Male von Meerestieren abgefressen worden sind. Dann haben sich an den vernarbten Wundstellen stets neue Triebe erhoben, die, nach unten verjüngt, sich charakteristisch gegen den breiten, vernarbten Thallusstumpf absetzen. Diese Erscheinung hat Caspary auch beobachtet und in einer Zeichnung festgehalten.

Nur selten konnte ich bei Nordseepflanzen von *Furcellaria* Adventivsprosse beobachten. An Ostseeexemplaren fanden sie sich häufiger, reichlich und kräftig in wechselnder Höhe aus dem Thallus herauswachsend. In einem Falle wurden *Furcellaria*-Pflanzen beobachtet, deren Hapteren der breiten Thallusfläche von *Phyllophora Brodiaei* angeheftet waren.

II. Anatomie der Gewebe.

Die anatomischen Untersuchungen wurden auf vegetative Pflanzen beschränkt.

Caspary hat in seiner Arbeit aus Gründen, welche nicht klar er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sichtlich sind, die in beiden Pflanzen vorkommenden verschiedenen Zellen in 4 oder 5 Zellsorten eingeteilt, eine Unterscheidung, die weder anatomisch noch physiologisch gestützt werden kann.

Besser ist Willes (36) Einteilung nach anatomisch-physiologischen Gesichtspunkten in ein mechanisches System, ein Assimilations- und ein Leitungssystem und ev. ein Speicherungssystem. Eine scharfe Abgrenzung der verschiedenen Systeme ist bei *Polyides* und *Furcellaria* nicht möglich.

In das Assimilationssystem kann man die der Thallusoberfläche naheliegenden Zellschichten einreihen, deren Zellen stark gefärbte Chromatophoren besitzen. Die großen, meist oval oder spindelförmig gestalteten Zellen der auf das Rindengewebe folgenden Zellschichten und die langgestreckten Querhyphen- und Längshyphenzellen können als Speicherungssystem angesprochen werden, denn sie alle speichern Stärke in angenähert gleicher Reichlichkeit. Das Leitungssystem wird gebildet von den langgestreckten, hyphenartigen Zellen, die den Thallus in der Längs- und Querrichtung durchziehen.

Ein mechanisches Gewebe, soweit es durch dicke und feste Zellwände als solches gekennzeichnet wird, fehlt den beiden Algen. Einen großen Teil seiner Festigkeit verdankt ihr Thallus wahrscheinlich ihren Gewebespannungen.

Da für unsere späteren Untersuchungen kurze Bezeichnungen der verschiedenen Gewebe von Vorteil sind, unterscheiden wir am einfachsten:

1. eine kleinzellige assimilierende Rinde,
2. eine großzellige Rinde, welche eine mittlere Lage einnimmt mit sehr viel bescheideneren Chromatophoren,
3. eine langzellige Markschicht, deren Zellen längs oder quer verlaufen (Längshyphen oder Querhyphen).

A. Polyides.

Da es nicht gelang, in Laboratoriumskulturen Tetrasporen oder Carposporen zur Entwickelung zu bringen, konnte nur der vollentwickelte Fuß der Beobachtung unterzogen werden. Als solchen bezeichnen wir den basalen, scheibenförmig ausgebreiteten Teil der Pflanze, welcher mit seiner unteren Fläche, der Sohle, dem Substrat dicht anliegt, an ihm „haftet“ und an der oberen Fläche den eigentlichen, zylindrischen *Polyides*-Thallus trägt.

Der Fuß besteht aus einer Masse von Zellfäden, die aus je etwa 6—8 im Längsschnitt rechteckigen Zellen zusammengesetzt sind und sich senkrecht zur Sohle erheben. Nach dem Rande zu neigen sie sich allmählich gegen die Sohle, bis sie, horizontal dem Substrat anliegend, verlaufen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie bei anderen Algen, entwickeln sich auch bei *Polyides* aus der Spore zunächst einige horizontal verlaufende Zellfäden, die sich dann in der Horizontalebene weiter verzweigen, bis sie nach einer Reihe von Teilungen und Verzweigungen eine horizontale Zellfläche, die Sohle des Fußes, produziert haben (26, Bd. I, pag. 642). Als solche möchte ich bei *Polyides* eine Schicht gleichgestalteter Zellen von quadratischem Querschnitt ansprechen, die in mehreren Fällen an bereits ausgewachsenen Pflanzen als untere Zellschicht des Fußes von mir gesehen wurde.

Der Fuß ist bei alten Exemplaren stets in allen Zellen reichlich mit Stärke gefüllt. Auf einem Längsschnitte betrug die Länge der Zellen 21 μ—58 μ, ihre durchschnittliche Breite 13 μ, die Größe der Kerne 4 μ und die der Stärkekörner 2,5 μ, während die Zellen eines sich neu bildenden Thallus folgende Maße zeigten:

Zellänge 13 μ—54 μ, Zellbreite 5,5 μ, Kerngröße 4 μ, Größe der Stärkekörner 1,5 μ.

Die Zellenfäden des Fußes sind fest miteinander verwachsen. Die trennenden Querwände bestehen aus Kollode (darunter verstehe ich die gallertartige Masse der verquollenen Mittellamellen), die viel dicker ist als in anderen Teilen des Thallus zwischen ähnlichen Zellen.

An einzelnen Stellen des Fußes wächst eine Anzahl von Zellfäden über die anderen hinaus und bildet die vegetative Spitze eines Thallusastes. Damit wäre der Übergang vom Fuß zum Tallus, von der Jugendform zur Folgeform (Goebel) gewonnen. Beim fortschreitenden Wachstum der Kuppe beginnen die 3 Gewebearten sich zu sondern.

Caspary (3) entwirft von dem ausgebildeten Thallus folgendes Bild:

„One disc of fixation, from which the frond arises. Frond consisting of cylindrical, dichotomous, cartilaginous, solid stems, containing four sorts of cells, the walls of which are colourless or slightly tinged brown.

1st. The epidermal horizontal stratum with brown grains attached to the walls:

a. the outer part consisting of 4—5 radiating layers; breadth: length = 1 : 1—2; average absolute breadth = 0,0041‴;

b. the inner part; breadth: length = 1 : 2—4; absolute length = 0,0278‴.

2ndly. Oval or elliptical horizontal cells with colourless transparent free grains; breadth: length = 1 : $\frac{3}{2}$—3; absolute length = 0,0278‴.

3rdly. Elliptical or cylindrical cells forming slanting strings; breadth : length = 1 : 3—8; absolute length between 0,0160‴ and 0,0510‴.

4thly. Long perpendicular, femur-shaped cells thicker at the ends than in the middle; breadth: length = 1 : 8—15; absolute length = 0,0934‴.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

The disc, the base of the stems, the growing points consisting of curved long cells, filled with brownish grains. All the intercellular spaces of the whole frond filled up with a colourless slimy matter".

Nach unserer oben getroffenen Einteilung der Gewebe entsprechen der äußeren Rinde die von Caspary unter 1 a beschriebenen Zellen. Die großzellige Rinde umfaßt alle Zellen, welche Caspary unter 1 b, 2 und 3 beschreibt, und das zentrale Hyphengewebe deckt sich mit dem von Caspary als 4. Gewebeschicht bezeichneten Markgewebe.

Die Beobachtungen Casparys über die Zellwände und den Zellinhalt sind infolge der in seiner Zeit unzureichenden technischen Hilfsmittel unvollkommen und kommen heute nicht mehr in Betracht.

Meine eigenen Beobachtungen ergaben:

Die kleinzellige Rinde besteht aus 2—4 Schichten von Zellen, die auf einem Querschnitt an der Peripherie von fast quadratischer Form sind, nach dem Innern zu sich allmählich in die Länge strecken und dann etwa doppelt so lang wie breit sind.

An einem Exemplar, das 4 Rindenschichten aufwies, betrug die Länge und Breite ihrer Zellumina:

in der äußersten Schicht	9,5 μ	bezw.	9,5 μ;
in der folgenden Schicht	9,5 μ	„	8,0 μ;
in der dritten Schicht	10,5 μ	„	8,0 μ;
in der vierten Schicht	18,7 μ	„	9,5 μ.

Die Zellumina der Rindenschichten sind sehr regelmäßig angeordnet und liegen dicht aneinander, nur durch eine dünne Kollodeschicht getrennt. Sie führen wenig Stärke und enthalten stark gefärbte Chromatophoren, deren Bänder im optischen Querschnitt Caspary als braune Körner erschienen sein mögen, die er nach der Auffassung seiner Zeit als mit den Zellwänden verwachsen ansieht.

Die gestreckten Zellen des kleinzelligen Rindengewebes leiten hinüber zu der nun folgenden großzelligen Rinde. In ihr ist die Grundform der Zellen das Ellipsoid, welches an einzelnen Stellen langgestreckt und zylinderförmig erscheint, an anderen spindelförmig wird oder sich dem Oval nähert. Im allgemeinen sind 7—8 solcher inneren Rindenschichten vorhanden, die auf Querschnitten manchmal nahezu als konzentrisch angeordnet erscheinen. Ihre Zellen sind dicht aneinander gelagert und verlaufen in radialer Richtung; sie nehmen bis etwa zur 5. Schicht ständig an Größe zu, danach werden sie gegen das Markgewebe wieder kleiner. Auf dem Querschnitt, für dessen Assimilationszellen ich soeben die Größe angab, betrug die Länge der Zellen 26,8 μ—80,4 μ und die Breite 12,0 μ—37,5 μ.

