

## Zur Polarität von Bryopsis.

### Von FRITZ STEINECKE (Königsberg Pr.).

#### I. EXPERIMENTELLER TEIL.

Bei den höheren Pflanzen wird die vorhandene Polarität unabänderlich beibehalten. Desgleichen ist bei niederen Pflanzen wie *Equisetum*, *Marchantia* usw. die einmal in der Jugend induzierte Polarität nicht mehr abzuändern. Auch bei den Algen deutet alles Bekanntgewordene (1) darauf hin, dass auch hier diese Regel innegehalten wird - bis auf *Bryopsis*. Wenn man für Rhizoidbildungen, die gelegentlich aus Scheitelzellen von *Cladophoren* und anderen Algen hervorgehen, und die BERTHOLD (2) bei Verdunkelung aus den Fiedern von *Bryopsis* sich bilden sah, immerhin eine Neu-Induktion annehmen kann, so ist doch die durch NOLL (3) studierte und allgemein bekannt gewordene Umkehr der *Bryopsis plumosa* augenscheinlich eine regelrechte Änderung der Polarität, trotz der Einwände, die WINKLER (4) dagegen erhoben hat.

MEZ weist in seinem Syllabus (5) bei Erwähnung dieser Erscheinung allerdings darauf hin, dass die Umkehr möglicherweise doch nur eine scheinbare sein und *Bryopsis* vielleicht wie alle anderen Pflanzen der Polaritätsregel gleichfalls unterworfen sein könnte: "Doch beachte man, dass in diesem Organismus keine Querwände vorhanden sind, dementsprechend das basale Plasma nach dem apikalen Ende und umgekehrt wandern kann." Im Kolleg wies MEZ des Weiteren darauf hin, dass Versuche mittels partieller Vitalfärbung wohl eine Entscheidung dieser Frage bringen müssten.

Anlässlich eines Aufenthalts an der Zoologischen Station zu Neapel, der in erster Linie dem Sammeln und Präparieren von Meeresalgen zwecks späterer sero-diagnostischer Durcharbeitung dienen sollte, wandte ich mich diesem Problem zu. Neapel ist ja die klassische Untersuchungsstätte für *Bryopsis* und *Caulerpa*; hier stellten NOLL, WINKLER, JANSE u.a. ihre Versuche an. Gerade die Neapler Station ist dem Studium der Meeresalgen so ausserordentlich günstig, weil die Algen jederzeit frisch und lebend von den Fischern gebracht werden, und dauernd fließendes Meerwasser zu Kulturen in zahlreichen Aquarien zur Verfügung steht.

Die Kürze der Zeit meines Aufenthalts (6. April bis 5. Mai 1925) zwang allerdings dazu, die meisten Versuche parallel neben einander hergehen zu lassen, so dass es nicht möglich war, später sich ergebende Fragestellungen zu verfolgen. Auch hätte ich gerne manche Kulturen länger beobachtet, um das weitere Wachstum der Algen feststellen zu können. Trotzdem führten meine Versuche mit *Bryopsis* in den wesentlichen Punkten zu einem vollen Ergebnis. Ich berichte im Folgenden zunächst über die Experimente selbst ohne theoretische Erörterungen und Folgerungen, die ich einem zweiten, in kurzem folgenden Teil vorbehalte.

Ich möchte nicht verfehlen, an dieser Stelle den Herren der Zoologischen Station in Neapel, besonders Herrn Professor DOHRN für die Bewilligung des Arbeitsplatzes, sowie der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft für eine Beihilfe zu der Reise meinen Dank abzustatten.

#### I. NORMALE UMKEHRVERSUCHE.

Die erste angesetzte Versuchsreihe sollte eine Wiederholung der bekannten Umkehrversuche darstellen, um gegebenenfalls Unterschiede gegenüber dem Wachstum der

vital gefärbten Algen in den anderen Versuchsreihen feststellen zu können.

Die Einrichtung der Aquarien ist noch die gleiche, wie sie JANSE (5) geschildert hat. Aus dem Hauptaquarium des Arbeitsplatzes, das dauernd einen kräftigen Strom frischen Meerwassers erhält, wurde das Wasser durch Heber in ganz schwachem Strahl in kleinere Gefässe geleitet, die zu einem Viertel mit Seesand gefüllt waren, in den die Algen zumeist eingepflanzt wurden. Teils wurden die Algen auch wie bei NOLL und WINKLER durch in den Sand gebohrte Glasröhrchen in ihrer Lage festgehalten. Ein Eingipsen fand niemals, ein Umhüllen mit Staniol nur bei zwei der letzten Versuche statt. Die Beleuchtung war gleichmässig hell, etwas seitlich von oben her, ohne dass direktes Sonnenlicht an die Kulturen kam.

Nicht immer standen für die Versuche dieselben Arten von *Bryopsis* zur Verfügung. Während die Fischer *Bryopsis disticha* Kg. regelmässig und *Bryopsis cupressoides* Lam. häufig lieferten, erhielt ich zweifellos bestimmbare *Bryopsis plumosa* (Huds.) Ag. nur zweimal. So musste ich denn zuerst nur gezwungen auch *Bryopsis disticha* zu den Versuchen nehmen, die sich nachher als besonders geeignet für die Umkehrungserscheinungen erwies. *Bryopsis disticha* zeigt sich im Golf von Neapel im April meist nur als einfacher robuster Schlauch ohne Fiedern; die Umwanderung des Plasmas kann also besonders schnell und deutlich sichtbar vor sich gehen. Die Tendenz zur Bildung von Fiedern muss aber bereits in den Pflanzen liegen, denn in

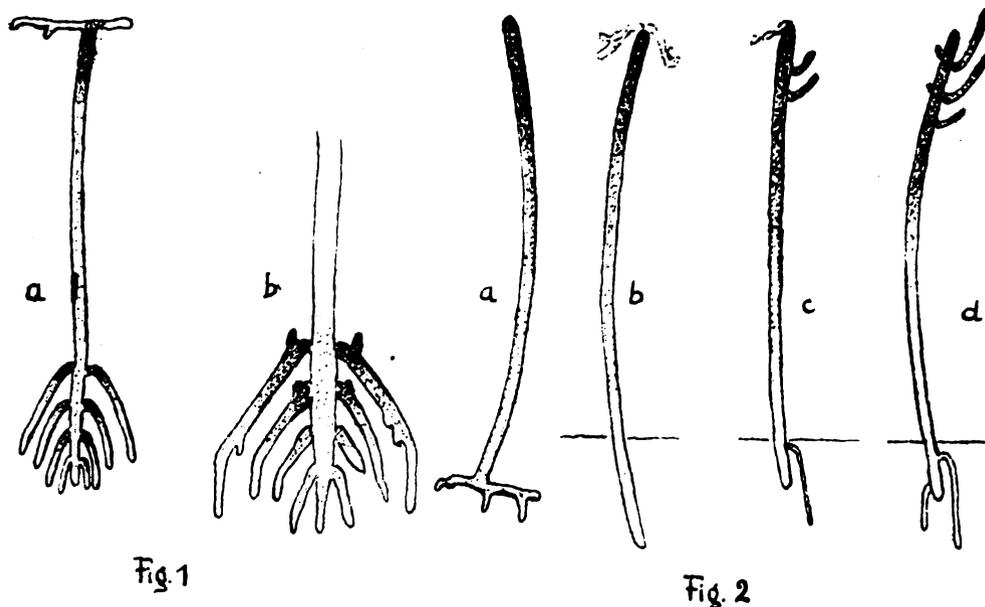


Fig. 1

Fig. 2

**Fig. 1** (Versuch 1). a. *Bryopsis cupressoides* (etwas schematisch) 3 Tage nach dem umgekehrten Einpflanzen. b. 9 Tage darnach: neue Sprosse und Rhizoide haben sich gebildet. Chloroplasten in den neuen Spitzen angereichert.

**Fig. 2.** (Versuch 2). *Bryopsis disticha*. a. Normale Pflanze. b. bis d. Nach 11 Tagen: Die Chloroplasten sind nach oben gewandert, teilweise haben sich neue Fiedern gebildet. Das alte Rhizom ist im Absterben, an der ehemaligen Spitze sind neue Rhizoide gebildet worden. Die Menge der Chloroplasten ist durch Punkte gekennzeichnet.

den Kulturen traten auch bei Umkehr der Alge solche nach kurzer Zeit auf. Ausserdem wächst *Bryopsis disticha* im Golf in Zonen stärkerer Wasserbewegung, ist auch nicht besonders empfindlich gegen verunreinigtes Wasser, während *Bryopsis cupressoides*, *viscosa* und besonders *Br. plumosa* mehr in ruhigem Wasser wachsen und einen stärkeren Wasserstrahl nicht vertragen. Sie bedürfen in den Kulturen ferner reinen Wassers, das ausserhalb des Einflusses der Abwässer Neapels geschöpft ist. Da mir dies Verhalten zunächst nicht bekannt war - erst Herr Prof. FUNK, der Bearbeiter der Algenflora des Golfes, machte mich darauf aufmerksam - gingen mir die ersten Kulturen von *Br. plumosa* und *Br. cupressoides* nach einigen Tagen ein; die späteren, in flachen bedeckten Gefässen mit reinem Golfwasser oder abgestandenem Seewasser angesetzten Kulturen hatten auch bei diesen Arten den gewünschten Erfolg.

Zu den folgenden Versuchen bemerke ich, dass die Pflänzchen vor Beginn und nach Beendigung des Versuches gezeichnet wurden, um alle Veränderungen feststellen zu können. Jeder Versuch wurde gleichzeitig mit 10 bis 20 Algen vorgenommen. Wenn nicht anders vermerkt haben alle Algen die beschriebenen Veränderungen gezeigt.

Versuch I. *Bryopsis cupressoides* mit möglichst sauber herauspräpariertem Rhizom umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 9 Tage. Bereits nach 3 Tagen ist das lebhaft grüne der Fiederspitzen verschwunden. Grün gefärbt sind jetzt die Basalteile der Fiederchen und das Stämmchen in der Nähe des Rhizoms. Mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Chloroplasten sich in grosser Zahl an den neuen Spitzen angesammelt hatten (Fig. 1 a). Nach Beendigung des Versuchs zeigte sich ein der bekannten NOLLschen Abbildung (7) ähnliches Bild (Fig. 1 b). Die alten Spitzen der Fiederchen haben Ansätze zu Rhizoiden gebildet, während sie mit ihrem oberen Teil weiterwachsen. Die Rhizoiden sind fast frei von Chloroplasten, die neuen Sprosse lebhaft grün und an der Spitze mit der "trüben Protoplasmaschicht"

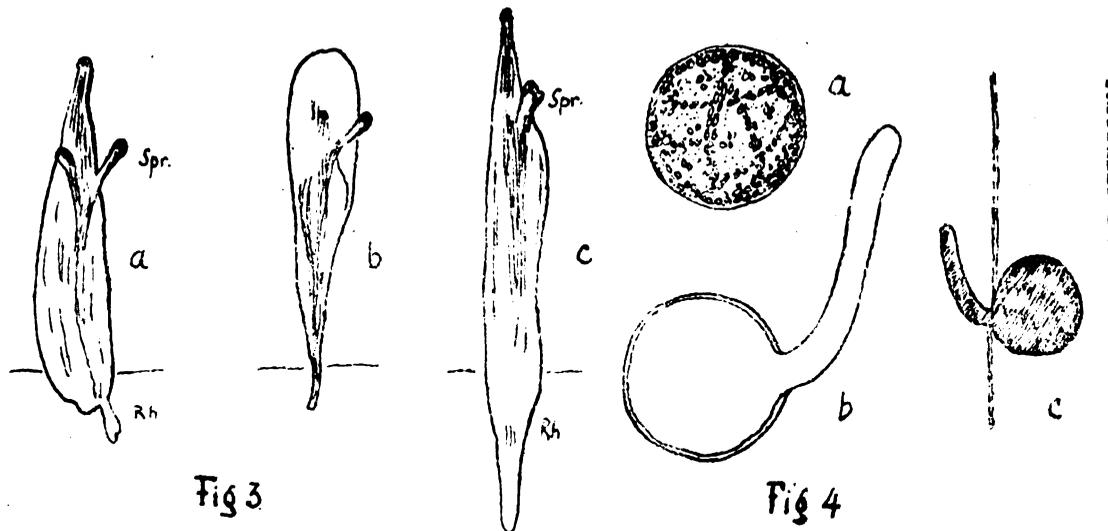


Fig. 3 (Versuch 4). b Caulerpa-"Blatt" aufrecht eingepflanzt mit neuem Spross a und c. Caulerpa umgekehrt eingepflanzt mit neuen Sprossen (Spr.) und Rhizoiden (Rh.).

Fig. 4. *Bryopsis disticha*. Ein aus einem Faden herausgequetschter Inhalt rundet sich ab (a) und bildet einen neuen Spross (b). Ein in einem absterbenden Faden verbliebener Plasmarest wächst aus (c)

versehen, die JANSE (8) bei *Caulerpa* als Meristemplasma beschreibt. Ein Weiterwachsen des in dem Stämmchen der Alge jetzt oben angereicherten Plasmas wurde nicht beobachtet, vielmehr zeigte das Stämmchen Anzeichen nahen Absterbens.