Nachfolgende Tabelle gibt über die Maße der auf 7 konzentrische

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schichten verteilten Zellen Auskunft. Gemessen wurden die Zellen von 2 nebeneinander liegenden Radien:

	Länge		Breite	Länge		Breite
äußerste Schicht	26,8 μ	bezw.	12,0 μ;	21,4 μ	bezw.	13,4 μ;
zunächst äußerste Schicht.	40,2 μ	„	18,8 μ;	42,8 μ	„	21,4 μ;
dritte Schicht	59,0 μ	„	18,8 μ;	64,3 μ	„	21,4 μ;
vierte Schicht	72,4 μ	„	26,8 μ;	72,4 μ	„	32,2 μ;
fünfte Schicht	80,4 μ	„	26,8 μ;	69,7 μ	„	26,8 μ;
vorletzte Schicht.....	67,0 μ	„	34,8 μ;	64,3 μ	„	32,2 μ;
innerste Schicht	63,7 μ	„	37,5 μ;	71,0 μ	„	20,0 μ.

Diese Zellen dienen offenbar vorzugsweise der Stoffspeicherung, denn in ihrem wandständigen Plasma finden sich während der Perioden rein vegetativen Lebens reichlich Stärkekörner. Die äußersten Zellagen besitzen außerdem stark gefärbte Chromatophoren. Bei den nächstfolgenden nimmt die Färbung allmählich ab, und bei den innersten läßt sich schwer mit Sicherheit ermitteln, ob die Chromatophoren noch Farbe besitzen oder nicht.

Das Markgewebe besteht aus langzelligen, der Längsachse parallel verlaufenden Fäden (Längshyphen), deren einzelne Zellen an den Enden keulig angeschwollen sind, und minder zahlreichen quer verlaufenden (Querhyphen), welche die Masse der längs verlaufenden durchflechten und seltener auch zwischen die Elemente der großzelligen Rinde eindringen. Die Längs- und Querhyphen enthalten während des vegetativen Lebens der Alge viele Stärkekörner und mehrere farblose Chromatophorenfäden, die dort, wo der Thallus sich verjüngt, an der Basis und namentlich an den wachsenden Spitzen, zum Teil Rotfärbung annehmen.

Die Länge und Breite der Längshyphen betrug auf einem Längsschnitt:

Länge		Breite	Länge		Breite
155,0 μ	bezw.	15,5 μ;	203,8 μ	bezw.	18,7 μ;
124,0 μ	„	16,5 μ;	241,2 μ	„	16,0 μ.

Die innersten Hyphen verlaufen durchaus in der Richtung der Längsachse. Die äußeren dagegen verlaufen in spiraliger Richtung und zeigen um so flachere Windungen, je weiter sie sich von der Längsachse des Thallus entfernen. Ob diese Drehung der einzelnen Elemente, welche an die Struktur eines Taus erinnert, dem Thallus besondere Festigkeit zu geben imstande ist, mag dahingestellt bleiben. Immerhin möchte ich die Möglichkeit hier andeuten, zumal auch Wille den zentralen Zellmassen der Algenthalli mechanische Funktionen beimißt.

B. Furcellaria.

Das anatomische Bild der basalen Teile von *Furcellaria* gestaltet sich wesentlich einfacher als das bereits geschilderte morphologische Bild.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie die erwachsenen Pflanzen sind die Stolonen von einem zentralen Strange gleichgestalteter Hyphenzellen durchzogen. Aber während bei jenen die Hyphen erst eine Zeitlang der Längsachse in ihrer Richtung folgen, dann im Bogen der Oberfläche zustreben und sich senkrecht zu ihr einstellen, verlaufen die Hyphen in den Stolonen im Springbrunnentypus unter spitzem Winkel zur Längsachse vorwärts, indem sie sich allmählich der Oberfläche nähern. Erst in ihren allerletzten Zellen stellen sie sich rechtwinklig zu dieser ein.

An verschiedenen Stellen bricht ein Komplex von Hyphenfäden aus dem Stolo hervor und gibt einem Sproß Ursprung. Ähnliche Hyphenkomplexe entstehen auf der dem Substrat zugewendeten Seite des Stolo und bilden, vermutlich erst nach Berührung mit der Unterlage, Hapteren aus.

Der Hyphenverlauf der Hapteren ist einfach. Der mittlere Hyphenstrang, welcher nicht ausweichen kann, endet senkrecht zum Gestein; die peripheren Hyphenmassen fließen seitlich ab und verlaufen besonders am Rande der Scheibe parallel mit der Oberfläche des Substrates, bis sie kleinzellig enden.

Im Stiel der Hapteren sind die Endzellen der Hyphenreihen meistens schräge zur Oberfläche gerichtet. Auch in den Hapteren verlaufen sie gewöhnlich schräg gegen diese.

Kommt aus irgend einem Grunde ein aus dem Stolo hervorsprossendes Hyphenbündel frühzeitig zu einem Stillstand in der Entwickelung, so entsteht eine der vielen kleinen bereits erwähnten Kuppen.

Auch bei *Furcellaria* vollzieht sich der Übergang von der Jugendform zur Folgeform außerordentlich einfach und geht fast genau so vor sich wie bei *Polyides*.

Zellenmessungen am Stolo, den Hapteren und ihren Stielen ergaben:

	Breite		Länge	Breite		Länge
a. Stolo:						
äußere Schicht	10,8 μ	bezw.	27,0 μ;	8,0 μ	bezw.	21,6 μ;
folgende Schicht	13,5 μ	„	53,0 μ;	10,8 μ	„	43,2 μ;
innere Schichten	10,8 μ	„	108,0 μ;	12,0 μ	„	97,5 μ.
b. Haptere:						
äußere Schicht	13,5 μ	bezw.	27,0 μ;	10,8 μ	bezw.	22,6 μ;
zweite Schicht	10,8 μ	„	49,5 μ;	8,0 μ	„	44,0 μ;
innere Schichten	10,8 μ	„	81,0 μ;	10,2 μ	„	60,5 μ.
c. Stiel der Haptere:						
äußere Schicht	8,0 μ	bezw.	10,8 μ;	10,8 μ	bezw.	18,9 μ;
zweite Schicht	13,5 μ	„	37,8 μ;	10,8 μ	„	43,2 μ;
innere Schichten	10,8 μ	„	108,0 μ;	10,8 μ	„	81,5 μ.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die ausgewachsene Pflanze beschreibt Caspary wie folgt:

„Frond cylindrical, dichotomous, cartilaginous, solid, fixed by many small discs, which are either sent out from the base of the perpendicular stems, or here and there on small horizontal, often branched stems.

The perpendicular stem composed of four sorts of cells, the walls of which are colourless or slightly tinged greenish or brownish.

1st. The epidermal layer with brown grains attached to the wall, cells horizontal,

a. the outer part consisting of 2—3 radiating layers; breadth : length = 1 : 2—4; average absolute size; length = 0,0115‴, breadth = 0,0035‴;

b. the inner part now and then wanting; breadth : length = 1 : 2—4; absolute length = 0,0303‴.

2ndly. Oval or elliptical horizontal cells with colourless roundish grains; breadth : length = 1 : $\frac{3}{2}$—3; absolute length = 0,0303‴.

3rdly. Cylindrical or elliptical cells, joined at the ends, running in all directions, but more or less perpendicular upon the axis of the stem, now and then with colourless roundish grains; breadth : length = 1 : 3—8; absolute length = 0,0377‴.

4thly. Cylindrical perpendicular cells of equal thickness in all parts, with a slimy mass; breadth : length = 1 : 15—20; absolute length = 0,1165‴.

Base, discs, growing points and horizontal stems composed of curved long cells, similar to the third sort of the stem, but filled with brownish grains. All intercellular spaces in the whole frond filled up with a colourless slimy (?) matter."

Meine eigenen Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

Die kleinzellige Rinde wird gebildet von einem Zylindermantel radial angeordneter Zellen, die im Querschnitt von langgestreckter, elliptischer Gestalt sind. Sie enthalten wenig Stärke und reichlich stark gefärbte Chromatophoren. Auf einem Querschnitt betrug ihre durchschnittliche Länge bezw. Breite 21,4 μ bezw. 9,4 μ.

Im allgemeinen ist nur eine Schicht kleiner Rindenzellen vorhanden. Manchmal kommen auch zwei Schichten vor.

Nur wenige größere Zellen von elliptischer oder ovaler Gestalt vermitteln den Übergang zur großzelligen Rinde. Diese setzt sich fast unmittelbar gegen die periphere Rinde und gegen das Markgewebe ab. Die langen elliptischen Zellen, welche bei *Polyides* die Hauptform ihrer Zellelemente bilden, konnten nur selten beobachtet werden. Die Zellen sind oval, manchmal fast kugelförmig und spindelförmig gestaltet. Bis zur 5. Zellschicht nehmen sie an Größe zu, von da ab werden sie nach dem Markgewebe zu wieder kleiner.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Länge und Breite der nach innen folgenden Zellen betrug durchschnittlich:

	Länge		Breite
in der äußersten Schicht	40.20 μ	bezw.	15,0 μ;
in der folgenden Schicht	67,5 μ	„	24,2 μ;
in der dritten Schicht	80,4 μ	„	37,5 μ;
in der vierten Schicht	75,0 μ	„	56,4 μ;
in der vorletzten Schicht	93,8 μ	„	48,3 μ;
in der letzten Schicht	87,1 μ	„	44.2 μ.

Ähnlich wie bei *Polyides* wird die Breite der mittleren Rinde aus einer Folge von etwa 6—7 Zellen gebildet. Diese Zellen aber liegen ungeordnet durcheinander, dringen auch in das Markgewebe verschieden weit vor, so daß einzelne zwischen Längshyphen gelagert sind. Ihr wandständiges Plasma enthält in den Perioden vegetativen Lebens reichlich Stärkekörner. Die Chromatophoren, welche an der kleinzelligen Rinde stark gefärbt sind, verlieren nach dem Innern zu allmählich ihre Färbung und erscheinen zuletzt nahezu farblos. Ein Übergang in das Markgewebe fehlt. Die Längshyphen laufen hart am Rindengewebe vorbei, ziehen sich teilweise sogar durch einzelne seiner Zellen hindurch.