**Versuch 2.** *Bryopsis disticha* umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 11 Tage. Bereits nach 2 Tagen zeigen sich makroskopisch die jetzt oberen Teile der Pflanze dunkelgrün gefärbt dadurch, dass sich die Chloroplasten in der Nähe des alten Rhizoms ansammeln. Gelegentlich dringen sie in unverletzte Rhizomteile ein. Nach Beendigung des Versuchs sind aus der Nähe der alten Spitze fast farblose Rhizoide nach unten gewachsen; gelegentlich hat sich die alte Spitze einfach in die Länge gestreckt und ist als Rhizoid nach unten gewachsen. Aus der Nähe des alten Rhizoms sind neue dunkelgrün gefärbte Fiedern bezw. Sprosse hervorgewachsen (Fig. 2). Die Pflanzen machen einen durchaus gesunden Eindruck.

**Versuch 3.** *Bryopsis disticha* aufrecht eingepflanzt. Versuchsdauer 11 Tage. Bei Beendigung des Versuchs stehen 30 % der Pflanzen unverändert mit sattgrünem Spitzenteil da, an den alten Rhizomen haben sich neue, fast farblose Rhizoide gebildet. Bei den anderen Pflanzen sind an dem Spitzenteil 1 bis 3 Fiedern hervorgewachsen. Die Fiedern sind dunkelgrün von reichlich vorhandenen Chloroplasten.

**Versuch 4.** *Caulerpa prolifera*. Abgeschnittene "Blätter" umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 15 Tage. Der Versuch sollte die Ergebnisse der Untersuchungen JANSEs im Vergleich zu *Bryopsis* vor Augen führen. Bereits 2 Tage nach dem Einpflanzen konnten makroskopisch jene grünen Stränge beobachtet werden, die JANSE (9) schildert. In Bestätigung der Beobachtungen dieses Autors konnte man nach etwa einer Woche die Stellen, an denen neue "Blätter" entstehen wollten, an den hierhin führenden grünen Linien (Protoplasmastränge mit Chloroplasten) erkennen. Bei Beendigung des Versuchs ergaben sich dieselben Bilder, die JANSE gezeichnet hat. Die ehemalige Spitze ist, soweit sie im Sande steckt, fast frei von "Chlorophyll"; an ihrem unteren Ende hat sie einige farblose Rhizoide gebildet. Unterhalb der alten Basis, etwa ein Drittel der Länge des Blattes (also im Gegensatz zu *Bryopsis* tatsächlich nicht an der neuen Spitze) sind junge Prolifikationen entstanden, zu denen dicke grüne Linien hinleiten (Fig. 3).

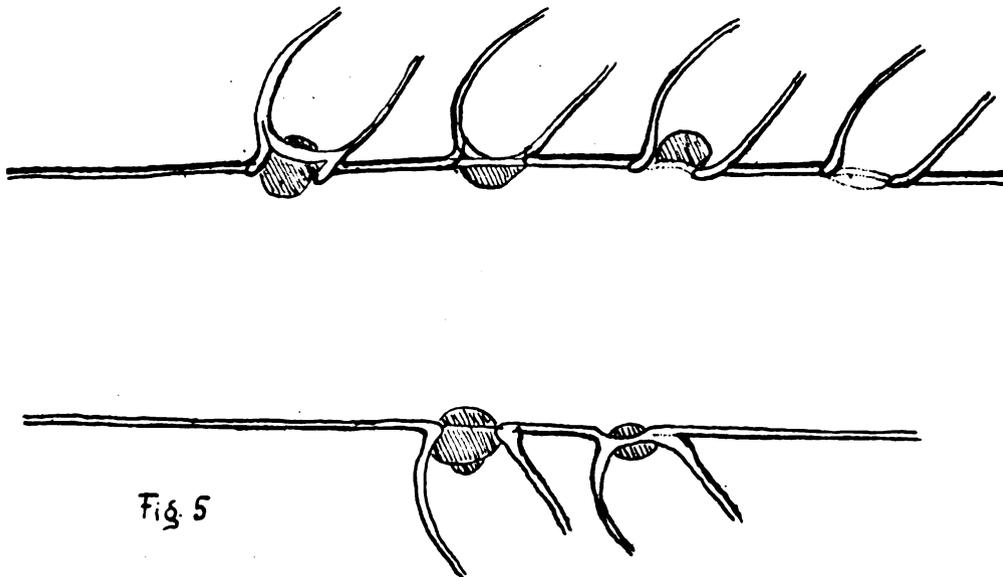


Fig. 5. Stämmchen von *Bryopsis cupressoides* zeigt nach Behandlung mit Jod-Jodkali an der Basis der Fiedern einen Abschluss in Gestalt von Schleimpfropfen (gestrichelt).

**Ergebnis.** Die Beobachtungen von NOLL, WINKLER und JANSE haben sich bestätigen lassen. Es scheint aber, als ob bei der Umkehr das Plasma der alten Spitze zusammen mit den deutlich wandernden Chloroplasten in die neue Spitze hineinfließt.

*Bryopsis disticha* erwies sich durch ihre Widerstandsfähigkeit als sehr günstiges Objekt für die Untersuchungen. Folgender Versuch zeigt besonders deutlich die grosse Widerstandsfähigkeit: eine aus einem Stämmchen herausgequetschte Masse rundete sich ab und bildete - in einer Petrischale aufgehoben - nach 20 Tagen einen neuen Spross (Fig. 4 a, b). In ähnlicher Weise sah ich des öfteren, dass in zerquetschten Fäden Teile des Algenkörpers sich abrundeten und, während die alte Haut des Schlauchs abstarb, sich neu behäuteten und Auswüchse trieben (Fig. 4 c).

Während aus den apikalen, jüngsten Fiederchen der *Bryopsis curpessoides* die Chloroplasten zuerst verschwanden, in den Stamm eintraten und nach oben wanderten, gingen sie bei den alten untersten Fiedern nicht mehr in den Stamm über. Den Fiedern muss also in einem bestimmten Alter eine gewisse Selbständigkeit zukommen. Aus weiter unten folgenden Versuchen geht das noch deutlicher hervor. Bei Behandlung der Alge mit Jod-Jodkali sieht man auch tatsächlich, dass an der Übergangsstelle der ältesten Fiedern in den Stamm ein Schleimpfropfen vorhanden ist, der durch seine gelbe Farbe auffällig sichtbar wird (Fig. 5). Ein solcher Abschluss durch Schleimpfropfen findet bei den ältesten Fiedern statt, auch dann, wenn sie nicht in Gametenbildung begriffen sind. Die Selbständigkeit macht sich aber bereits vor Ausbildung des Schleimpfropfens bemerkbar.

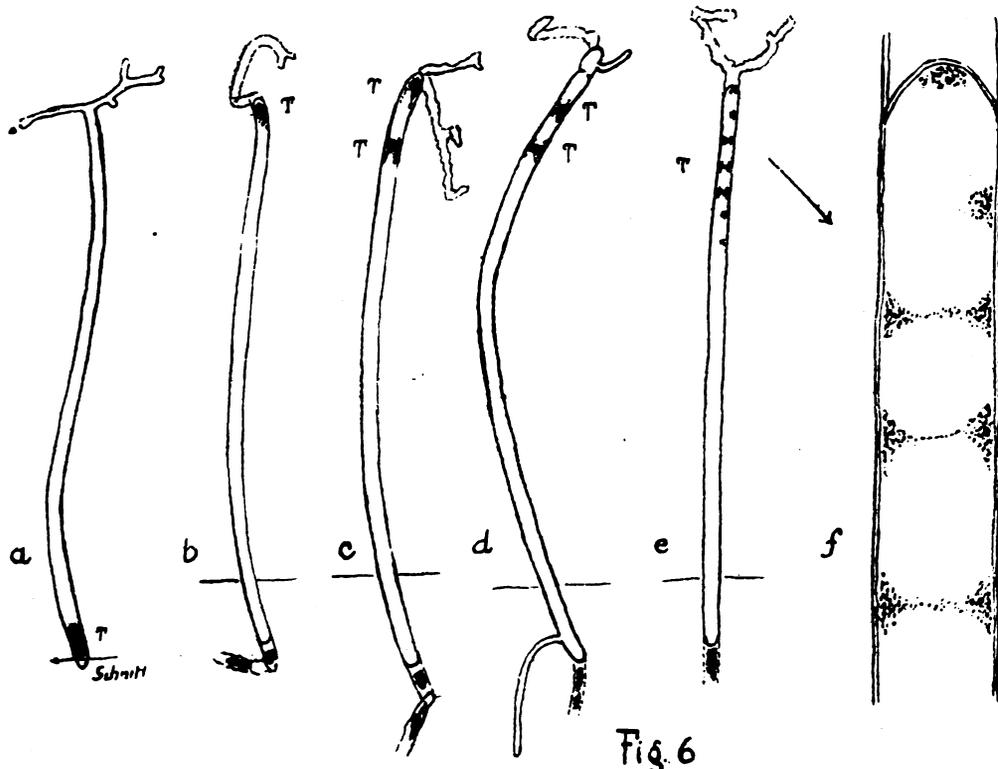


Fig. 6

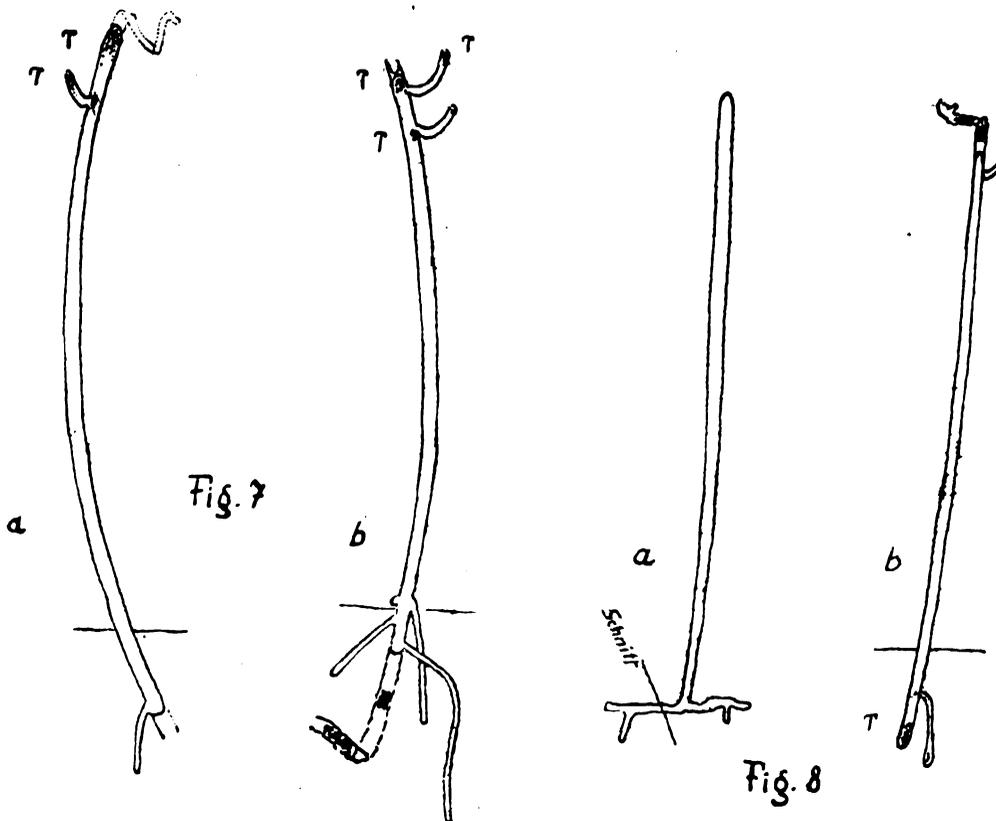
**Fig. 6.** (Versuch 6). *Bryopsis disticha* am apikalen Ende mit Tusche beschickt (a) und umgekehrt eingepflanzt. Ein Teil der Tusche bleibt in den alten abgestorbenen Membranteilen liegen, ein anderer (T) wandert nach der neuen Spitze (b - d). Er sammelt sich hier an bestimmten Stellen an, an denen sich Fiedern bilden wollen.

Nur die Umrisse der Pflanzen und die Tuscheteilchen sind gezeichnet. a - e dreifach, f fünfzigfach vergrössert.

## II. INJEKTIONSVERSUCHE.

Durch Injektion von Tuscheteilchen musste sich die Wanderung des Plasmas, falls eine solche wirklich vorhanden war, nachweisen lassen. Mit dünner Injektionspritze und mit Glaskapillare gelang es indessen auch bei 1 mm dicken kräftigen *Bryopsis disticha*-Exemplaren nicht, eine Injektion zu erreichen. Beim Anstechen des prallen Schlauchs fällt er natürlich infolge des aufgehobenen Turgors schlaff in sich zusammen, und es ist kaum möglich, die Nadel einzuführen.

Folgendes, etwas roh erscheinendes Verfahren, führte indessen zu gutem Ergebnis: eine flüssige Tusche wurde durch Anreiben mittels physiologischer Kochsalzlösung hergestellt. Dann wurden die Pflänzchen mit ihrem oberen Ende etwa 1 cm in die Tusche gehalten, und mit einer Scheere die Spitze innerhalb der Tusche etwa 1 mm weit abgeschnitten (Fig. 6 a). In demselben Augenblick sinkt der Schlauch in sich zusammen und ein Plasmatröpfchen quillt heraus. Das Pflänzchen bleibt nun angelehnt an den Rand der Glasschale etwa 10 Minuten in der Tusche stehen. Währenddessen wird aus einer Kapillare tropfenweise Seewasser an das Rhizom gebracht, sodass die Pflanzen dauernd befeuchtet bleiben. Der Inhalt des Schlauchs zieht sich nun langsam nach oben zurück, während die Wiederherstellung des Turgors beginnt. Darauf erfolgt sofort das Einpflanzen in das Aquarium. Es ist erstaunlich, dass die anscheinend so zarten Pflanzen auch diese Prozedur vertragen haben. Nach 2 Tagen hatten etwa 30 % der so behandelten Algen ihren Turgor vollkommen wiederhergestellt; der Beginn einer neuen Cellulosehaut am abgeschnittenen Ende liess sich nachweisen.



**Fig. 7** (Versuch 6). *Bryopsis disticha* am apikalen Ende mit Tusche-Injektion. Die Tusche dringt in neu entstandene Fiedern ein.

**Fig. 8** (Versuch 7). *Bryopsis disticha* durch Schnitt am basalen Ende mit Tusche beschickt (a). Nach umgekehrtem Einpflanzen wandert die Tusche in das neue Rhizom (b). Vergr. 3 fach.

**Versuch 5.** *Bryopsis cypressoides* nach obiger Methode an der Spitze mit Tusche beschickt. Die Pflanzen starben langsam ab, ohne dass ein Ergebnis festzustellen gewesen war.

**Versuch 6.** Besonders kräftige Pflanzen von *Bryopsis disticha* wurden an der Spitze mit Tusche beschickt. Versuchsdauer 16 Tage (13.IV. bis 29.IV.). Bei Beendigung des Versuchs waren 60 % der Algen abgestorben, 40 % zeigten normales Aussehen. Der Zellinhalt hat sich am verletzten Ende noch ein Stück zurückgezogen und dabei den grössten Teil der Tusche in den inzwischen abgestorbenen Membranteilen zurückgelassen. Ungefähr an der Stelle, an der sich der Wandverschluss in Gestalt einer neuen Membran gebildet hat, sind meist neue Rhizoide entstanden, die fast farblos sind und weder an ihrer Spitze, noch sonst Tuschepartikelchen erkennen lassen. Dagegen ist die Tusche - besonders nach Ausziehen des Farbstoffs deutlich erkennbar - nach oben gewandert und hat sich in der Nähe des alten, inzwischen abgestorbenen Rhizoms abgelagert (Fig. 6 b - d). Bei einigen grossen Pflanzen ist des weiteren zu sehen, dass die Tusche zusammen mit den Chloroplasten sich an ganz bestimmten Stellen des nunmehr oberen Endes des Schlauches angesammelt hat (Fig. 6 c - e). Bei mikroskopischer Betrachtung sieht man deutlich, wie die Tuscheteilchen in ziemlich gleichen Abständen an bestimmten Stellen der Wand angeordnet sind (Fig. 6 f). Bei zwei der kräftigsten Pflanzen sind an diesen Stellen neue Sprosse gebildet worden, und ein Teil der Tuscheteilchen liegt nun sogar an der Spitze dieser Sprosse (Fig. 7 a, b).

**Versuch 7.** In derselben Weise wurde bei *Bryopsis disticha* das Rhizom am untersten Teil des Stämmchens unter Tusche abgeschnitten und die Alge umgekehrt eingepflanzt (Fig. 8a). Versuchsdauer 12 Tage: die Tusche ist z.T. in der inzwischen abgestorbenen basalen Teilen zurückgeblieben, deutlich erkennbare Tuschepartikelchen aber befinden sich jetzt an den ehemaligen Spitzen, die im Sande stecken. Bei einem Exemplar sind sie in ein neu entstandenes Rhizoid eingewandert (Fig. 8 b).

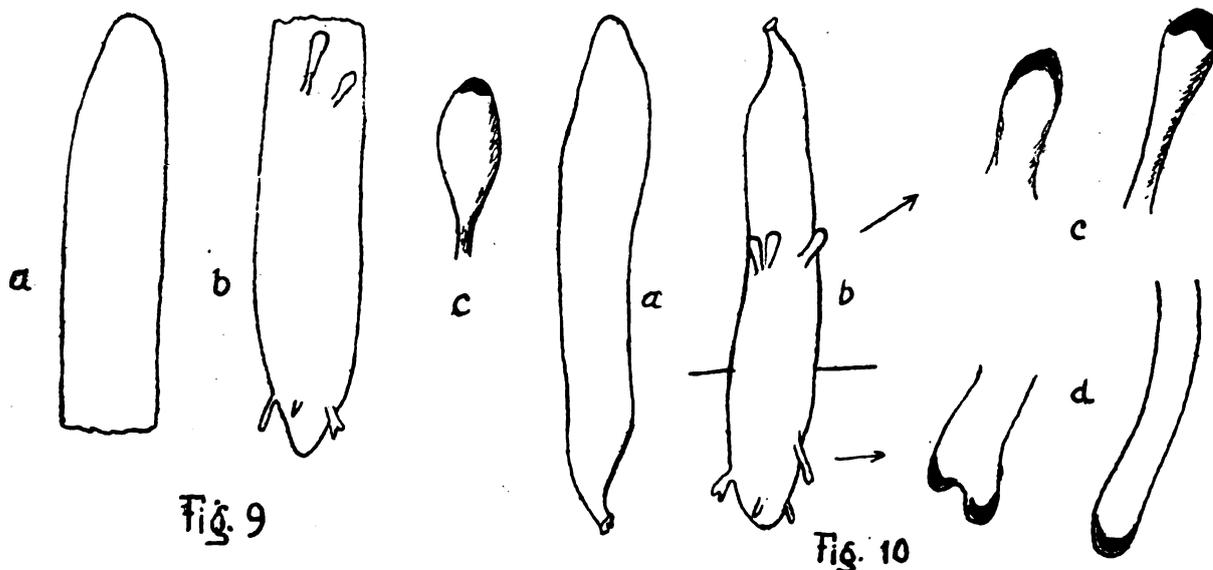


Fig. 9 (Versuch 8). a. Abgeschnittenes Caulerpa-Blatt, gleichmässig vital gefärbt b. Nach 12 Tagen haben sich oben neue Sprosse, unten Rhizoide gebildet. c. Ein Spross stärker vergrössert, zeigt an der Spitze besonders starke Speicherung des Neutralrots.

Fig. 10 (Versuch 10). a. Caulerpa-Blatt nach der Färbung b. Das umgekehrt eingepflanzte Blatt hat nach 13 Tagen neue Sprosse (c) und Rhizoide (d) mit stark gefärbten Spitzen hervorgebracht

Injektionsversuche mit *Caulerpa* gelangen nicht. Bei dieser Alge erhält jede Wunde durch einen Protoplasmapfropfen sofort einen Wundverschluss, der ein Eindringen von Tusche verhindert.

**Ergebnis:** Die injizierten Tuscheteilchen zeigen deutlich eine Wanderung des Plasmas an. Bei aufrechtem Einpflanzen der Alge bleibt Apici- und Basiplasma an seiner Stelle; bei umgekehrtem Einpflanzen wandert das Apiciplasma wieder nach oben in die neue Spitze und das Basiplasma nach unten in die neue Basis. Dabei lokalisiert sich das Apiciplasma mit den Tuscheteilchen als Meristemplasma an bestimmten Stellen der neuen Spitze, an denen neue Fiedern oder Sprosse entstehen, während das Basiplasma gleichzeitig in neu entstehende Rhizome einwandert.

### III. UMKEHRVERSUCHE MIT VITALFÄRBUNG.

Dasselbe Ergebnis musste sich auch mit Vitalfärbung des Apici- bzw. des Basiplasmas erreichen lassen. Um die Wirkung der Vitalfärbung kennen zu lernen, wurde zunächst eine Versuchsreihe mit Vitalfärbung der ganzen Algen angesetzt.

#### A. Totale Vitalfärbung.

Die Algen wurden in die Farbstofflösung gelegt, bis eine makroskopisch und mikroskopisch erkennbare Färbung eingetreten war (bei *Bryopsis* 15 bis 30 Minuten).

##### a. *Caulerpa prolifera*.

**Versuch 8.** *Caulerpa* gefärbt mit Neutralrot 0,001 %. Das Neutralrot, das sich als idealer Vitalfärbstoff der Vakuolen erwies, hat die unangenehme Eigenschaft, dass in Meerwasser keine Lösung erfolgt oder der Farbstoff durch Meerwasser nachträglich ausgefällt wird. Ich setzte deshalb die Lösung mit kalkhaltigem Leitungswasser an und fügte dann gerade so viel Meerwasser zu, dass eine Ausfällung noch nicht eintrat. Selbst die empfindlichen *Bryopsis*-Arten ertrugen diese Art der Färbung gut. Der Farbstoff wurde in den Vakuolen gespeichert.

*Caulerpa* musste viermal so lange in der Farbflüssigkeit liegen als *Bryopsis*. Derart gefärbte *Caulerpa*-Blätter wurden umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 12 Tage: die Chloroplasten sind wieder aus dem verdunkelten Teile nach oben gewandert. An der ehemaligen Spitze sind Rhizoide aufgetreten; diese Rhizoide sind farblos, nur an der Spitze deutlich rot gefärbt. Unterhalb der neuen Basis sind neue Sprosse (junge "Blätter") aufgetreten, die mit Chloroplasten vollgestopft sind und besonders an ihrer Spitze lebhaft rot gefärbt sind (Fig. 9). Der Farbstoff ist in dem von Sand bedeckten Teil der Pflanze nur undeutlich zu erkennen, der jetzt obere Teil führt ihn deutlich erkennbar, allein die Spitzen der neuen Rhizoide und Sprosse sind auffallend rot gefärbt.

**Versuch 9.** *Caulerpa*-Blätter gefärbt mit Methylviolett 0,001 %. Nach 2 Stunden gut gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 16 Tage: das Hervortreten von Rhizoiden und Sprossen geschieht in gleicher Weise wie vorher, eine Färbung ist dagegen nur schwer nachzuweisen.

**Versuch 10.** *Caulerpa*-Blätter gefärbt in einem Gemisch von Neutralrot 0,001 % und Methylviolett 0,001 %. Nach 2 Stunden sehr gut gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 11 Tage: Ergebnis wie bei der Färbung mit Neutralrot allein. Wieder sitzt der diesmal violettrote Farbstoff deutlich gespeichert an den Spitzen der neuen Sprosse und der Rhizoide. Nur einige kleine Rhizoide enthalten keinen Farbstoff; sie sind sichtlich jüngsten Datums, also zuletzt angelegt worden (Fig. 10).

**Versuch 11.** *Caulerpa*-Blätter gefärbt mit Methylenblau 0,001 %. Färbung gelingt auch nach 5 Stunden nur unvollständig. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 13 Tage. Unten haben sich farblose Rhizoide gebildet; nur bei einem Exemplar ist auch ein kleiner neuer Spross aufgetreten. Eine Färbung ist nicht erkennbar.

**Versuch 12.** *Caulerpa*-Blätter gefärbt in Eosin 0,001 %. Erst nach 5 Stunden einigermassen gut gefärbt. Versuchsdauer 10 Tage: Rhizoide und Sprosse sind nicht neu gebildet worden. Deutlich aber ist eine Anreicherung des roten Farbstoffes an

der Stelle der neuen Basis zu erkennen.

**Ergebnis.** Am besten hat sich bewährt Neutralrot und ein Gemisch von Neutralrot + Methylviolett in Verdünnungen von 1 : 100 000. Der nach der Färbung vollkommen gleichmässig in den *Caulerpa*-"Blättern" verteilte Farbstoff ist bei Beendigung der Versuche vor allem an den Spitzen der neu gebildeten Sprosse und Rhizoide zu finden.

b. *Bryopsis disticha*.

**Versuch 13.** *Bryopsis disticha* gefärbt mit Neutralrot 0,001 %. Der Farbstoff dringt schnell in das Innere des Algenschlauches und färbt hervorragend Vakuolen jeglicher Grösse und Einschlüsse kleinsten Formates im Plasma. Das Plasma und die Kerne selbst bleiben farblos (Fig. 11).

Algen umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 12 Tage: die Pflänzchen machen einen gesunden Eindruck; der Farbstoff ist vor allem mit den Chloroplasten in den jetzt oberen Teil der Pflanze gewandert (etwa ein Drittel der Länge des Schlauches). Neu entstandene Fiedern zeigen ihn an der Spitze besonders deutlich. Auch die neuen Rhizoide sind an ihren Spitzen - wenn auch schwächer - rot gefärbt (Fig. 12 b).