Die Längshyphenzellen sind gleichmäßig dick und von größerer Länge als bei *Polyides*. Im mittleren Thallus liegen sie weit auseinander gerückt, an der basalen Partie laufen sie dicht zusammen. Die Breite und Länge dieser Hyphenzellen betrug auf einem Längsschnitt, der in 3 cm Entfernung von der Spitze einer ausgewachsenen Pflanze genommen wurde: 27,9 μ bezw. 418,5 μ; 18,6 μ bezw. 465,0 μ. Ihre Chromatophoren sind farblos und fadenförmig. Während der vegetativen Periode führen die Hyphenzellen Stärke.

Sein charakteristisches Gepräge erhält der *Furcellaria*-Thallus durch die beträchtliche Zahl von Querhyphen, die sich in allen Richtungen durch das Markgewebe und die großzellige Rinde hinziehen. Sie zweigen sich von den längsverlaufenden Hyphen ab und schließen nach kürzerem oder längerem Verlauf an die inneren Zellen der mittleren Rinde oder an die diesen angeschlossenen breitzylinderförmigen oder keulig gestalteten Zellen oder endigen mit schlanken spitzen Zellen frei zwischen den Hyphen- oder Rindenzellen.

Die Länge und Breite ihrer Zellumina betrug auf einem Querschnitt: 107.2 μ bezw. 13,4 μ; 72,4 μ bezw. 9,4 μ; 80,4 μ bezw. 13,4 μ.

Die innersten Zellen der großzelligen Rinde schließen entweder mit einer getüpfelten Wand an eine längs verlaufende Hyphe an oder an eine der Querhyphen, die entweder die Verbindung mit einer Längshyphe vermittelt oder nach unten selbst in eine solche übergeht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

III. Anatomie der Zellen.

A. Zellmembran.

Um genaueren Einblick in die Lamellenstruktur und die differente Beschaffenheit der Lamellen der Zellenmembranen zu bekommen, wurden Schnitte von *Polyides* und *Furcellaria*, die aus gleicher Thallushöhe genommen waren, in eine Anzahl Lösungen von Farbstoffen in Meerwasser oder destilliertem Wasser gebracht.

Methylenblau, Rutheniumrot und Thionin bewirken bei *Polyides* eine Färbung der ganzen Membran der ersten etwa 8 Zellschichten. Bei allen anderen Zellen werden die Mittellamellen und die unverquollenen inneren Membranen gefärbt. Die verquollenen dem Zellumen angelagerten Lamellen speichern den Farbstoff nicht.

Bei *Furcellaria* werden die ganze Membran der ersten etwa 3 Zellschichten und die verquollenen Lamellen, die dem Zellumen der Hyphenzellen anliegen, gefärbt. Zum Unterschied von der bei *Polyides* beobachteten Erscheinung bleibt bei ihr die Mittellamelle stets ungefärbt.

Bismarckbraun und Fuchsin lassen bei beiden Pflanzen an jeder Stelle die Membran ungefärbt.

Kongorot färbt nach sehr langer Einwirkung die dem Zellumen anliegenden verquollenen Lamellen viel stärker als die übrigen Membranen.

B. Chromatophoren.

Chromatophoren finden sich durch den ganzen Thallus verbreitet. In den der Oberfläche nahe gelegenen Zellschichten sind sie stark gefärbt, nach dem Innern zu nimmt die Färbung ab, und in den Hyphenzellen finden sich farblose Chromatophoren. Die Hauptmasse der Chromatophoren liegt in den der Thallusoberfläche nahen Zellen stets nach außen gelagert.

Bei *Polyides* sind in den Zellen der kleinzelligen Rindenschichten die Chromatophoren meist becherförmig und nehmen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ der Zelloberfläche ein. Bei einzelnen Zellen dieser und den Zellen der folgenden Schichten haben sich einige Teile des Becherrandes vorgestreckt, andere zurückgezogen. Die Vorstreckungen werden allmählich länger und schmäler, der Becher nimmt an Größe ab, bis er ganz schwindet; wir haben dann eine Anzahl von Chromatophorenbändern, die nach dem peripheren Pol der Zelle hin miteinander in Verbindung stehen. In den weiteren nach innen folgenden Schichten sind die Chromatophoren in Stücke von verschiedener Länge geteilt: aus dem einen Chromatophor ist eine Anzahl von Chromatophoren geworden, die bald dicht gedrängt nebeneinander liegen, bald weit zerstreut über die Zelle gelagert erscheinen.

Dabei treten die unregelmäßigsten Gestaltungsformen auf. Zum Teil

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind die Chromatophoren lange, vielfach gewundene Bänder von verschiedener, wechselnder Breite, deren Enden entweder abgerundet sind oder eine Verbreiterung zeigen, die schließlich in einer Spitze ausläuft, zum Teil sind es Platten, die gerad- und krummlinig begrenzt sind. Die Grundform ist jedoch überall die bandförmige. Nach der Mitte des Thallus zu nehmen die Bänder an Breite ab und werden schließlich zu den feinen, langen Fäden, welche die Hyphenzellen durchziehen.

In den Zellen des Vegetationspunktes sind die Chromatophoren stark gefärbt und gleichen schmalen Bändern.

Die mir zur Verfügung stehenden Haftscheiben waren alle reichlich mit Stärke gefüllt, so daß ein Einblick in das Innere ihrer Zellen nicht möglich war. Deshalb entnahm ich der später zu besprechenden Dunkelkultur eine Haftscheibe, deren Zellen nur noch wenige Stärkekörner enthielten und alle Zellorgane gut erkennen ließen.

Die Chromatophoren waren durch die ganze Haftscheibe hindurch gefärbt, an der Oberfläche war die Färbung eine sehr intensive. Die Gestalt der Chromatophoren war von der gewöhnlichen abweichend. Stets waren mehrere kleine Scheiben oder gestreckte Platten vorhanden, die in ihrer größten Ausdehnung senkrecht zur Längsachse gelagert waren.

Wenn ungünstige Bedingungen hindernd auf das Leben der Zellen einwirken, so treten charakteristische Degenerationsformen auf, denen dann der Zerfall und Tod der Chromatophoren folgt. Bei *Polyides* erschienen die Chromatophoren in „tropfigem Zerfall" oder in „vakuoliger Degeneration" (Küster, 18).

Beim tropfigen Zerfall kontrahieren sich einzelne Teile der Chromatophoren. Bei der vakuoligen Degeneration sind die Chromatophoren mehr oder weniger stark aufgequollen und von einer oder mehreren Vakuolen erfüllt, so daß sie zuweilen ein schaumiges Aussehen erhalten. Zuweilen kombinieren sich mit den Eigentümlichkeiten der vakuoligen Degeneration an einem und demselben Chromatophor noch die Kennzeichen des tropfigen Zerfalls, von denen soeben die Rede war. Offenbar handelt es sich bei dem hier geschilderten Zerfall der Chromatophoren um ähnliche Erscheinungen wie bei den von Berthold (2) bei *Ceramium* und anderen Florideen beobachteten und physikalisch erklärten Segmentierungsvorgängen.

Der Zerfall der Chromatophoren ließ sich etwas beschleunigen, wenn die Zellen durch 10 % Meersalzlösung oder 15 %—34 % Glukoselösung in Meerwasser plasmolysiert wurden.

Es mögen noch einige Beobachtungen über die Lagerung der Chromatophoren zueinander und über ihre Lagerung zum Zellkern folgen.

An dem nach innen gerichteten Ende der Zellen liegen die Bänder weit auseinander, am peripheren Pol der Zelle schieben sie sich dicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zusammen, so dicht, daß sie leicht als geschlossene Masse angesehen werden können. Sind die Chromatophoren dort plattenförmig, so haben die Platten polygonale Gestalt und liegen derart aneinander, daß ein fast lückenloses Mosaik entsteht. Sind bandförmige Chromatophoren vorhanden, so verlaufen oft die Bänder eng aneinander und parallel miteinander. Zeigt sich an irgend einer Stelle eine Einbuchtung in einem Chromatophor, so weist der benachbarte Chromatophor eine Vorwölbung auf, die der Einbuchtung genau folgt.

Die Bänder sind an dem Zellende, welches dem Thallusinnern zugekehrt ist, verschieden gerichtet. In einzelnen Fällen konnte beobachtet werden, wie sich 2 Bänder gekreuzt und an einer Stelle übereinander gelagert hatten.

Fusion von Chromatophoren, wie sie von Küster (17) für *Ceramium* beschrieben worden ist, konnte ich bei *Polyides* nicht finden.

Der Kern liegt im allgemeinen zwischen der Hauptmasse der Chromatophoren oder in ihrer Nähe. Stets sind die Chromatophoren mit ihm in Kontakt. Zuweilen legt sich ein Chromatophorenband bogenförmig über ihn; häufiger liegt der Kern unter den Enden benachbarter Chromatophorenbänder. In keinem Fall lag der Kern zwischen den Chromatophoren und der Zellwand, stets lag er unter den Chromatophoren, d. h. zwischen Chromatophoren und Zellsaftraum. In einzelnen Zellen der mittleren Rinde waren die Chromatophorenbänder so angeordnet, daß sie fast radial zum Kern verliefen.

Bei *Furcellaria* sind die Chromatophoren in den Zellen, welche die Thallusspitzen bilden, den Chromatophoren von *Polyides* gleichgestaltet. In einiger Entfernung vom Vegetationspunkt nehmen sie eine Gestalt an, welche von der bei *Polyides* beobachteten abweicht. Sie sind schon dicht an der Thallusoberfläche fadenförmig und etwas schwächer gefärbt als dort. Die Fäden sind in den einzelnen Zellen sehr zahlreich vorhanden. Sie weisen wie bei *Polyides* viele Windungen auf und senden kurze Ausläufer aus oder verzweigen sich, so daß sie in ihrer Gesamtheit ein viel komplizierteres Bild darbieten als bei *Polyides*. Ihrer Fadenform entsprechend findet sich bei ihnen ein tropfiger Zerfall häufiger als eine vakuolige Degeneration.

Kolkwitz (11) hat in den Zellen der Stolonen keine oder nur schwach gefärbte Chromatophoren gefunden. Bei den mir zur Verfügung stehenden Pflanzen konnte ich in allen Zellen der Stolonen und Hapteren mehr oder weniger schwach gefärbte Chromatophoren beobachten. In den der Oberfläche nahen Zellen waren sie stärker gefärbt als im Innern.

C. Stärke.

Über die Biologie der Stärke bei *Polyides* und *Furcellaria* hat Kolkwitz (11) ausführlich berichtet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Gestalt der Stärkekörner ist scheibenförmig. Die Scheiben sind überall von gleicher Dicke, nur am Rande sind sie auf einer Seite vorgewölbt.

Die Struktur ist dieselbe, wie Oltmanns sie für die Florideenstärkekörner im allgemeinen angibt (26, Bd. 2, pag. 149): „ein zentraler, ziemlich dunkel gefärbter Körper, umgeben von einem etwas helleren Hof, dann aber folgt ein außerordentlich regelmäßiger Kranz von runden Körnchen, welche wie Perlen das Ganze umrahmen".

Alle Stärkekörner zeigten mehr oder weniger schwach das dunkle Kreuz im polarisierten Licht, welches van Tieghem (33) zuerst bei der Florideenstärke beobachtete.

Die Größe der Körner betrug bei *Polyides* 2 μ—7 μ, bei *Furcellaria* 2 μ—8 μ.

Über die Lagerung der Stärkekörner in den Zellen findet sich bei Kolkwitz (a. a. O.) nur eine kurze Notiz:

> „. . . bei beiden (den roten und grünen Exemplaren von *Furcellaria*, *Polyides* und *Chondrus*) entsteht auch übereinstimmend die Stärke an, nicht in den Chromatophoren".

Im allgemeinen liegen die Stärkekörner zwischen den Chromatophoren und der Zellwand, sie liegen mithin über den Chromatophoren. Die Körner sind oft so gelagert, daß, von oben gesehen, sie an der Peripherie der Chromatophoren zu liegen scheinen. In anderen Fällen liegen sie teilweise oder ganz über der Chromatophorenmasse, deren rote Färbung dann durch die Stärkescheiben hindurchschimmert. In den intakten Zellen sind die Chromatophoren stets parallel zur Zellwand gelagert.

Nur einzelne größere Stärkekörner treten frei in der Zelle auf, d. h. nicht im Anschluß an die Chromatophoren. Körner von geringer oder mittlerer Größe liegen in allen Zellen fast immer auf den Chromatophoren. Das ist auch der Fall in den Hyphenzellen, deren farblose Chromatophorenfäden oft schwer zu erkennen sind unter den perlschnurartigen Reihen von Stärkekörnern, die, parallel oder verschieden gerichtet, in manchen Zellen außerordentlich charakteristisch hervortreten.

Die Beziehungen der Chromatophoren der Florideen zur Entstehung der Stärkekörner sind noch nicht in allen Stücken genügend erforscht. Die meisten Beobachter fanden zwar die Stärkekörner den Chromatophoren angelagert, Schimper dagegen nennt eine Reihe von Rotalgen, deren Stärke sich an Zellenkernen bilden soll. Nähere Angaben über die von den verschiedenen Autoren mitgeteilten Befunde finden sich bei Oltmanns (26, Bd. 2, pag. 149).

Meine Erfahrungen an *Polyides* und *Furcellaria* ließen niemals Beziehungen zwischen Stärke und Zellenkern erkennen.

Was die Lagerung der Stärkekörner an den Chromatophoren betrifft,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so möchte ich noch darauf hinweisen, daß bei *Ceramium* nach den Angaben von Oltmanns die Stärkekörner stets unter den Chromatophoren, d. h. zwischen diesen und dem Zellsaftraum lagen (a. a. O.), während bei *Polyides* und *Furcellaria*, wie gesagt, die Stärkekörner stets der äußeren Seite der Chromatophoren auflagen.

Um eine Urteil über die Intensität der Dissimilation bei *Polyides* zu gewinnen, wurden einzelne Pflanzen, die zum Teil von der Haftscheibe getrennt, zum Teil in Verbindung mit ihr geblieben waren, 100 Tage lang bei mittlerer Temperatur verdunkelt. Nach Ablauf dieser Zeit zeigten die Zellen, welche vor dem Ansetzen des Versuches eine mittlere Anzahl größerer und kleinerer Stärkekörner enthalten hatten, in keinem Fall noch große Stärkekörner. Einzelne Zellen enthielten mehrere Stärkekörner von mittlerer und kleinerer Größe. Andere waren vollkommen stärkefrei geworden. Fast alle Zellen waren gesund geblieben und zeigten Chromatophoren, deren Färbung dieselbe war wie in belichteten Zellen. An verschiedenen Chromatophoren war tropfiger Zerfall oder vakuolige Degeneration zu bemerken. Sonst hatte sich in der Gestalt und Lage der Chromatophoren nichts geändert. Sie traten sogar außerordentlich plastisch hervor, was wohl daraus zu erklären ist, daß der vorher dicke Protoplasmaschlauch durchsichtiger geworden war.

Jedenfalls lieferten diese Untersuchungen den Nachweis, daß einmal *Polyides* außerordentlich langsam dissimiliert und daß es zweitens eine bedeutende Widerstandsfähigkeit besitzt.

In umgekehrter Richtung wurden nun einzelne Pflanzen aus der Dunkelkultur in verschieden prozentige Lösungen von Rohrzucker oder Traubenzucker in Meerwasser und in reines Meerwasser gebracht.

Die Zuckerkulturen wurden zum Teil verdunkelt, zum Teil im Licht gelassen. In allen Kulturen war auch nach 14 Tagen noch keine merkliche Zunahme an Stärke eingetreten, eine Erscheinung, die es wahrscheinlich macht, daß auch die Assimilation bei *Polyides* nur ganz langsam von statten geht. Es muß zwar dabei im Auge behalten werden, daß Pflanzen verwandt wurden, welche längere Zeit im Aquarium gehalten worden waren.

Die zuckerfrei kultivierten Pflanzen verhielten sich nicht anders als die in Zucker gehaltenen. Danach scheint die Zufuhr von Traubenzucker und Rohrzucker die Stärkebildung seitens der Florideen-Chromatophoren nicht zu fördern (vergl. 37).

D. Zellkern.

Alle Zellen des vegetativen Thallus sind einkernig. Die Kerne sind kugelförmig gestaltet und besitzen eine verhältnismäßig geringe Größe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei *Furcellaria* konnten in einigen Fällen Deformationen des Kernes beobachtet werden. Der Kern hatte eine spindelförmige Gestalt angenommen oder sich zu einem teilweise geradflächig begrenzten Körper gestreckt. Nach Messungen, die an verschiedenen Teilen des Thallus in verschiedener Entfernung von der Oberfläche vorgenommen wurden, betrug die Länge seines Durchmessers:

a. bei *Polyides:*

1. in den Zellen an der Thallusoberfläche .... 3 μ,
2. in den Zellen der großzelligen Rinde ..... 6 μ,
3. in den Querhyphenzellen ..... 5 μ,
4. in den Längshyphenzellen ..... 6 μ,
5. in den Zellen der Haftscheibe ..... 4,5 μ;

b. bei *Furcellaria:*

1. in den Zellen an der Thallusoberfläche ..... 4.5—5.5 μ,
2. in den Zellen der mittleren Rinde ..... 6—8 μ,
3. in den Querhyphenzellen ..... 5—8 μ,
4. in den Längshyphenzellen ..... 6—8 μ,
5. in den Zellen der Stolonen ..... 4—4,7 μ,
6. in den Zellen der Hapteren ..... 4,5 μ.

Eine gute Kernfärbung wurde erzielt, wenn Hämalaunlösung 24 Stunden auf Pflanzen einwirkte, die in starker Flemmingscher Lösung fixiert worden waren.

Über die Lage des Kernes zu den Chromatophoren und den Stärkekörnern geben die vorangegangenen Abschnitte bereits Auskunft.

E. Kristalle.

Bei *Furcellaria* zeigten sich nie Kristalle.

In den Zellen frischer und gesunder *Polyides*-Pflanzen konnten ebenfalls keine Kristalle wahrgenommen werden. Wurden aber Pflanzen, welche längere Zeit in Aquarien mit Meerwasser gehalten waren, dessen Salzgehalt infolge der Verdunstung des Meerwassers allmählich stieg, untersucht, so zeigten einzelne der Thallusoberfläche naheliegende Zellen kleine Kristalle, deren größte Achse durchschnittlich 2 μ lang war.

Leider kamen die Kristalle so selten vor, daß eine genaue Untersuchung nicht möglich war. Sie schienen dem regulären System anzugehören, gaben mit Jodjodkalium und Salzsäure keine Reaktion und lösten sich in verdünnter Schwefelsäure, so daß es sich wahrscheinlich um kleine Natriumchlorid-Kristalle handelt. Kristalloide, wie sie J. Klein (10) beschreibt, kamen nicht vor. Für die Lage der Kristalle gilt dasselbe, was

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Klein über die Lage der Kristalloide bei einigen mehrzelligen Algen angibt (a. a. O.): „Die *Laurencia* sowie die *Polysiphonien* sind außerdem noch dadurch bemerkenswert, daß sie Kristalloide nur in ihren äußeren Zellen enthalten, welche mit dem sie umgebenden Medium, dem Meerwasser, unmittelbar in Berührung stehen."