Fig. 11

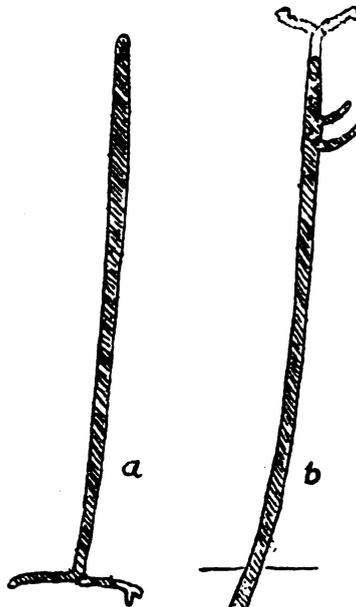


Fig. 12

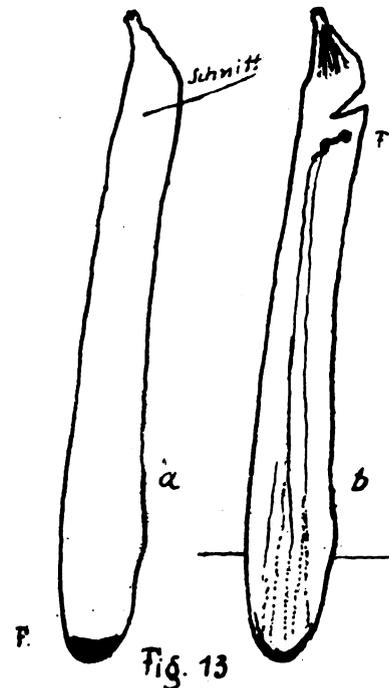


Fig. 13

**Fig. 11.** Vital gefärbtes Stämmchen von *Bryopsis disticha*: Vakuolen mit dem gespeicherten Farbstoff.

**Fig. 12.** (Versuch 13). a. *Bryopsis disticha* nach der Färbung mit Neutralrot. b. Nach 12 Tagen bei umgekehrtem Einpflanzen: der gestrichelt angegebene Farbstoff konzentriert sich an den Enden der Pflanze.

**Fig. 13** (Versuch 19). a. *Caulerpa*-Blatt an der Spitze gefärbt. b. Der Farbstoff (F) wandert nach oben und sammelt sich vor einer schnittförmigen Verletzung an.

Versuch 14. *Bryopsis disticha* gefärbt mit Methylviolett 0,001 %. Nach 15 Minuten gute Färbung. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 16 Tage: die Pflänzchen zeigen die gewohnten Bilder; an der neuen Basis sind Rhizoide, in der Nähe der neuen Spitze kleine fiederartige Sprosse gebildet worden. Vom Methylviolett sind nur Spuren vorhanden, anscheinend ist der Farbstoff zerstört worden.

Versuch 15. *Bryopsis disticha* gefärbt mit Neutralrot 0,001 % + Methylviolett 0,001 % zu gleichen Teilen. Nach 15 Minuten vorzügliche Färbung. Umgekehrt eingepflanzt. Leider wurden die Pflänzchen im Verlauf der nächsten Tage durch einen zu kräftigen Wasserstrahl aus dem Boden gerissen und vernichtet.

Versuch 16. *Bryopsis disticha* gefärbt mit Methyleneblau 0,001 %. Eine Färbung gelingt auch nach 5 Stunden nicht zur Zufriedenheit.

Versuch 17. *Bryopsis disticha* gefärbt mit Eosin 0,001 %. Nach 1 Stunde einigermassen gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 10 Tage: die Algen stehen da, wie sie eingepflanzt sind, eine Veränderung ist nicht wahrzunehmen. Farbstoff ist im lebenden Teil der Alge nicht zu erkennen.

#### g. *Bryopsis plumosa*.

Versuch 18. Färbungen gelangen wieder besonders gut mit Neutralrot. Bereits nach 2 Tagen zeigte sich wieder die Ansammlung des Farbstoffes an beiden Enden der Alge. Ein Weiterwachsen der empfindlichen Art erfolgte nicht; sowohl der Wasserstrahl als auch das nicht reine Meerwasser brachten die Pflanzen etwa nach

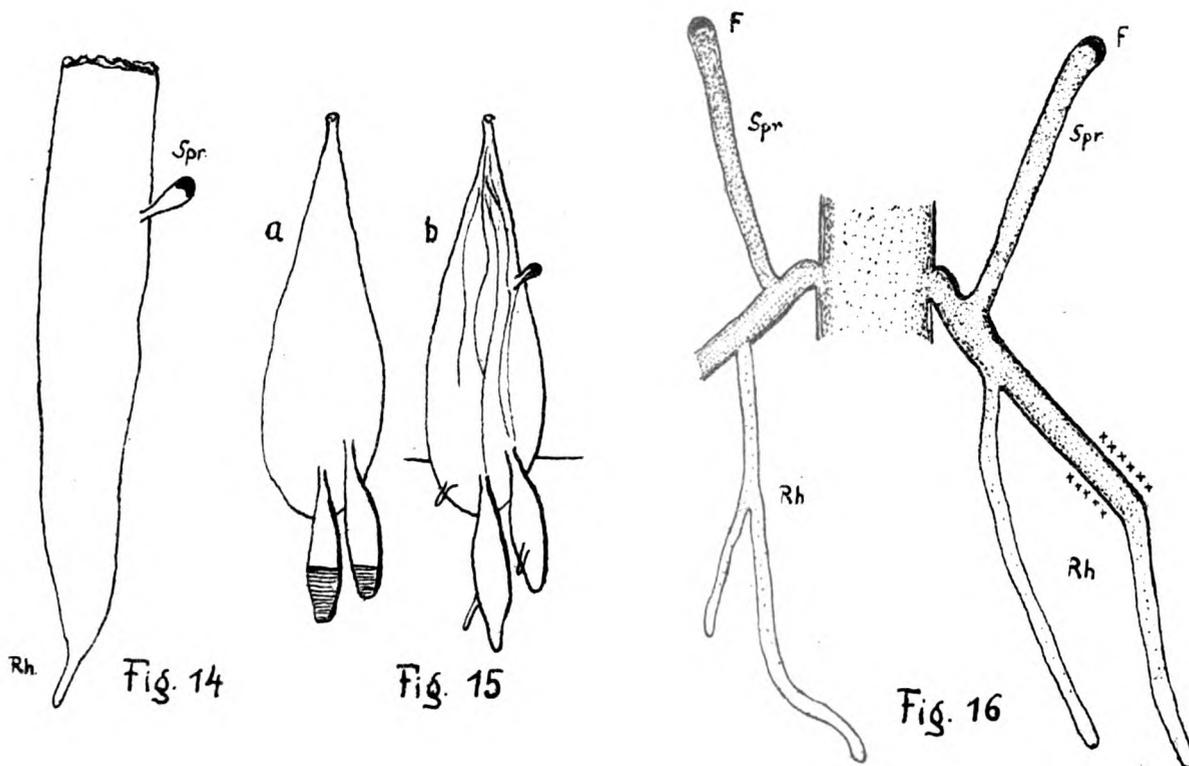


Fig. 14 (Versuch 20). *Caulerpa*, an der Spitze vital gefärbt und umgekehrt eingepflanzt; zeigt nach 11 Tagen oben einen an der Spitze gefärbten Trieb (Spr.) und unten ein farbloses Rhizoid (Rh.).

Fig. 15 (Versuch 20). Desgl. a. Vor dem Einpflanzen. b. Nach 11 Tagen.

Fig. 16 (Versuch 21). *Bryopsis plumosa*, an der Spitze gefärbt und umgekehrt eingepflanzt. Nach 16 Tagen neue Sprosse (Spr.) mit dem Farbstoff (F) an der Spitze und neue Rhizoide (Rh.). Die Stelle der einstigen Färbung ist mit +++ gekennzeichnet, die Chloroplasten durch Punkte.

vier Tagen zum Absterben.

Ergebnis. Als geeignet erwies sich besonders Neutralrot in 0,001 prozentiger Lösung sowie ein Gemisch von Neutralrot und Methylviolett in derselben Verdünnung. Der Farbstoff zeigte sich nach Beendigung der Versuche noch in den Algen, aber vor allem in der neuen Spitze und in den hier entstandenen Sprossen sowie in den neuen Rhizoiden angereichert.

Bei den Neubildungen, die *Bryopsis disticha* an den neuen Spitzen zeigte, war nicht immer deutlich zu unterscheiden, ob es sich um Fiederchen oder stolonienartige Sprossbildungen handelte. Der Ausdruck "Fieder" ist daher bei dieser Alge auch im Folgenden nur dann gebraucht, wenn aus der ganzen Gestalt des Auswuchses hervorging, dass es sich um echte Fiedern handelte. Für die Färbungserscheinungen und die Wanderung des Plasmas ist diese Unterscheidung aber nebensächlich, wie die späteren Versuche zeigen.

### B. Partielle Vitalfärbung.

Das Gegebene zur Bestätigung der mit Hilfe der Tuscheinjektion gefundenen Ergebnisse war also eine Vitalfärbung allein der Spitze bzw. der Basis der Algen mit Neutralrot oder dem Gemisch von Neutralrot + Methylviolett. Dabei wurden folgende Methoden angewandt:

1. Die Farbstofflösung füllt den Boden einer Glasschale 1 mm hoch. Die mit dem Rhizom herauspräparierten Algen werden mit dem einen Ende in die Lösung getaucht und an den Rand des Glasgefäßes einzeln angelehnt. Aus einer Pipette werden von Zeit zu Zeit die obersten Teile der Pflanzen mit Seewasser befeuchtet. Nach 15 bis 30 Minuten ist die Färbung der Spitze beendet, sodass das Einpflanzen in ein Aquarium erfolgen kann.

2. Folgende Methode gibt mit *Bryopsis* noch bessere Ergebnisse: Ein Agar-Agar-Plättchen wird mit conc. Farbstofflösung intensiv gefärbt, darnach abgespült und auf die zu färbende Stelle der unter Wasser befindlichen Alge gelegt. Der Farbstoff dringt nun allmählig aus dem Plättchen in die Alge ein (10).

#### a. *Caulerpa prolifera*.

Versuch 19. Äusserste Blattspitzen mit Neutralrot 0,001 gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 5 Tage. Der Farbstoff wandert alsbald nach oben und sammelt sich an Stellen an, zu denen auch die vorher erwähnten "grünen Linien" hinführen und an denen sich neue Sprosse bilden wollen (Fig. 13 b). Ein weiteres Beobachten war infolge meiner Abreise nicht möglich.

Versuch 20. Äusserste Blattspitzen mit Neutralrot + Methylviolett gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 11 Tage: Die gefärbte Spitze ist farblos geworden, an ihr hat sich ein farbloses Rhizoid gebildet. Der Farbstoff ist nach oben gewandert; ein neuer Spross zeigt an seiner Spitze reichlichen violetten Farbstoff (Fig. 14, 15).

#### b. *Bryopsis plumosa*.

Versuch 21. Spitzen der obersten Fiedern von *Bryopsis plumosa* mittels Neutralrot-Agarplättchen gefärbt. Färbung nach 4 Stunden vorzüglich gelungen. In flacher Schale mit reinem Meerwasser umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 16 Tage: Die Algen sind zu 70 % gut angewachsen. Ein Teil des Farbstoffes ist bis zu dem alten Rhizom gewandert; neue Sprosse sind hier nicht aufgetreten. Die Fiedern zeigen die bekannten Bilder der ersten Versuche. Die Spitzen der Fiedern sind zu farblosen Rhizoiden ausgewachsen. In der Nähe der alten Basis der Fiederchen sind stark grüne Sprosse (Auswachsungen) entstanden, die an ihren Spitzen den Farbstoff tragen (Fig. 16).

Versuch 22. *Bryopsis plumosa* in derselben Weise an den Spitzen gefärbt und aufrecht eingepflanzt. Versuchsdauer 10 Tage: Der Farbstoff befindet sich noch in den Fiedern, die keine Veränderung zeigen. An den alten Rhizomen im Sande sind

neue farblose Rhizoide gebildet worden. Weitere Kulturen mit dieser *Bryopsis*-Art gingen infolge der Empfindlichkeit der Alge ein.

c. *Bryopsis cupressoides* (und *muscosa*).

**Versuch 23.** Spitzen der obersten Fiedern von *Bryopsis cupressoides* mit Neutralrot 0,001 % gefärbt. Aufrecht eingepflanzt. Versuchsdauer 10 Tage: Der Farbstoff befindet sich noch in den obersten Teilen der Fiedern angesammelt. Die Fiedern sind etwas in die Länge gewachsen. Am Rhizom sind neue farblose Rhizoide gebildet worden.