F. Vakuolen-Körperchen.

Vakuolenkörperchen kamen in den gesunden Zellen von *Polyides* und *Furcellaria* nicht vor. Wenn aber Teile der Thallome degenerierten, so traten bei beiden Algen in allen Zellen kleine kugelförmige Gebilde auf, die 1—5 μ groß waren.

Sie lagen stets in Vakuolen und vollführten in diesen oft zitternde Bewegungen, während sie in anderen Zellen vollkommen ruhig lagen. In den großen Rindenzellen und in den Hyphenzellen waren diese Vakuolenkörperchen gewöhnlich in der Einzahl, selten zu mehreren vorhanden, in den kleinen peripheren Zellen kamen sie in bedeutender Anzahl und in verschiedener Größe vor.

Schwerlich haben wir es mit Gebilden zu tun, welche als Reservestoffe für die Pflanze dienen sollen, so daß sie mit den von Arthur Meyer (21) beschriebenen Volutinkörnchen, welche ebenfalls häufig in Vakuolen ihre Tanzbewegungen ausführen, nicht identisch sein können.

Sonst waren einige Übereinstimmungen mit den von Arthur Meyer behandelten Körperchen vorhanden.

Mit Methylenblau (a. a. O., Reaktion I) färbten sie sich schwach blau und erschienen dann als Scheiben mit einer breiten stärker gefärbten Randzone und einem schwächer gefärbten inneren Teile (vergl. 11, Tafel V, Abb. 8). Ebenso zeigten die Vakuolenkörper, wenn Schnitte, welche vorher ausgetrocknet waren, 10 Minuten in schwach siedendes Wasser gebracht wurden, eine hellere Randzone, welche einen schwach lichtbrechenden Teil umgab.

Osmiumsäure und Jodjodkalium riefen keine Einwirkung hervor. In verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure wurden die Vakuolenkörperchen allmählich kleiner und schwanden schließlich vollkommen.

G. Über die sonstige Beschaffenheit des Zellinhaltes.

Um den Zellinhalt auf Vorhandensein von anderen bisher noch nicht besprochenen Bestandteilen (Öl usw.) zu untersuchen, wurden verschiedene Reaktionen ausgeführt:

1. Osmiumsäure (2 %).

Querschnitte von *Polyides*, welche 15 mm von der Spitze und 40 mm von der Basis entfernt genommen wurden, zeigten nach 4stündiger Ein-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wirkung von 2 % Osmiumsäure schwache Dunkelfärbung eines Zellkomplexes der 2. bis 5. peripheren Zellschicht.

Furcellaria-Querschnitte zeigten schon nach kurzem Verweilen in Osmiumsäure starke Dunkelfärbung vieler Zellen der peripheren Zellschichten. Auch der Inhalt einiger Hyphenzellen erschien schwarzbraun gefärbt.

2. Schwach alkoholische Lösung von Alkanna.

Querschnitte beider Pflanzen, die aus derselben Thallushöhe genommen waren, wurden, um das Rhodophyll zu entfernen, in schwachen Alkohol gebracht.

Bei *Polyides* trat erst nach mehreren Stunden eine schwache Entfärbung ein, während die *Furcellaria*-Schnitte schon nach einer halben Stunde Grünfärbung zeigten.

Darauf wurden alle Schnitte einer längeren Einwirkung von Alkannalösung ausgesetzt; es trat jedoch keine Färbung ein.

3. Sudan.

Sudan-Glyzerin rief bei beiden Pflanzen keine Färbung hervor.

Ob die Schwärzung durch Osmiumsäure auf einen Gehalt von Fetten zurückzuführen ist, muß nach den Ergebnissen der anderen Versuche zweifelhaft erscheinen.

4. Kaliumbichromat.

Nach 7tägiger Einwirkung war keine Reaktion eingetreten. Gerbstoffe fehlen offenbar bei beiden Pflanzen.

Rückblick.

Über die Unterschiede, welche die Anatomie der Gewebe zwischen *Polyides* und *Furcellaria* zeigt, hat Caspary ziemlich ausführlich berichtet.

Den Ergebnissen seiner Untersuchungen können wir noch einige erweiternde Ergänzungen hinzufügen:

Polyides ist sehr regelmäßig aufgebaut und zeigt einen allmählichen Übergang der verschiedenen Gewebe ineinander. Die kleinen Rindenzellen sind in 2—4 Schichten angeordnet. (Caspary gibt 4—5 Schichten an.) Querhyphen, welche das Mark- und Rindengewebe durchziehen, kommen nur ganz vereinzelt vor.

Der *Furcellaria*-Thallus ist weniger regelmäßig aufgebaut. Er wird von Zellgeweben gebildet, die sich fast unmittelbar gegeneinander absetzen. Im allgemeinen ist nur eine Schicht kleiner Rindenzellen vorhanden, selten finden sich zwei Schichten, während Caspary „2 oder 3, selten mehr“

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schichten angibt. Bei *Furcellaria* windet sich eine beträchtliche Anzahl von Querhyphen durch das Markgewebe und die großzellige Rinde hindurch.

Die Untersuchung der Zellenstruktur hat manche Übereinstimmungen zwischen den beiden Algen ergeben. Die Chromatophoren sind nicht wesentlich verschieden gestaltet. Die Stärke und der Zellkern sind bei beiden Algen mit gleichen Eigenschaften ausgestattet.

Bemerkenswert ist, daß die Membranen sich bestimmten Farbstoffen gegenüber sehr verschieden verhalten. Die Mittellamellen der *Polyides*-Zellen färben sich z. B. mit Methylenblau und Rutheniumrot sehr stark, während die Mittellamellen der *Furcellaria*-Zellen ganz ungefärbt bleiben.

IV. Experimentelle Untersuchungen.

Über Vernarbungserscheinungen bei Polyides und Furcellaria.

Am Anfang der vorliegenden Arbeit wurde bereits erwähnt, daß schon Caspary auf die starke Regenerationskraft von *Polyides* und *Furcellaria* hingewiesen hat.

Er sagt darüber in seiner Arbeit:

„The power of reproduction is very great in *Furcellaria fast.* as well as in *Polyides rot.* Stems are often found which have been by accident cut off on the upper branches once, twice or even three times, but which have always protruded again a new grown stem beyond the truncated parts."

In neuerer Zeit hat Massart gelegentlich seiner umfassenden Untersuchungen über die Vernarbungserscheinungen bei den Pflanzen, welche er in der Schrift „La cicatrisation chez les végétaux" dargestellt hat, ebenfalls *Polyides lumbricalis* = *Polyides rotundus* erwähnt (20, pag. 15):

„Voyons maintenant les Algues chez lesquelles on observe lors de cicatrisation un développement exagéré de certains groupes de cellules, amenant ainsi la production de points végétatifs à la surface de la plaie. Ce sont parmi les Floridées, le *Polyides lumbricalis*, le Gigartina mamillosa et le Chondrus crispus."

Vernarbungen bei Algen sind häufig beobachtet und beschrieben worden. Massart war der erste, welcher durch Experimente an höheren Algen diese Erscheinungen entwickelungsgeschichtlich studiert hat. Er führte seine Versuche an zwei Phäophyzeen, Laminaria saccharina und Pelvetia canaliculata, aus.

An Rotalgen sind bisher keine Versuche angestellt worden. Ich brachte den Thallomen von *Polyides* und *Furcellaria* Schnittwunden verschiedener Art bei: 1. wurden die Pflanzen dekapitiert, d. h. es wurde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ihnen ihre äußerste 1 mm lange Spitze genommen, oder sie wurden um 1 cm oder 3 cm verkürzt; in letzterem Falle wurden die abgeschnittenen Pflanzenstücke teils in den Sand eines Meerwasser-Aquariums gepflanzt, teils frei schwimmend im Wasser des letzteren kultiviert. § 2. Noch andere Individuen wurden 5 mm weit an ihren Spitzen gespalten, entweder parallel zur Längsachse oder schräg zu dieser.

Nach 5 Wochen wurden die Pflanzen untersucht. Die Reaktionen, welche dann eingetreten waren, will ich im folgenden für jede Pflanze gesondert behandeln.

A. Polyides.

Die frei schwimmenden Thallusspitzen von 1 cm und 3 cm Länge waren vollkommen frisch geblieben und zeigten nur eine schmale Zone abgestorbenen Gewebes an der Wundfläche. Sonst wies der Thallus keine Veränderungen auf.

Bei den eingepflanzten Thallusspitzen war ein größerer Teil des an die Schnittfläche stoßenden Gewebes abgestorben (etwa 1—2 mm). Es hatte sich eine Querzone gebildet, die aus zahllosen kurzen, regellos verlaufenden Hyphenzellen gebildet wurde, die das gesunde Gewebe gegen den abgestorbenen Teil der Pflanzen abgrenzten.

Die ihrer Spitzen beraubten Pflanzen zeigten, gleichviel ob ihnen kürzere oder längere Stücke genommen waren, dicht an der Wundfläche ebenfalls eine schmale Wundgewebezone, die aber in verschiedener Hinsicht von der oben betrachteten abwich. Die neugebildeten Hyphen verliefen nicht regellos, sondern stellten sich, was besonders in ihrem oberen Verlauf klar hervortrat, senkrecht zur Schnittfläche ein. Sie hatten alle stark gefärbte Chromatophoren, so daß sie an der Wundfläche den Eindruck einer neugebildeten kleinzelligen Rinde machten.

Während diese Zellen dicht gelagert waren und auf die kurze Querzone beschränkt blieben, zogen sich schmälere und längere Hyphenzellen, die auch mit gefärbten Chromatophoren versehen waren und weit auseinander lagen, nach Art der Querhyphen in verschiedener Richtung in den Thallus hinein.

Ein klares Bild der Vernarbungserscheinungen zeigten ferner die Pflanzen, deren Spitzen längs oder schräg gespalten worden waren. (Abb. 1.)

Dort, wo der Schnitt durch die Längshyphenzellen gegangen war, hatten diese an ihrer Spitze oder quer zu ihr kurze Zellen getrieben, welche intensiv gefärbte Chromatophoren und manchmal eine dicke Membran aufwiesen. Dort, wo die großzellige Rinde durchschnitten war, hatten ihre Zellen von der Spitze aus oder quer zu ihrer Längsachse Hyphenstränge ausgesandt, die parallel zueinander und senkrecht zur Schnittfläche verliefen. Meistens waren auch hier die Chromatophoren der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erzeugenden Zellen schwach gefärbt geblieben, in einzelnen Fällen aber hatten sie sich zu stark gefärbten regeneriert, und zwar an den Stellen, wo sie in der Nähe der Wundverschlußzellen lagen.

Einige Messungen an neu gebildeten Zellen ergaben:

Breite	Länge	Kerngröße
7,9 μ;	23,7 μ;	3,2 μ;
8,7 μ;	19,0 μ;	4,0 μ;
6,3 μ;	18,9 μ;	3,2 μ;
7,9 μ;	28,5 μ;	3,2 μ.

Es mögen nun einige kurze Angaben über die Beobachtungen folgen, welche Massart und Oltmanns an Algen, die Vernarbungsgewebe auf-

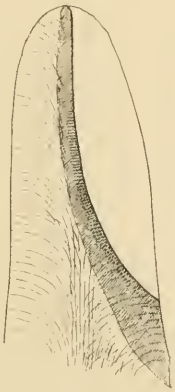


Abb. 1.

wiesen, anstellten, und eine Diskussion dieser Ergebnisse mit den bei *Polyides* gemachten Erfahrungen.

Massart sagt in seiner Arbeit unter „Résumé et conclusions“:

„Chez le plus grand nombre de Phéophycées et de Floridées le processus cicatricial suit dans ses traits essentiels la même marche que chez les Phanérogames: segmentation des cellules profondes et acquisition par les cellules-filles des charactères des éléments superficiels.“

Dort, wo er speziell über die Vernarbung der „Algen mit massivem Thallus“ spricht, führt er aus:

„Dans ses traits essentiels la cicatrisation s'accomplit de la même façon que chez les espèces que nous avons étudiées dans le chapitre précédent: les grandes cellules médullaires se segmentent en des cellules courtes, arrondies ou polyédriques, chargées de chromoplastes. Quant aux points végétatifs ils naissent sur toute l'étendue de la plaie....“

Vor Massart hat Oltmanns (23) Angaben gemacht über die Bildung der Adventivsprosse bei den *Fucaceen* und besonders für *Pelvetia* und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fucus vesiculosus und ausführlich dargestellt, welche Erscheinungen den Adventivsproßbildungen vorangehen.

„Durch Verwundung werden bei *Pelvetia* häufig Außenrinde, Innenrinde und ein Teil des Füllgewebes entfernt. Dann beginnen Füllgewebszellen sich zu teilen.

Diese Zellen liegen nicht immer unmittelbar nebeneinander, sondern bleiben oft noch lange durch andere getrennt, welche nicht zerlegt werden.

In jeder einzelnen Zelle wechseln radiale und tangentiale Wände miteinander ab, und der so entstandene Gewebekomplex wächst in radialer Richtung."

Es entstehen Höcker, die in der Regel zu mehreren dicht beisammen liegen und deren einzelne Zellen springbrunnenförmig angeordnet sind.

„Ein vollkommener Wundverschluß wird nicht erreicht, vielmehr decken die Adventiväste (welche aus den Höckern entstehen) nur mit ihren Unterteilen die Wunde unvollkommen zu."

Fucus vesiculosus verhält sich im wesentlichen wie *Pelvetia*. Dort senden auch die von der Wunde nach rückwärts gelegenen Füllzellen Zweige aus, welche in möglichst gerader Richtung gegen die Wundfläche hinwachsen, sich zwischen die äußersten Füllzellen einschieben und nun an ihrer nach außen gekehrten Spitze Teilungen der Länge und Quere nach erfahren.

„Diese kleinen Gewebekomplexe, welche verschiedenen Füllzellen ihren Ursprung verdanken, schließen nun dicht zusammen und erzeugen eine zusammenhängende Schicht, welche einer normalen Rinde nicht unähnlich sieht und mit der sekundären Rinde an der Basis der Sprosse völlig übereinstimmt.

Der Verschluß der Wunde wird bei *Fucus vesiculosus* ein vollständiger.

Die Hyphen scheinen sich niemals direkt an der Bildung des Wundverschlusses und der Adventivsprosse zu beteiligen."

Wenn wir bei *Polyides* von den Erscheinungen absehen, welche bei den im Sande eingepflanzten Thallusspitzen eintreten, so gilt für alle dort auftretenden Vernarbungsbildungen im hervorragenden Maße, was Massart als allgemeines Kennzeichen der bei den Phäophyzeen und Rhodophyzeen gebildeten Wundverschlüsse ausspricht:

Es tritt eine Regeneration von kleinzelligen Rindenschichten ein, welche anatomisch und physiologisch der peripheren Rinde vollkommen gleichen.

Die Bildung der die Wunde schließenden Zellreihen geht von den bloßgelegten medullaren Zellen aus, und zwar beteiligt sich zum Unterschiede von den Erscheinungen, welche Oltmanns bei *Pelvetia* und *Fucus*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beobachtete, nicht eine Zellform ausschließlich an der Neubildung, sondern alle vorhandenen Gewebe nehmen, wenn auch in verschiedener Intensität, daran teil.

Die kleinen Rindenzellen allerdings bilden nur ganz vereinzelt kleine neue Zellen aus, die den alten fast vollkommen gleichen und nur aus der abweichenden Wachstumsrichtung als Neubildung erkannt werden können.

Die großen Rindenzellen und die Querhyphen beteiligen sich überall sehr viel energischer am Aufbau des Wundgewebes. Sie senden, wenn die Schnittfläche parallel mit ihrer Längsachse oder wenig geneigt zu ihr verläuft, Zellzweige aus, die oft zu mehreren aus einer Längswand heraustreten und nebeneinander rechtwinklig zur Wundfläche verlaufen.

Verläuft die Schnittfläche senkrecht zu ihrer Längsachse, so treten in ihren der Schnittfläche zugekehrten Enden eine Querwand oder zwei Querwände auf, und neue Zellreihen nehmen dort ihren Ursprung.

Die neugebildeten Zellfäden verzweigen sich. Nach der Mutterzelle hin werden sie von zylinderförmigen im Querschnitt rechtwinklig erscheinenden Zellen gebildet, an der Wundfläche bestehen sie aus Zellen, die denen der kleinzelligen Rinde vollkommen gleichen. Seltener finden sich längere Hyphenzellen.

Die Entstehung der neuen Zellen spielt sich in der Weise ab, daß in der Mitte einer der zylindrischen Hyphenzellen oder an einer beliebigen anderen Stelle ihrer Außenwände sich eine oder mehrere Vorwölbungen bilden, die zu zylindrischen Schläuchen heranwachsen und sich früher oder später segmentieren. Ebenso verhalten sich die Zellen der Rinde.

Ein sehr intensives Wachstum zeigen die Längshyphen, deren Spitzenzellen wiederholte Teilungen erfahren. An ihrem Ende, das manchmal bis an die Wundfläche heranwächst, bilden sich ein oder zwei ein- oder mehrzellige Seitenzweige, die am Aufbau des eigentlichen Vernarbungsgewebes teilnehmen.

Wie bei *Fucus vesiculosus* werden nicht nur die der Wundfläche unmittelbar benachbarten, sondern auch die von ihr in größerem Abstande liegenden Zellen zu Neubildungen angeregt.

Nicht alle Zellen der Wundfläche, aber doch die größte Mehrzahl nehmen an der Bildung des Wundverschlusses teil, der wie bei *Fucus* ein vollkommener ist.

Ein etwas abweichendes Verhalten zeigten nur die abgeschnittenen, in den Sand gepflanzten Thallusspitzen; in ihnen hatte sich eine verhältnismäßig breite Querzone gebildet, deren Hyphen regellos durch die Kollodemasse verliefen und ein sehr dichtes, fast lückenloses Gefüge bildeten. Alle Hyphen waren aber ungefärbt.

Bei den vorhin betrachteten Fällen konnte ich außerdem eine Er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

scheinung beobachten, die bisher noch nicht beschrieben worden ist und einiges zellenphysiologisches Interesse haben dürfte:

Wir sehen nicht nur aus Zellen mit stark reduzierten Chromatophoren-Tochterzellen mit lebhaft gefärbten Chromatophoren hervorgehen, sondern beobachten gelegentlich auch, daß unter dem Einfluß des Wundreizes in ungeteilt bleibenden Zellen die dünnen, farblosen Chromatophoren wenigstens stellenweise zu intensiv gefärbten Chromatophoren werden.

B. Furcellaria.

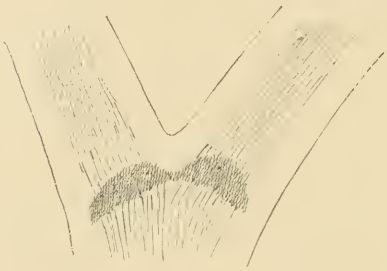


Abb. 2.