**Versuch 24.** Oberste Fiedern von *Bryopsis cupressoides* mit Neutralrot 0,001 % gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 12 Tage: Die ehemaligen Spitzen der Fiedern sind farblos. Ein Teil des Farbstoffes ist in die Nähe des alten Rhizoms gewandert, das Stämmchen aber ist fast ganz abgestorben und Auswachsungen sind hier nicht aufgetreten. An den beim Einpflanzen in den Boden geratenen Fiedern ist der Farbstoff in neu entstandene Sprosse gewandert, die sich an der ehemaligen Fiederbasis nach oben gebildet haben (Fig. 17 b). Die Fiedern, die beim Einpflanzen nicht in den Sand geraten waren, haben sich dem Lichte zu bogenförmig nach oben gekrümmt und tragen an ihrer Spitze noch den Farbstoff (Fig. 17 a).

**Versuch 25.** Rhizomteile von *Bryopsis cupressoides* 4 mm hoch mit Neutralrot + Methylviolett 0,001 % vital gefärbt. Nach einer Stunde sehr starke Färbung. Umgekehrt eingepflanzt in stehendes reines Meerwasser. Versuchsdauer 8 Tage: Bereits nach einem Tag erscheint das ganze Pflänzchen schwach gefärbt; die den Farbstoff führenden Vakuolen sind deutlich nach unten gesunken. Bei Beendigung des Versuchs

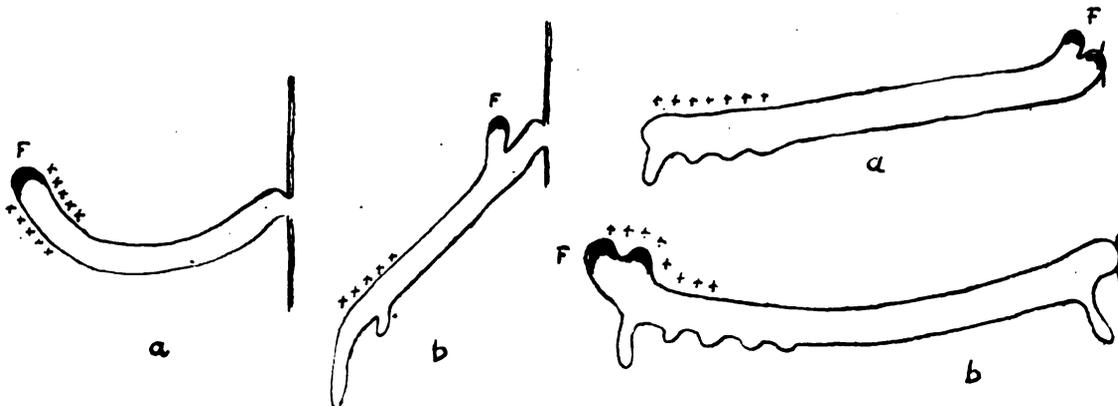


Fig. 17

Fig. 18

**Fig. 17** (Versuch 24). *Bryopsis cupressoides*. Einstige Färbung der Fiederspitzen mit +++ gekennzeichnet. a. Fiederchen, das nicht in den Sand geraten war und sich bogenförmig nach oben gekrümmt hat, trägt den Farbstoff (F) noch an der Spitze. b. Fiederchen, das in den Sand geraten war, zeigt den Farbstoff (F) an der Spitze eines neuen Sprosses und unten farblose Rhizoide.

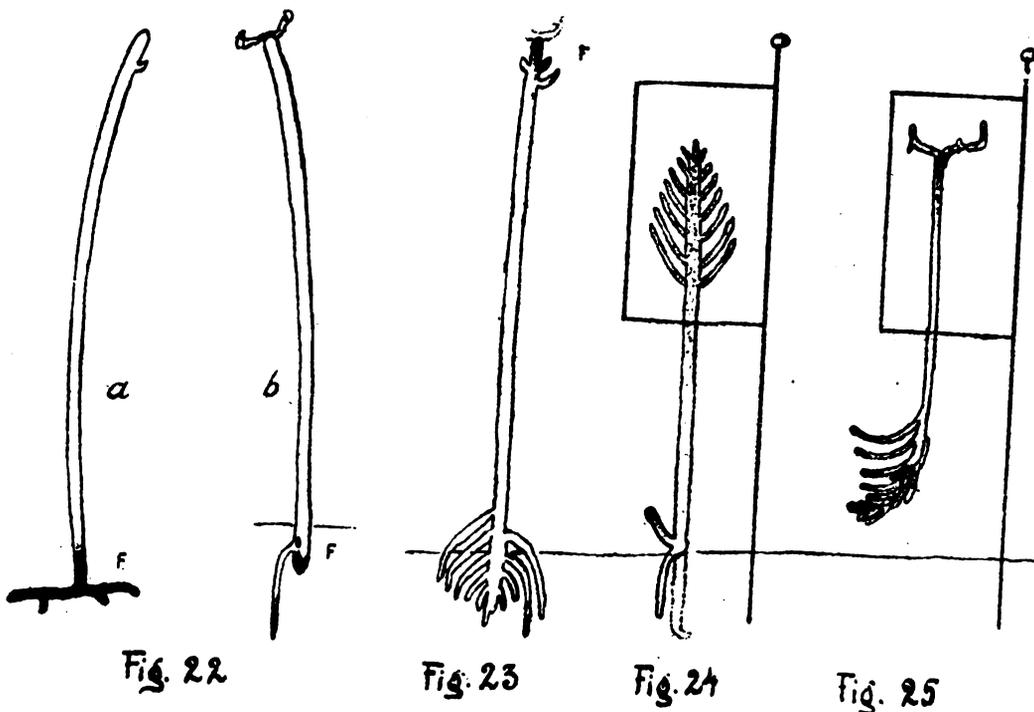
**Fig. 18** (Versuch 27). Selbständig weiter entwickelte Fiedern von *Bryopsis muscosa*. Die Fiederspitzen waren vital gefärbt (durch +++ gekennzeichnet). a. Ein Fiederchen, das noch an dem absterbenden Stamm hing: Der Farbstoff sitzt an der Spitze eines Sprosses, der sich an der Fiederbasis bildete. b. Ein Fiederchen, das sich hochgekrümmt hatte. Der Farbstoff ist an der Fiederspitze geblieben, die Rhizoide sind farblos.

ist das alte Rhizom in seinen lebenden Teilen vollkommen farbstofffrei.<sup>A</sup> Der gesamte Farbstoff findet sich ganz unten in den äussersten Enden der Fiedern. Die Chloroplasten dagegen befinden sich wie bei den früheren Versuchen in der Nähe der alten Rhizombasis und vor allem an den früheren basalen Enden der Fiedern. Nur die Fiedern, die beim Einpflanzen nicht in den Sand geraten waren, sodass sie sich nach oben krümmen konnten, zeigen oben an der Spitze die Chloroplasten-Anreicherung ohne eine Spur von Farbstoff (Fig. 30, 31, 32 der Farbentafel).

Erkennbare neue Sprosse und Rhizoide haben sich noch nicht gebildet.

**Versuch 26.** Äusserste Spitzen von *Bryopsis cupressoides* mittels Neutralrot-Agar-Plättchen vital gefärbt und umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 9 Tage: Da fließendes nicht reines Meerwasser benutzt wurde, sind 80 % der Pflanzen ganz tot, bei den anderen ist nur der Hauptstamm abgestorben. Die Fiedern aber sind hier selbständig weitergewachsen, nach unten als Rhizoid, während sich oben (also in der Nähe der alten Basis) die Chloroplasten-Anreicherung und neue grüne Sprosse mit rot gefärbter Spitze befinden (Fig. 38 und 39 der Tafel).

**Versuch 27.** Spitzen der Fiedern von *Bryopsis muscosa* mittels Neutralrot-Agarplättchen vital gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 12 Tage: Die empfindlichen Algen sind in dem fließenden, nicht reinen Wasser fast alle abgestorben. Bei vier Pflanzen ist zwar der Stamm tot, aber die kräftigsten Fiedern sind gesund geblieben und beginnen selbständig auszuwachsen. Wieder zeigen die neuen Spitzen den Farbstoff, während die Rhizoide farblos erscheinen (Fig. 18).



**Fig. 22** (Versuch 32). a. Rhizomteile von *Bryopsis disticha* vital gefärbt. b. Nach dem umgekehrten Einpflanzen wandert der Farbstoff (F) nach der neuen Basis und in hier entstandene Rhizoide.

**Fig. 23** (Versuch 33). Ein Fiedern tragendes Exemplar von *Bryopsis disticha* an der Spitze gefärbt und umgekehrt eingepflanzt, zeigt nach 12 Tagen den Farbstoff (F) wieder an der neuen Spitze und in hier entstandenen Fiedern. Die alten Fiedern sind farblos und zu Rhizoiden ausgewachsen.

**Fig. 24** (Versuch 34). Spitzen von *Bryopsis cupressoides* gefärbt und durch Stanniol verdunkelt. Farbstoff (punktiert) dringt z.T. nach unten und in einen neu entstehenden Spross; ein Rhizoid ist farblos.

**Fig. 25** (Versuch 35). Rhizomteil einer an der Spitze gefärbten *Bryopsis cupressoides* verdunkelt. Der Farbstoff sitzt noch in den Spitzen der hochgekrümmten Fiedern.

**Ergebnis:** Bei der Umkehr wandert das Apiciplasma mit den den Farbstoff tragenden Vakuolen in die neuen Sprosse, während das Pasiplasma der Rhizome nach unten in die neu gebildeten Rhizoide einwandert. Die Fiedern zeigen dabei gewisse Selbständigkeit; besonders wenn der Hauptstamm absterbt, nehmen sie den Charakter eines Stämmchens an.

d. *Bryopsis disticha*.

**Versuch 28.** Spitzen von *Bryopsis disticha* 1 mm mit Neutralrot 0,001 % gefärbt. Aufrecht eingepflanzt. Versuchsdauer 10 Tage: Der Farbstoff bleibt an der Spitze und geht in Fiedern über, die bei zwei Pflänzchen entstanden sind. Das Rhizom bleibt farblos, desgleichen die hier neu entstandenen Rhizoide (Fig. 19).

**Versuch 29.** Spitzen von *Bryopsis disticha* 2 mm mit Neutralrot + Methylviolett 0,001 % vital gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 14 Tage: Das alte Rhizom ist z.T. abgestorben. An den alten, jetzt farblosen Spitzen sind neue farblose Rhizoide entstanden. In der Nähe der alten Basis sitzt der Farbstoff; er ist zugleich in die Ältesten der neu entstandenen Sprosse (bezw. Fiedern) eingetreten (Fig. 20 a, b).

**Versuch 30.** Spitzen von *Bryopsis disticha* mittels Neutralrot-Agarplättchen gefärbt und umgekehrt eingepflanzt in stehendes reines Wasser. Versuchsdauer 19 Tage.

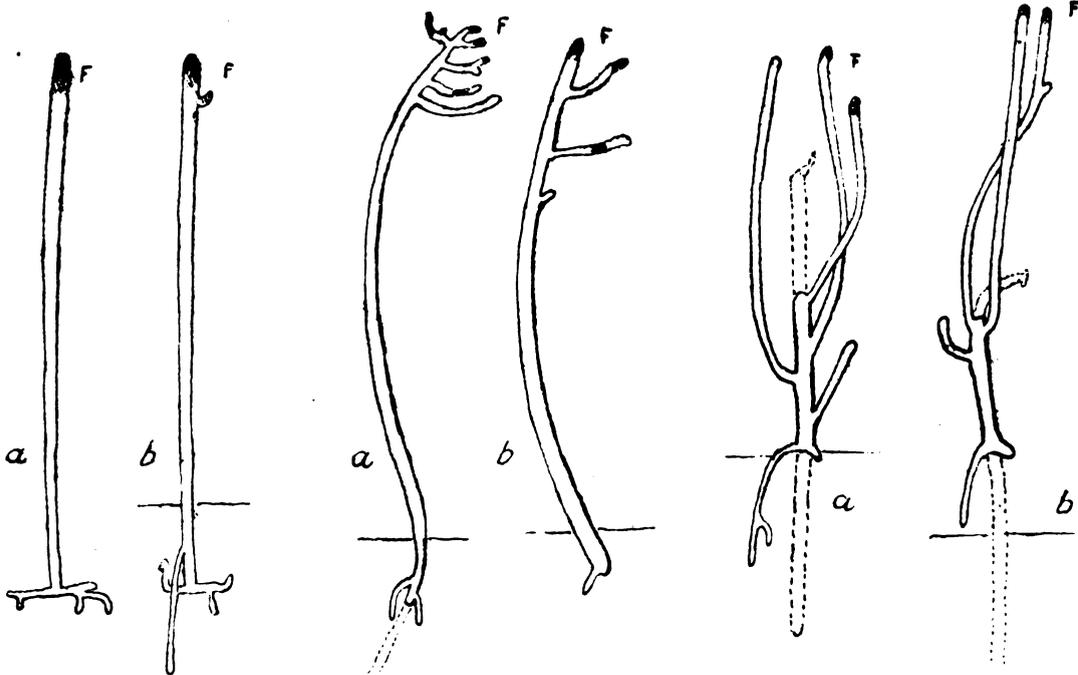


Fig. 19

Fig. 20

Fig. 21

**Fig. 19** (Versuch 28). a. *Bryopsis disticha*, an der Spitze gefärbt. b. Aufrecht eingepflanzt; der Farbstoff (F) bleibt an der Spitze.