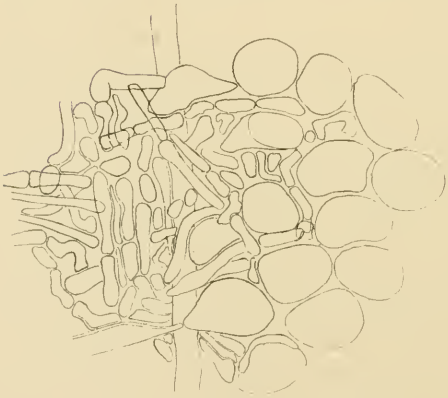


Abb. 4.

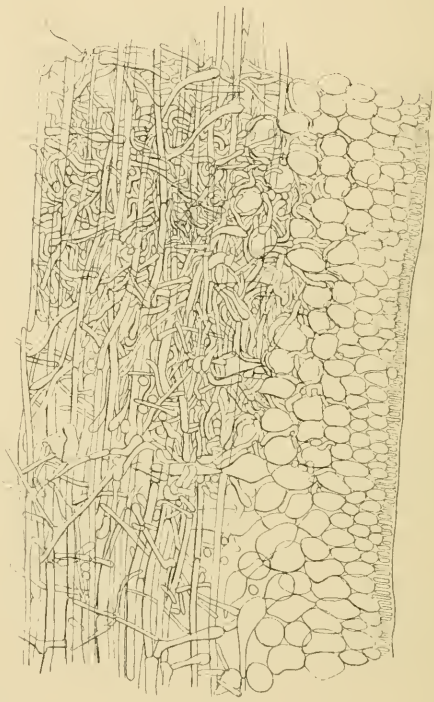


Abb. 3.

Auch bei *Furcellaria* war, als 5 Wochen nach dem Ansetzen der Versuche die verwundeten Pflanzen untersucht wurden, ein Wundgewebe gebildet, das in mancher Hinsicht mit dem bei *Polyides* beobachteten übereinstimmte.

Alle frei schwimmenden Thallusspitzen waren gesund geblieben bis auf eine kurze Gewebeschicht, welche an die Schnittfläche grenzte und abgestorben war. Ein Vernarbungsgewebe hatte sich nicht gebildet.

Von den eingepflanzten Spitzen waren die 1 cm langen sämtlich abgestorben. Die 3 cm langen Spitzen zeigten in ihrem unteren Teil abgestorbenes Gewebe, im oberen Teil waren sie gesund geblieben. An der Grenze

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

des toten und lebendigen Gewebes hatte sich ein Wundgewebe gebildet, das bei verschiedenen Exemplaren verschieden mächtig war und sich gegen die abgestorbenen Zellen scharf absetzte, in die lebenden Partien aber allmählich überging. (Abb. 2, 3, 4.)

Das Wundgewebe war bräunlich gefärbt und bestand aus zahllosen kürzeren oder längeren Hyphenzellen, welche so dicht in der Kollodemasse zwischen den von dünnen Lamellen umgebenen Zellumina der Hyphenzellen und großen Rindenzellen lagen, daß sie ein festgeschlossenes Gewebe bildeten. (Abb. 3.)

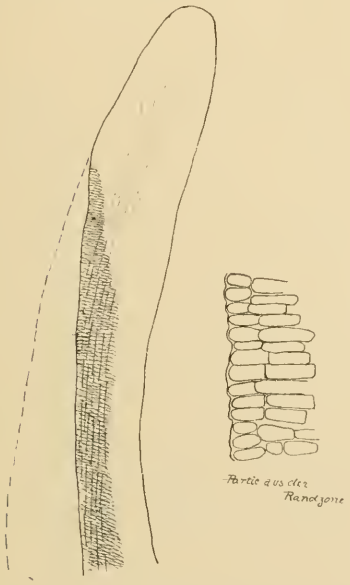


Abb. 5.

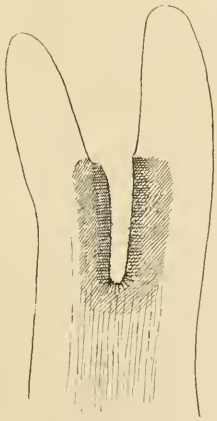


Abb. 6.

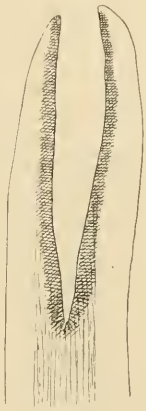


Abb. 7.

Das Wundgewebe bestand aus regellos verlaufenden Zellen und erstreckte sich bis etwa in die dritte periphere Zellschicht.

Die Pflanzen, deren Spitzen in größerer oder geringerer Entfernung vom Vegetationspunkt abgeschnitten waren, hatten alle ein Vernarbungsgewebe von mehr oder weniger großer Mächtigkeit ausgebildet. In einem Falle erstreckte sich dasselbe 19 mm weit in den Thallus hinein.

Bei allen geschnittenen und gespalteten Pflanzen verliefen die Zellen des Wundgewebes senkrecht zur Schnittfläche. Sie zeigten nie gefärbte Chromatophoren. Ebensowenig war in alten Zellen eine Regeneration der Chromatophoren eingetreten. (Abb. 5, 6, 7.)

Nach einigen Zellenmessungen betrug die Länge und Breite der Wundhyphenzellen: 29,5 μ bezw. 5,5 μ; 19 μ bezw. 5 μ; 40 μ bezw. 5,5 μ.

Wahrscheinlich wird auch bei *Furcellaria* unter günstigeren Ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hältnissen, als sie ein Aquarium bieten kann, das Wundgewebe sich rot färben.

Im allgemeinen stimmte das von *Furcellaria* gebildete Vernarbungsgewebe mit dem von *Polyides* überein, so daß die dort gegebenen ausführlichen Betrachtungen auch für *Furcellaria* gelten.

Da aber *Furcellaria* sehr viele Querhyphen aufweist, nehmen diese in hervorragendem Maße am Aufbau teil.

Bemerkenswert ist, daß an einer geschnittenen *Furcellaria*-Pflanze das Vernarbungsgewebe sich weit in den Thallus hinein erstreckte. Dadurch ist die Erscheinung, daß bei höheren Pflanzen die Bildung von Wundgewebe bis in ansehnliche Entfernung von der Wundfläche vorschreiten kann, auch für die Algen erwiesen (vergl. Küster, 17).

An das Verhalten der höheren Pflanzen erinnert auch der Befund, daß die verschiedenen Zellen und Gewebeschichten der von mir geschilderten Rotalgen auf den Wundreiz mit ungleicher Intensität der Zellenteilungen reagieren. Das lebhaft proliferierende Hyphen- und Rindengewebe von *Polyides* und *Furcellaria* läßt sich insofern mit dem Kambium der höheren Pflanzen vergleichen, aus dem nach Verwundung meist ein üppiger Callus sich entwickelt, während das kleinzellige Assimilationsgewebe der beiden Algen mehr an die Epidermis der höheren Pflanzen erinnert, die nur ausnahmsweise und immer nur in bescheidenem Maße an der Produktion von Wundgewebe teilnimmt (vergl. Küster, a. a. O.).

An den verwundeten Algenstücken treten außer den hier geschilderten Wachstumsvorgängen zweifellos auch noch andere Veränderungen chemischer und physikalischer Natur auf, deren Nachweis freilich mit Schwierigkeiten verbunden ist. Folgende beiden Reaktionen deuten uns solche Veränderungen an:

Durch Osmiumsäure wird die Kollode, in welche die Wundhyphenzellen eingelagert sind, dunkel gefärbt.

Die dem Lumen der neugebildeten Zellen anliegenden Membranlamellen speichern, besonders am Vegetationspunkt, reichlich Methylenblau.

V. Anhang.

Endophyten.

Endophytisch lebende Algen, welche den Thallus von Rotalgen und namentlich Braunalgen mehr oder minder reichlich durchwachsen können, sind bei der Erforschung der deutschen Meeresflora schon wiederholt gefunden worden.

Bei der Untersuchung von *Furcellaria* stieß ich häufig auf eine fädige, endophytisch lebende Braunalge, über die ich im folgenden berichten möchte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Für ihre Bestimmung kamen in Betracht: *Ectocarpus, Streblonema, Streblonemopsis, Microsyphar.*

Ectocarpus bildet Fortpflanzungsorgane aus, die „schärfer als bei *Pylaiella* den vegetativen Abschnitten des Körpers gegenüber individualisiert, immer vereinzelt an der Stelle von Seitenzweigen stehen." (5) Die von mir beobachtete Alge zeigte Sporangien, welche direkt an den Hauptfäden entstanden und einen unregelmäßigen Sporenhaufen bildeten.

Streblonema zeigt ebenfalls Abweichungen in der Anlage der Geschlechtsorgane. Dort sind bestimmt abgegrenzte Sporangien und gefächerte Gametangien vorhanden, die bei der in *Furcellaria* lebenden Braunalge fehlen.

Streblonemopsis ruft eine Wucherung der Gewebe der Wirtspflanze hervor. Die Verzweigungen des primären Fadens anastomosieren miteinander. Die von mir beobachtete Alge zeigte keine dieser Eigenschaften.

Mit *Microsyphar* stimmt dagegen die in der Mittellamelle von *Furcellaria* auftretende Braunalge in allen wesentlichen Merkmalen überein.