**Fig. 20** (Versuch 29). An der Spitze gefärbte und umgekehrt eingepflanzte Exemplare von *Bryopsis disticha*: Der Farbstoff (F) wandert in die neue Spitze und in hier entstandene Sprossbildungen ein. Die Rhizoide an der neuen Basis sind farblos.

**Fig. 21** (Versuch 30). Desgl. - Länger dauernder Versuch. Neue Sprosse tragen den Farbstoff (F); die Rhizoide und Ansätze zu Rhizomen sind farblos. Große Teile des alten Thallus sind abgestorben (punktiert gezeichnet).

Bereits nach einem Tag war das Hinaufwandern des Farbstoffes makroskopisch zu erkennen. Bei Beendigung des Versuchs sind grosse Stücke an beiden Enden des Algenthallus abgestorben. Der Rest des Thallus hat nach unten farblose Rhizoide, nach oben zu lebhaft grüne Sprosse regeneriert. Die Sprosse tragen an ihrem Ende den Farbstoff (Fig. 21 a und b).

Versuch 31. Spitzen von *Bryopsis disticha* mittels Neutralrot-Agarplättchen gefärbt und umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 12 Tage: Bereits am nächsten Tage ist das Hinaufwandern des Farbstoffes makroskopisch zu erkennen. Bei Beendigung des Versuches ist der Farbstoff wieder an der ehemaligen Basis angesammelt, während die alte Spitze und hier neu entstandene Rhizoide farblos sind; z.T. ist die alte Spitze selbst als Rhizoid weiter gewachsen (Fig. 40, 42, 45 der Tafel). Häufig ist der Farbstoff schnell nach oben gewandert und wurde dort an den absterbenden Rhizomteilen abgelagert, während das Plasma sich noch weiter nach unten zurückzog (Fig. 43, 44, 45 der Tafel). Der Farbstoff findet sich ferner auch an denjenigen Stellen abgelagert, an denen neue Fiedern heraustreten wollen. Mikroskopisch erkennt man, wie an diesen Stellen die Chloroplasten mitsamt den gefärbten Vakuolen aus der ehemaligen Spitze zusammenströmen. Wachsen hier die Fiedern aus, so wird der Farbstoff zum grössten Teil mit hinauf in die Spitze der Fiedern befördert (Fig. 41, 42, 43, 44 der Farbentafel).

Versuch 32. Rhizome von *Bryopsis disticha* mittels Neutralrot-Agarplättchen gefärbt. Umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 8 Tage: Der Farbstoff wandert nach unten in neue Rhizoide (Fig. 22 b), während die neue Spitze und hier entstandene Sprosse farbstofffrei sind.

Versuch 33. Vier herausgesuchte kräftige *Bryopsis disticha*-Exemplare, die nicht einen einfachen Schlauch darstellten, sondern Fiedern besaßen, an den Spitzen mittels Neutralrot-Agarplättchen gefärbt und umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 12 Tage: Alle Algen zeigen wieder die Wanderung des Farbstoffes in die neuen Spitzen und in hier entstandenen Fieder-Ansätze. Die ehemaligen Fiedern sind als Rhizoide weiter gewachsen, enthalten nur wenig Chloroplasten und sind nun frei von Farbstoff (Fig. 23).

Ergebnisse: Es hat sich gezeigt, dass *Bryopsis disticha* sich vorzüglich zu derartigen Versuchen eignet. Durch die Versuche ist der Beweis erbracht, dass bei der Umkehr das Basiplasma nach der neuen Basis und in die hier entstehenden Rhizoide einwandert; dass dagegen das Apiciplasma nach der neuen Spitze wandert und zugleich an die Stellen, an denen neue Fiedern gebildet werden. Die Ergebnisse der Injektionsversuche sind also bestätigt worden. Es ist demnach bei *Bryopsis* ein Basiplasma von einem Apiciplasma deutlich zu unterscheiden. Die Umkehr der Alge ist also nur eine scheinbare. Die einmal induzierte Polarität wird auch hier festgehalten; nur erlaubt der polyergide Bau mit dem Fehlen trennender Zellwände der Pflanze eine Umlagerung der Energiden im Sinne einer streng gewährten Polarität.

#### IV. DER EINFLUSS DES LICHTES BEI DER ENTSTEHUNG NEUER SPROSSPOLE.

WINKLER (11) hat mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass bei der Entstehung neuer Sprosse an umgekehrten *Bryopsis*-Pflanzen das Licht allein der bestimmende Faktor ist und nicht die Lage. Wurde eine wachsende Stamm- oder Wurzelspitze von intensivem Licht getroffen, so wuchs sie orthotrop als Stämmchen, war das Licht schwach, dagegen als Rhizoid weiter. "Durch Regulierung der Lichtintensität kann also die Qualität des Vegetationspunktes beeinflusst werden."

Bei einer Anzahl der vorher beschriebenen Versuche, besonders Nr. 24 und 25, war ein Einfluss des Lichtes auf die Entstehung der neuen Sprosspole bereits deutlich zu erkennen. Die folgenden Versuche sollten in Anlehnung an WINKLER diese Erscheinung weiter verfolgen und zwar unter gleichzeitiger Anwendung von Vitalfärbung.

Als Versuchspflanze diente nur *Bryopsis cupressoides*. Die Kulturen wurden mit stehendem reinen Meerwasser angesetzt.

Versuch 34. Spitzen von *Bryopsis cupressoides* mittels Neutralrot-Agarplättchen gefärbt. Gesamter Fiederteil mit Staniol verdunkelt. Algen aufrecht eingepflanzt.

Versuchsdauer sechs Tage.

Bei einem derartigen Versuch hatte WINKLER das Ergebnis, dass die Fiedern zu Rhizoiden wurden, während sich die Rhizoide z.T. erhoben und zu Stämmchen auswuchsen.

Bei dem durch meine Abreise notwendigen Abbruch des Versuchs war der verdunkelte Fiederteil gleichmäßig schwach rötlich gefärbt, eine Rhizoidbildung hatte hier nicht stattgefunden. Aus dem Rhizom war ein farbloses Rhizoid herausgewachsen, oberhalb des Rhizoms ein kleiner, mit Chloroplasten vollgestopfter, an der Spitze ein wenig rot gefärbter Spross, der dem Lichte zuwuchs (Fig. 24).

Im Gegensatz zu WINKLER fand also eine Umbildung der verdunkelten Fiedern zu Rhizoiden nicht statt, ich halte es auch nicht für wahrscheinlich, dass die Fiedern bei länger dauernder Versuchszeit zu regelrechten Rhizoiden auswachsen würden. Wohl aber ist anzunehmen, dass infolge der Verdunkelung ein in die Länge-Strecken der Fiedern eintreten würde. Solche geilen Triebe sind ja bei höheren Pflanzen bekannt; sie würden hier kässerlich den Rhizoiden natürlich recht ähnlich sehen, da die Chloroplasten aus dem verdunkelten Teil möglichst heraustreiben. In dieser Weise hat auch NOLL (12) seine Beobachtungen erklärt. Auch die Erhebung eines Rhizoides als Spross fand nicht statt, sondern es wurde an der belichteten Stelle des Stammes ein neuer Spross gebildet. Das lag wohl daran, dass die Rhizomteile - wie aus der Figur ersichtlich - abgestorben waren. Die Abhängigkeit der Entstehung neuer Sprosse vom Licht ist jedenfalls damit erwiesen, allerdings nicht in dem von WINKLER angegebenen Umfange.

Interessant ist wieder das Verhalten des Farbstoffes in den Vakuolen und damit des die Vakuolen mitführenden Plasmas. Zur Bildung des neuen Sprosses wandert gefärbtes Apici-Meristemplasma nach unten, während ein Teil des Apiciplasmas vorerst noch in dem verdunkelten Fiederteil verharret.

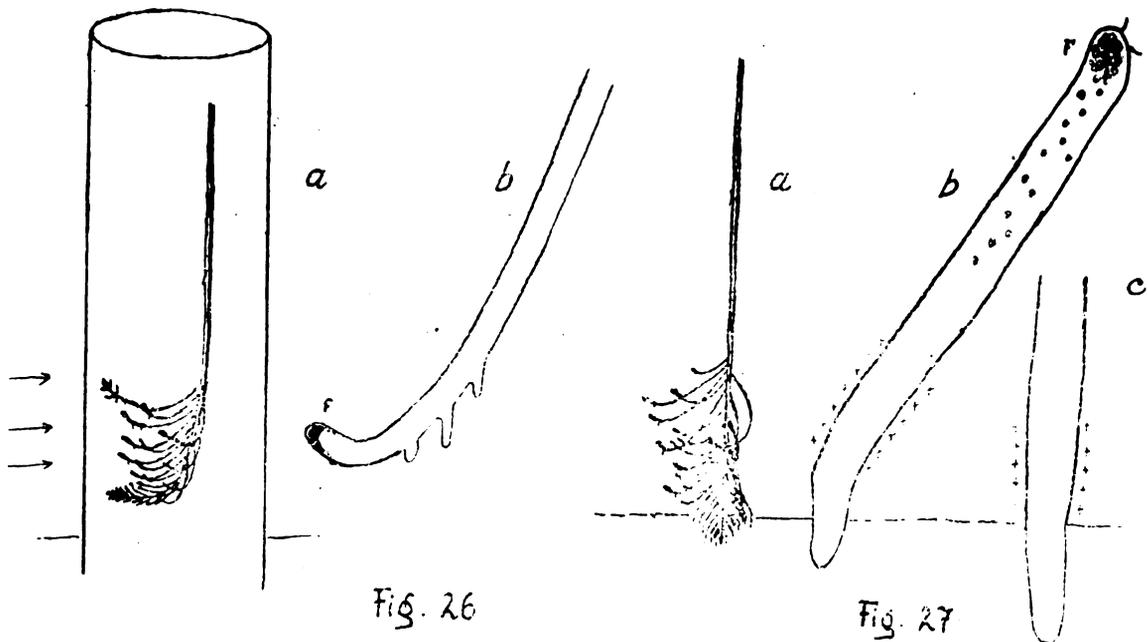
Versuch 35. In derselben Weise wurde bei Exemplaren von *Bryopsis cupressoides* mit vital gefärbter Spitze der basale Teil mittels Stanniol verdunkelt und die ganze Pflanze umgekehrt aufgehängt, sodass die alte Spitze den Boden nicht berührte. Bei einer derartigen Versuchsanordnung durch WINKLER (cf. S. 455) krümmten sich alle Fiedern hoch, die Rhizoide blieben Rhizoide. Versuchsdauer 6 Tage: Es bogen sich tatsächlich die unten befindlichen Spitzen der Pflänzchen und die einzelnen Fiedern dem Lichte zu. Der Farbstoff befand sich bei diesen dem Lichte zugebogenen Fiedern vorn an der Spitze; die hinten befindlichen Fiedern, die sich nicht hatten herumbiegen können, waren diffus gefärbt. Ein geringer Teil des Farbstoffes war anscheinend nach dem alten Rhizom zu hoch gewandert, allerdings nicht derart gehäuft und lokalisiert, wie bei den Versuchen ohne Verdunkelung. Rhizoide und Sprosse waren nicht gebildet worden; ein weiteres Verfolgen des Wachstums war infolge meiner Abreise nicht möglich (Fig. 25).

Versuch 36. Stammspitze und Spitzen der Fiedern von *Bryopsis cupressoides* mit Neutralrot + Methylviolett vital gefärbt. Kultur in flacher bedeckter Schale mit reinem Golfwasser 1 m vom Nordfenster aufgestellt und zwar in 1,80 m Höhe. Das Licht traf so die Kultur horizontal von vorne. Die Algen wurden in Glasröhrchen umgekehrt so aufgehängt, dass sie den Sand nicht berührten. Versuchsdauer 4 Tage. Bei dem Abbrechen des Versuchs waren die Algen bereits weiter gewachsen, allerdings wie zumeist nur die Fiedern, während die Stämmchen wieder Anzeichen des nahen Absterbens zeigten. Die Spitze hatte sich dem Lichte zugekehrt, desgleichen die Fiedern; besonders die an der Lichtseite befindlichen Fiedern waren bogenförmig dem Lichte zugekrümmt. Einige der grössten Fiedern hatten Seitenfiederchen bekommen. Mikroskopisch ergab sich, dass der Farbstoff an der Spitze der Fiedern sass, z.T. auch in die jungen Nebenfiederchen eingedrungen war. An den Fiedern senkrecht nach unten zu entstandene Rhizoide waren dagegen farblos (Fig. 26 und Farbentafel Fig. 35).