Kuckuck gibt folgende Beschreibung von dieser Gattung (14):

„Thallus nur aus kriechenden, monosyphonen, zerstreut verzweigten, zuweilen zu einem Pseudoparenchym zusammenschließenden Fäden bestehend. Aufrechte Fäden ganz fehlend, Zellen meist doppelt so lang wie breit, mit 1—3 plattenförmigen Chromatophoren. Haare fehlend oder vorhanden. Fortpflanzung durch Schwärmsporen, welche einzeln aus dem ganzen Thallus einer vegetativen Zelle entstehen können. Meist teilt sich diese aber unter Entsendung einer papillenartigen Aussprossung noch ein- oder zweimal, so daß kleine unscheinbare 2—4fächerige Sporangien gebildet werden."

Von den 3 Arten, welche Kuckuck angibt, *M. Zosterae, M. Porphyrae, M. Polysiphoniae* kommt nur *M. Porphyrae Kck* in Betracht, da diese allein Haare ausgebildet hat, und auch bei der von mir untersuchten Form Haare entwickelt werden.

Kuckuck gibt von ihr folgende Diagnose:

„Bildet braune kreisrunde ca. 1 mm im Durchmesser haltende Flecken in der Membran von *Porphyra laciniata* und *leucostica*. Fäden 3—5 μ breit, Haare mit basalem Wachstum vorhanden."

Das Bild, welches Kuckuck auf den beigefügten Tafeln entwirft, stimmt, was den Habitus der vegetativen und fertilen Zellen betrifft, vollkommen mit dem mikroskopischen Bilde der von mir beobachteten Alge überein.

Einzelne Unterschiede sind indes vorhanden. Bei den von mir untersuchten *Furcellaria*-Pflanzen waren nie Anflugflecken vorhanden, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

makroskopisch erkennbar gewesen wären. Zusammenhängende Zellenmassen waren selten. Pseudoparenchymbildungen nie zu beobachten.

Gewöhnlich zogen sich einzelne Fäden, die wenige Verzweigungen aufwiesen, durch die Mittellamellen weit in die großzellige Rinde hinein. In der Nähe der Thallusoberfläche hatten sich an ihnen plurilokuläre Sporangien gebildet.

Die Fäden waren durchschnittlich dicker als bei *M. Porphyrae*, ihre Breite betrug 4—9 μ. Die kleinen 2—4fächerigen Sporangien waren gut erkennbar. Schwärmsporen konnte ich nicht beobachten.

Es wird sich hiernach als notwendig erweisen, die auf *Furcellaria* von mir gefundene *Microsyphar*-Art als neue Spezies von den bisher beschriebenen zu unterscheiden. Wir können für sie folgende Diagnose aufstellen:

Microsyphar Furcellariae n. sp.

Auflugflecke nicht vorhanden. Bildet kein Pseudoparenchym. Fäden 4—9 μ breit. Haare vorhanden.

Auf *Furcellaria fastigiata* von Helgoland. Sommer 1909.

Eingegangen am 6. April 1910.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verzeichnis der benutzten Literatur.

(Alphabetisch geordnet.)

1. Agardh, Species Algarum.
2. Berthold, G., Studien zur Protoplasmamechanik, Leipzig 1886. pag. 87.
3. Caspary, Robert. Observations on Furc. fast. Huds. and Polyides rot. Gmel. (with 3 Plates).
   The Annals and Mag. of Nat. History etc. Vol. VI, second series, Chapter IX, London 1850.
4. Czapek, F., Biochemie der Pflanzen, Bd. 1, 2, Jena 1905.
5. Engler-Prantl, 1. Teil, 2. Abteilung, Leipzig 1897.
6. Falkenberg, P., Rhodomelazeen des Golfes von Neapel, Fauna und Flora des Golfes, 1901.
7. Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Aufl., 1904.
8. Synopsis of British Seaweeds, compiled from Prof. Harvey's Phycologia Britannica, London 1857, pag. 120 f.
9. Hauck, Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs, Leipzig 1885.
10. Klein, J., Kristalloide der Meeresalgen, Pringsh. Jahrb. 1882, pag. 54.
11. Kolkwitz, R., Beiträge zur Biologie der Florideen, Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, N. F. 4, Abt. Helgoland. 1900, pag. 31.
12. Kuckuck, P., Über einige Phaeosporeen der westlichen Ostsee, Botan. Zeitung, Heft VIII, 1895, pag. 177.
13. Derselbe, Beiträge zur Kenntnis einiger Ektokarpus-Arten der Kieler Förde, Diss. Kiel 1891, Botan. Zentralblatt, 1891.
14. Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. Wissensch. Meeresuntersuchungen 1896, N. F. 2, Abt. Helgoland, pag. 349.
15. Küster, E., Über Vernarbungs- und Prolificationserscheinungen bei Meeresalgen. Flora 1899, 86. Bd., pag. 143.
16. Derselbe, Pathologische Pflanzenanatomie, Jena 1903, pag. 158 ff.
17. Derselbe, Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Pflanzenzelle, Zeitschrift für allgemeine Physiologie, 4. Bd., 2., 3. Heft, Jena 1904, pag. 221.
18. Derselbe, Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der pathologischen Pflanzenanatomie, aus: Ergebnisse der allgem. Pathologie und pathologischen Anatomie des Menschen und der Tiere, 9. Jahrgang, 1. Abt., pag. 387, Wiesbaden 1907.
19. Kützing, Phycologia generalis.
20. Massart, J., La cicatrisation chez les végétaux, Bruxelles 1898.
21. Meyer, A., Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins, Botan. Zeitung 1904, I., pag. 113.
22. Noll, F., Über die Kultur von Meeresalgen in Aquarien, Flora 1892, pag. 281.
23. Oltmanns, F., Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen, Bibliotheca bothanica, 1889.
24. Derselbe, Über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb. 1892.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

25. Derselbe, Notizen über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen, Flora 1895. pag. 1.
26. Derselbe, Morphologie und Biologie der Algen, Bd. 1, 2, Jena 1905.
27. Reinke, J., Lehrbuch der Botanik mit Einschluß der Pflanzenphysiologie, Berlin 1880. pag. 134.
28. Derselbe, Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Anteils, Berlin 1892.
29. Schröder, B., Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen, Verh. naturh.-med. Ver. Heidelberg, N. F. 7, pag. 139.
30. Straßburger, E., Das botan. Praktikum, 4. Aufl., Jena 1902.
31. Strömfeld, Untersuchungen über die Haftorgane der Algen, Botan. Zentralblatt, Bd. 33 (1888), pag. 400.
32. Thuret et Bornet, Études phycologiques, Paris 1878.
33. Tieghem, van, Note sur les globules amylacées des Floridées et des Corallinées, Ann. sc. nat. bot. 1865, 5. sér., pag. 315.
34. De Toni, Sylloge Algarum.
35. Pfeiffer von Wellheim, Beiträge zur Fixierung und Präparation der Süßwasseralgen, Österr. bot. Zeitschrift, Bd. XLVIII, Nr. 2, 3, 1898.
36. Wille, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der physiologischen Gewebesysteme bei einigen Florideen, Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Deutsch. Akad. der Naturforscher, Bd. LII, Nr. 2, Halle 1887.
37. Winkler, Untersuchungen über die Stärkebildung in den versch. Chromatophoren, Pringsh. Jahrb. 1898, Bd. XXXII, pag. 525.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

INHALT.

Seite

I. Morphologisches ... 2

II. Anatomie der Gewebe ... 3

A. Polyides ... 4

B. Furcellaria ... 7

III. Anatomie der Zellen ... 11

A. Membran ... 11

B. Chromatophoren ... 11

C. Stärke ... 13

D. Kern ... 15

E. Kristalle ... 16

F. Vakuolen-Körperchen ... 17

G. Sonstiger Zellinhalt ... 17

Rückblick ... 18

IV. Experimentelle Untersuchungen ... 19

A. Polyides ... 20

B. Furcellaria ... 24

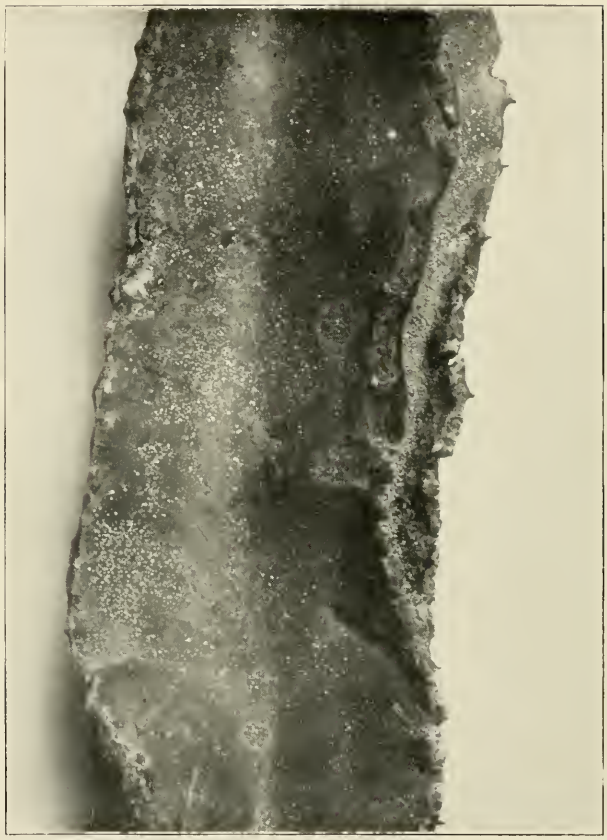
V. Anhang ... 26

Endophyten ... 26

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Aspidiotus fissus Lindgr.

Starke Besetzung auf Euphorbia aus Abessinien. Verkl. Original.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten

Jahr/Year: 1909-1910

Band/Volume: 27_BH3

Autor(en)/Author(s): Anonymous

Artikel/Article: Anatomische Untersuchungen an Polyides rotundus Chnel. und Furcellaria fastigiata Lam. 1-31