Versuch 37. Versuchsanordnung wie vorher, jedoch waren die Algen so in die Röhrchen gestellt, dass die Spitzen des Stämmchens in den Sand ragten. Versuchsdauer die gleiche, 4 Tage. Wieder hatten sich die obersten, den Sand nicht berührenden Fiedern bogenförmig dem Lichte entgegen gekrümmt, der neue Zuwachs an den Fiederspitzen hatte sich scharf nach oben gebogen (Fig. 27 a und 34). Z.T. waren hier

wieder neue Nebenfiederchen entstanden, die von der Selbständigkeit der Fiedern Zeugnis geben. Der Farbstoff befand sich bei diesen Fiedern wieder nur an der Spitze, nicht in den Rhizoiden, die zahlreich an der Unterseite der Fiedern entstanden und senkrecht nach unten gewachsen waren. Die Sprossspitze der Algen hatte sich infolge des Hineinragens in den Sand nicht dem Lichte zu krümmen können. Die hier vorhandenen Fiedern zeigten ein gänzlich anderes Verhalten. Diejenigen, die senkrecht in den Sand gekommen waren, wuchsen senkrecht nach unten als farbloses Rhizoid weiter (Fig. 27 c); diejenigen Seitenfiedern, die schräg in den Sand gekommen waren, bogen mit dem weiter wachsenden Teil als farbloses Rhizoid scharf nach unten und wuchsen senkrecht weiter (Fig. 27 b und 37). Der Farbstoff in diesen Fiedern sass im Gegensatz zu den anderen nicht an der alten Spitze, die hier zum Rhizoid geworden war, sondern unregelmässig verteilt in der Mitte oder bereits an der ehemaligen Basis des Fiederchens (Fig. 27 b, 36, 37). Das Letzte war dann der Fall, wenn an der Spitze zugleich eine Anhäufung von Chloroplasten und eine Anschwellung anzeigten, dass hier die Auswuchsstelle eines neuen Sprosses gebildet wurde (Fig. 37). Stellenweise war das Heraustreten von neuen Sprossen bereits deutlich zu erkennen.

**Ergebnis:** Diese Versuche zeigen klar und überaus deutlich die prompte Reaktion der Alge auf die Veränderung der Lage und des Lichts. Die polyergide Plasmanasse verhält sich wie ein anpassungsfähiges lebendes Wesen, dessen Reaktionen durchaus sinngemäss verlaufen. Das "Apiciplasma" (das Plasma der Eriogiden aus der wachsenden Spitze) befindet sich normalerweise am oberen Ende (bzw. an den Spitzen der



**Fig. 26** (Versuch 36). *Bryopsis cupressoides* mit vital gefärbter Spitze umgekehrt aufgehängt. Das Licht kommt von vorne. Die Spitze und die Fiedern krümmen sich bogenförmig dem Lichte zu (a). Dabei tragen die Fiedern den Farbstoff an der Spitze (b) und in neu entstandenen Nebenfiederchen (Fig. 35), während Rhizoide farblos bleiben.

**Fig. 27** (Versuch 37). *Bryopsis cupressoides* mit vital gefärbter Spitze umgekehrt in den Sand gepflanzt. Die nicht in den Sand geratenen Fiedern zeigen dieselbe Erscheinung wie bei Versuch 36. b. Fiederchen, das schräg in den Sand zu stehen kam. Der Farbstoff wandert an die Fiederbasis, an der Spitze wächst ein farbloses Rhizoid senkrecht nach unten. c. Fiederchen, das senkrecht in den Sand zu stehen kam, wächst als Rhizoid weiter. Die Stellen der einstigen Färbung sind mit +++ gekennzeichnet.

Fiedern, denen hier Selbständigkeit zukommt, wenn das Stämmchen abstirbt), also dem Lichte zugewandt. Wird die Pflanze umgedreht, dann strebt das Apiciplasma wieder dem Lichte zu und zugleich nach oben. Hat die Pflanze die Möglichkeit, durch einfache Veränderung ihrer Lage wieder in eine günstige Stellung zu kommen, die der Pol-Lage gerecht wird, dann krümmt sie sich (bzw. die einzelnen Fiedern) nach oben dem Lichte zu, und das Apiciplasma kann an seiner Stelle bleiben. So sind die Krümmungsbewegungen der ganzen Pflanze und der einzelnen Fiedern zu verstehen. Wenn aber die Pflanze in ihrer verkehrten Lage festgehalten wird, bleibt das Apiciplasma nicht mehr in der Spitze, sondern fließt nach der für den neuen Spross günstigsten Stelle, also nach oben dem Lichte zu. In gleicher Weise befindet sich das "Basiplasma" (das Plasma der Energiden aus den wachsenden Rhizomen) normaler Weise dem Erdmittelpunkt zugewandt und dem Licht abgewandt. Bei einer Umkehr der Pflanze strebt das positiv geotrope und negativ heliotrope Basiplasma wieder an die ihm zukommende Stelle und wächst als normales Rhizoid senkrecht nach unten weiter. Dabei ist zu bemerken, dass der positive Geotropismus den negativen Heliotropismus überwiegt (Rhizoide auch bei seitlichem Lichteinfall senkrecht nach unten wachsend), während bei den mit Chloroplasten versehenen Sprossspitzen der positive Heliotropismus den negativen Geotropismus an Stärke übertrifft.

Es lässt sich nicht der Einfluss des Lichtes als das allein Bestimmende bei der "Umkehr" hinstellen. Ebenso wenig ist die verkehrte Lage allein verantwortlich für das Herauswachsen neuer Sprosse am oberen Ende. Vor allem aber kann keine Rede davon sein, dass "durch Regulierung der Lichtintensität die Qualität des Vegetationspunktes beeinflusst werden kann" (WINKLER). Die Qualität des Vegetationspunktes bleibt immer dieselbe und kann nicht geändert werden; weder durch veränderte Lage noch durch veränderte Beleuchtung. Die Einzelenergiden innerhalb der Alge sind polar gestimmt und behalten diese Stimmung bei. Alle die Erscheinungen, die bei *Bryopsis* zu so viel Missdeutungen und falschen Schlüssen den Anlass gegeben haben, erklären sich allein daraus, dass der polyergide Bau dieser Pflanze ein einfaches Herumfließen des betreffenden Plasmas an die zweckdienlichste Stelle ermöglicht. Bei allen Versuchen reagiert *Bryopsis* vollkommen funktionsgemäß. Es ist nur nötig, den physiologisch gefassten Begriff der Umkehr fallen zu lassen. Nur morphologisch besteht die Möglichkeit der Umkehr, denn die äussere Hülle lässt sich umdrehen, während die Polarität des Plasmas gewahrt bleibt. Dass bei der Entstehung neuer Sprosse das Licht eine wesentliche Rolle spielt, das Apiciplasma also an die belichteten Stellen wandert, ist eine Sache für sich und erscheint bei dem positiven Heliotropismus der stark assimilierenden wachsenden Spitze eigentlich selbstverständlich.

#### V. REGENERATIONSVERSUCHE.

Zur Ergänzung führte ich noch einige von WINKLER angestellten Regenerationsversuche unter gleichzeitiger Anwendung von Vitalfärbung durch. WINKLER (l. c. S 460) zeigte, dass ein abgeschnittener Fiederteil wie auch ein abgeschnittener Wurzelteil gleichwertig ergänzt wird. Dreht man dagegen die verletzte Pflanze um, dann wird an der basalen Schnittstelle ein Fiederteil und an der apikalen Schnittstelle ein neues Rhizom gebildet. Wurden beide Enden abgeschnitten und der Strunk horizontal gehalten, so regenerierten beide Enden Fiedern, die sich hoch krümmten und nach unten jedes für sich Rhizoide entwickelten.

**Versuch 38.** Ausgesuchte kräftige Exemplare von *Bryopsis disticha*, die an der Spitze Fiedern besaßen, wurden mit Neutralrot in ihrem oberen Teil 1 cm vital gefärbt, dann 0,7 cm mit allen Fiedern abgeschnitten und der Rest umgekehrt eingepflanzt. Versuchsdauer 8 Tage: Der gefärbte Rest des Spitzenplasmas sitzt oben und die Andeutung neuer Sprosse ist erkennbar. Unten hat sich ein farbloses Rhizoid gebildet (Fig. 28)

**Versuch 39.** An einem ebensolchen *Bryopsis disticha*-Exemplar wurde Spitze und Basis abgeschnitten und dem Stumpf wagerecht auf den Sand des Kulturgefässes gelegt. Das Licht traf die Pflanze gleichmässig von vorn und oben. Versuchsdauer 8 Tage: Trotz der starken Verletzung hat sich der Turgor regeneriert. An dem einen Ende ist

der Beginn eines neuen Sprosses zu sehen, nach unten ist ein kleines Rhizoid entstanden. Auch an dem anderen Ende ist die Andeutung eines werdenden Sprosses erkennbar (Fig. 29 b). Der Farbstoff, von dem nur ein geringer Rest in dem Stumpf verblieben war, ist nicht mehr nachzuweisen. Es ist wahrscheinlich, dass bei weiterem Wachsen ein der WINKLERschen Figur (Fig. 29 c) ähnliches Bild entstanden wäre.

Ergebnis: WINKLER setzt diese Regenerationserscheinungen in Parallele zu den Heteromorphosen mancher Tiere. Aus unseren vorhergehenden Versuchen ergibt sich aber, dass es sich hier allein um Regeneration, nicht aber um Heteromorphose handeln kann. Die Spezifität der Plasmaarten und deren fast unbeschränkte Umlagemöglichkeit erklärt die Vorgänge von selbst. Bei der Alge der Abbildung 29 b war der Einfluss von Lichteinfall und Lage an beiden Enden gleichmässig stark, so dass die Pflanze an beiden Enden zur Bildung neuer Sprosse schreiten konnte.

#### VI. ZUSAMMENFASSENDES ERGEBNIS.

Die Versuche zeigen in erster Linie, dass *Bryopsis* von der in der Pflanzenwelt herrschenden Regel, dass die einmal induzierte Polarität innegehalten wird, keine Ausnahme macht. Allerdings ist eine "Umkehr" der Pflanze hier möglich, jedoch betrifft die Umkehr nur die äussere Morphologie, nicht das physiologische Verhalten, denn die innere Polarität wird dabei nicht geändert. Dank der Umlagemöglichkeit des Plasmas innerhalb des ganzen Zellschlauches findet sich an den neuen, hauptsächlich durch den Lichteinfall bestimmten Stellen der Sprossbildung das Meristemplasma der wachsenden Spitze wieder. In gleicher Weise ist auch in den neuen Rhizoiden das Basis-Meristemplasma dasselbe wie in den alten Rhizomen vor der Umkehrung der Pflanze. Demnach ist die Umkehr nur als eine scheinbare zu

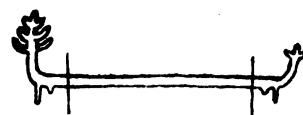
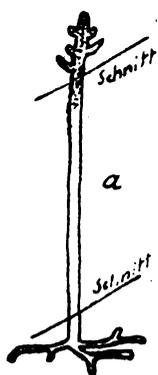
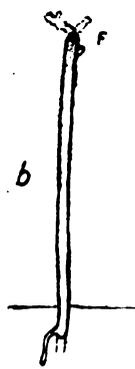
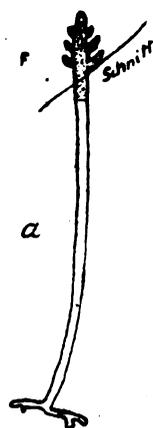


Fig. 29 c (nach Winkler)

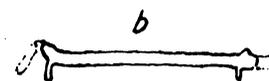


Fig. 28

Fig. 29

Fig. 28 (Versuch 38). a. Spitze einer oben gefärbten *Bryopsis disticha* abgeschnitten. b. Der umgekehrt eingepflanzte Strunk hat an der neuen Spitze den Ansatz eines Fiederchens und an der neuen Basis ein Rhizoid gebildet. Der Farbstoff (punktiert) befindet sich an der neuen Spitze.

Fig. 29 (Versuch 39). a. Spitze und Basis einer an der Spitze gefärbten *Bryopsis* wird abgeschnitten; b. An beiden Enden beginnen sich Sprosse und Rhizoide zu regenerieren. c. Das Ergebnis desselben Versuchs nach einer Abbildung bei WINKLER.

bewerten, und alle Folgerungen, die in Verkennung der wirklichen Sachlage aus den Umkehrerscheinungen gezogen wurden, sind hinfällig geworden.

Das Interessanteste bei diesem Verhalten von *Bryopsis* - und, soweit es sich übersehen lässt, wahrscheinlich auch von *Caulerpa* und anderen Siphonalen - ist, dass eine solche polare Differenzierung der Einzelenergiden innerhalb des Plasmas dieser "einzelligen" Algen analog der polaren Differenzierung der nicht siphonalen "vielzelligen" Pflanzen überhaupt vorhanden ist. Wäre der *Bryopsis*-Thallus durch Zellwände gegliedert, dann wäre eine Umkehrung ebenso unmöglich, wie bei einem Weidenzweig. Hätte andererseits die Weide keinerlei Zellwände, so würde sie sich genau wie *Bryopsis* "umkehren" lassen. Sie würde dann auch nicht nötig haben, schlafende Knospen mit zurückgelassenem Apici-Meristemplasma für später notwendig werdende Fälle anzulegen.

Recht interessant ist des weiteren die Tatsache, dass das Apiciplasma, wenn die Tendenz zur Fiederbildung in der Pflanze liegt, sich an den Stellen neuer Fiederbildung ansammelt und als Fiederspitzen-Meristemplasma in die Fiedern eintritt und an der Fiederspitze lokalisiert bleibt. Das Apiciplasma der Fiedern stammt also direkt von dem Apiciplasma des Stämmchens ab.

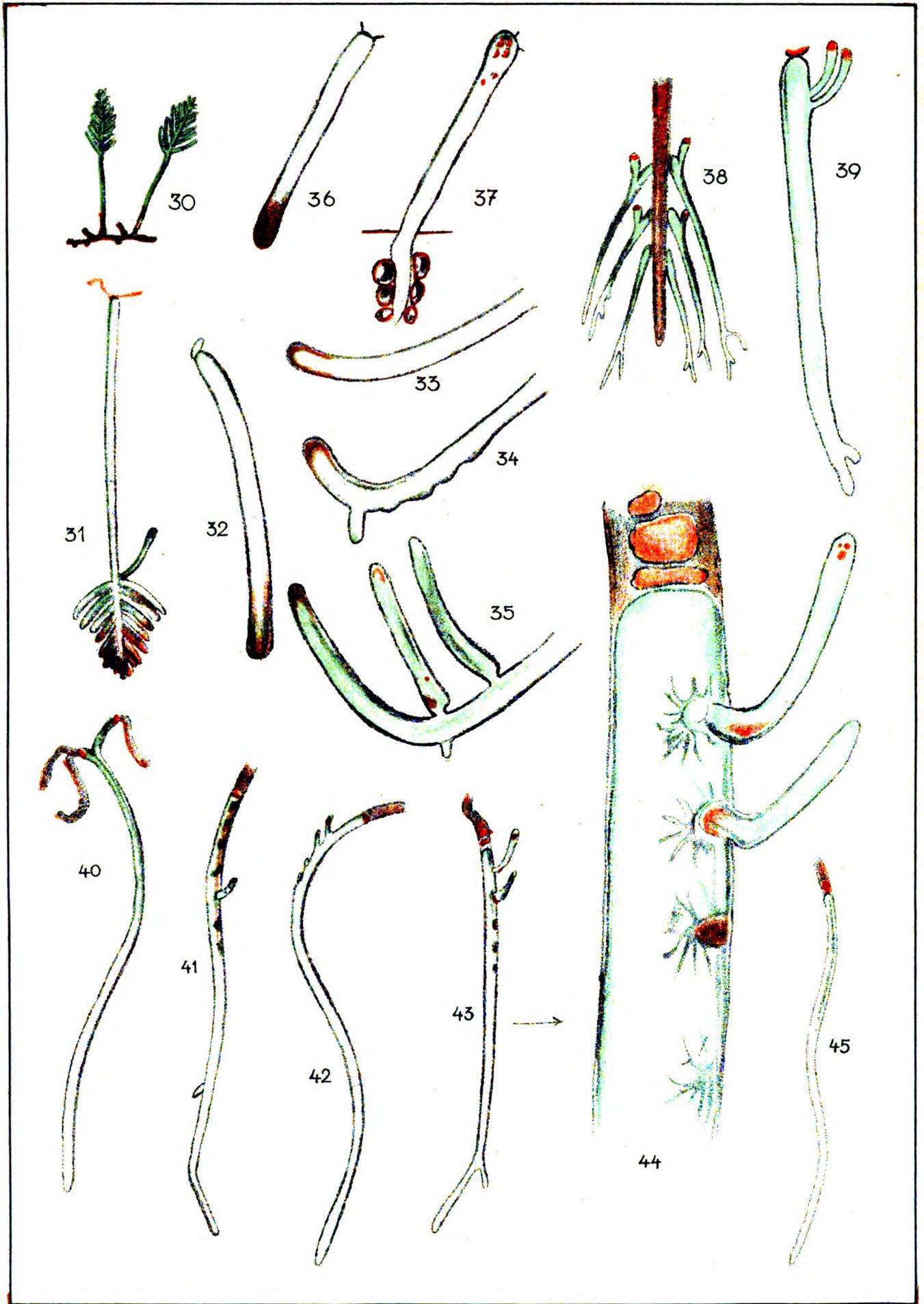
Die Versuche werfen nebenbei auch Licht auf die alte Streitfrage nach der Einzelligkeit bzw. Mehrzelligkeit der Siphonalen. Eine derart hoch differenzierte Pflanze wie *Bryopsis*, die deutliche Unterschiede innerhalb der Wertigkeit der Plasmateile erkennen lässt, kann keine einzellige Pflanze sein. Wir sind im Gegenteil gezwungen, mit SACHS anzunehmen, dass es sich hier um eine mehrzellige Pflanze handelt, der eben nur die Kammerung, der Abschluss der Einzelenergiden durch Zellwände fehlt. Aus unseren Versuchen ergibt sich, dass *Bryopsis* nicht eine einzige "Riesenenergide" (NOLL 12) darstellt, sondern ein aus zahlreichen ungleichwertigen Energiden gebildetes Individuum (Energitium). Dabei betrachten wir mit GOEBEL die einzelnen Energiden mitsamt ihrem Protoplasma als physiologische Einheiten, d.h. als funktionelle Systeme innerhalb einer gemeinsamen Hülle.

Der hier so extrem entwickelte polyergide Bau stellt im Organismenreiche etwas ganz Eigenes dar und findet sich derartig entwickelt ausser bei den Siphonalen und ihren Descendenten nur noch bei den Myxomyceten. Auf Grund von Serumreaktionen konnten wir (13) für die *Polyergidales* die Entwicklungslinie *Ulotrichales* - *Siphonocladiales* - *Siphonales* aufstellen. Die polyergide Konstruktion der Siphonalen ist also sekundär, phylogenetisch abzuleiten aus dem monergidalen Bau der Ulotrichalen und durch allmähliges Aufgeben der Zellwände entstanden zu denken. Da die Vorfahren der Siphonalen durchaus polar gebaute Pflanzen sind, wäre es bereits von diesen phylogenetischen Erwägungen aus sonderbar gewesen, wenn allein *Bryopsis* davon eine Ausnahme gemacht hätte.

Die Ergebnisse über die Polarität von *Bryopsis* erscheinen von grundlegender Bedeutung für das ganze Polaritätsproblem. Die notwendigen Folgerungen sind Gegenstand des folgenden theoretischen Teils.

#### LITERATUR-VERWEISE.

- (1) OLTMANN'S Morphologie und Biologie der Algen, Bd. III, S. 74-76. - (2) BERTHOLD, Beitr. z. Morphologie und Biologie der Meeresalgen. Jhrb.f.wiss. Bot., Bd. 13 (1882) S. 569. - (3) NOLL, Über den Einfluss d. Lage auf d. morph. Ausbildung einiger Siphonaceen. Arb. a. d. Bot. Inst. Würzburg, Bd. III (1888) S. 466. - (4) WINKLER, Über Polarität, Regeneration u. Heteromorphose bei *Bryopsis*. Jhrb.f.wiss. Bot. Bd. 35 (1900) S. 449 ff. - (5) MEZ, Syllabus und Repetitorium der Vorlesung über Allgemeine Botanik, 2. Aufl. (1925), S. 47. - (6) JANSE, Die Bewegungen des Protoplasmas von *Caulerpa prolifera*. Jhrb.f.wiss. Bot. Bd. 21 (1889) S. 172. - (7) abgebildet in OLTMANN'S l.c. Bd. III, S. 72. - (8) JANSE 1889, l.c. S. 202-203. - (9) JANSE, Polarität und Organbildung bei *Caulerpa prolifera*, Jhrb.f.wiss. Bot., Bd. 42 (1906) S. 394 ff. - (10) v. UBISCH, Entwicklungsphysiologische Studien an Seeigelleiern. Jbch.f.wiss. Zool. Bd. 124 (1925), S. 361 ff. - (11) WINKLER 1900 l.c. S. 449 und 458. - (12) NOLL, Über die Umkehrversuche mit *Bryopsis* nebst Bemerkungen über ihren zelligen Aufbau. Ber. d. Bot. Ges. Bd. 18 (1900) S. 444-451. - (13) NOLL 1900 l.c. S. 449. - (14) STEINECKE, Der Stamm d. Algen nach sero-diagnostischen Untersuchungen dargestellt, MEZ, Archiv, Bd. 10, S. 128 f.



ch  
st,  
us-  
si-  
Phal-  
le  
wür-  
tötig  
er

enn  
r. Pie  
britt  
at al.

Ein-  
te

legen-  
Pflan-  
zh  
ein-  
zh-  
nit  
lin-

et-  
na-  
eak-  
es-  
ho-  
er  
i.  
be-  
in

er  
e-

OLD,  
1882  
Si-  
ola-  
900)  
Bo-  
on  
OLT-  
t  
ff.-  
ss.  
12)  
gen  
14)  
allt,

## FARBENTAFEL

Fig. 30 - 32 (Versuch 25). 30). Rhizomteile von *Bryopsis cupressoides* vital gefärbt. 31). Umgekehrt eingepflanzt. Der Farbstoff wandert nach unten in die jüngsten Fiedern, während die oberen Fiedern keinen Farbstoff erhalten. 32). Ein Fiederchen stärker vergrößert. Der Farbstoff sitzt an der einstigen Spitze, die Chloroplasten-Anreicherung an der einstigen Basis.

Fig. 38 - 39 (Versuch 26). 38). *Bryopsis cupressoides*, Fiederspitzen gefärbt. Während das Stämmchen abgestorben ist, haben sich einige Fiedern selbständig entwickelt. Neue Sprosse tragen den Farbstoff an der Spitze, die neuen Rhizoide sind farblos. 39). Ein Fiederchen mit zwei Sprossen stärker vergrößert.

Fig. 40 - 46 (Versuch 39). *Bryopsis disticha* an der Spitze vital gefärbt und umgekehrt eingepflanzt. Nach 12 Tagen ist der Farbstoff mit den Chloroplasten in den nunmehr oberen Teil gewandert. Die alte Spitze ist fast frei von Chloroplasten und gänzlich frei von Farbstoff. Gelegentlich ist der Farbstoff schnell nach oben gewandert; er wird dann an den absterbenden Rhizomteilen abgelagert, während der Zellinhalt sich weiter zurückzieht (43, 44, 45). Die Chloroplasten und Teile des Farbstoffs finden sich besonders an den Stellen, an denen neue Fiedern entstehen wollen (41). Nach dem Hervorwachsen der Fiedern dringt der Farbstoff in die Fiedern ein (41, 42, 43, 44). Fig. 44 ist das stärker vergr. Bild von 43. Oben hat sich der grösste Teil des Farbstoffs abgelagert und ist von dem Zellinhalt ausgestossen worden. Die Chloroplasten fliessen in Strömen (ähnlich wie bei *Caulerpa!*) an den Stellen zusammen, an denen Fiedern entstehen oder entstanden sind. Hier sammelt sich auch der Farbstoff an, der bereits in ein Fiederchen eingedrungen ist. 45). Der gesamte Farbstoff ist oben an der alten Basis ausgestossen worden.

Fig. 33 und 35 (Versuch 36). Spitze und Fiederspitzen von *Bryopsis cupressoides* gefärbt und umgekehrt eingepflanzt: die Fiedern krümmen sich dem Lichte zu und tragen den Farbstoff vorn an der Spitze und in neu entstandenen Nebenfiederchen, während Rhizoide farblos sind.

Fig. 34, 36, 37 (Versuch 37). Spitze und Fiederspitzen von *Bryopsis cupressoides* gefärbt. Bei Lichteinfall von vorne umgekehrt eingepflanzt. 34). Ein nicht in den Sand geratenes Fiederchen hat sich bogenförmig dem Lichte zu gekrümmt und trägt den Farbstoff noch an der Spitze. 36) Ein Seitenfiederchen vor dem Einpflanzen. 37) Dasselbe nach Beendigung des Versuchs: der Farbstoff sitzt an der alten Fiederbasis, an deren oberen Seite sich ein neuer Spross bilden will. Die einstige Fiederspitze ist frei von Farbstoff und hat sich senkrecht nach unten wachsend zum Rhizoid entwickelt.

## MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Das Botanische Archiv nimmt dauernd Manuskripte aus allen Gebieten der Botanik zu baldiger Veröffentlichung entgegen. Es zeichnet sich durch besondere Liberalität in der Gewährung von Abbildungen aus, wenn diese in der vorgeschriebenen Art (Tasche-Zeichnung auf durchscheinendem Papier, am besten BAYER, München, Theresienstrasse 19, Marke Bavaria) geliefert werden. - 30 Separat-Abzüge werden kostenfrei gegeben. - Die weite Verbreitung unserer Zeitschrift sichert wirkungsvollste Veröffentlichung aller Arbeiten; die Billigkeit der Herstellung und des Verkaufspreises lässt den Autoren die Möglichkeit, bei der Darstellung ihrer Ergebnisse ausführlicher zu werden, als dies anderswo gern gesehen wird.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Steinecke Fritz

Artikel/Article: [Zur Polarität von Bryopsis 97-118](#)