

# Über Organveränderung bei *Caulerpa prolifera*.

Von

J. M. Janse.

Mit Tafel I und II.

Als ich vergangenen Sommer (1909) wieder an der Zoologischen Station zu Neapel verweilte, habe ich meine früheren Versuche, welche auf die Organbildung bei *Caulerpa* und die dabei ins Spiel tretenden inneren und äußeren Einflüsse Beziehung hatten<sup>1)</sup>, wieder aufgenommen und verfolgt, und es sind die dabei erzielten Resultate, welche ich hier besprechen möchte.

Zum besseren Verständnis jener Versuche und des Zwecks, welchen ich zu erreichen suchte, erinnere ich daran, daß die Ergebnisse meiner früheren Versuche mich zu der Auffassung führten:

daß in der *Caulerpa*-Zelle eine basipetale Impulsion wirksam ist, welche als Energiequelle aufgefaßt werden muß und deren Wirkung an Translokation von Protoplasma gebunden ist;

daß diese Impulsion die Richtung der mächtigeren Protoplasmaströme im „Blatte“ bestimmt;

daß sie, nach eingetretener erheblicher Verwundung des „Blattes“, den Ort des Entstehens von „Rhizomen“ und „Rhizoïden“ bestimmt; und

daß eine so kräftige Wirkung von ihr ausgeht, daß sie die Ausbildung energischer Protoplasmaströme, falls deren Richtung nicht mit der von ihr vorgeschriebenen zusammen fällt, verhindert.

1) Vergl. meine beiden Abhandlungen in dieser Zeitschrift:

I. Die Bewegungen des Protoplasmas von *Caulerpa prolifera*, 1889, Bd. XXI, S. 163.

II. Polarität und Organbildung bei *Caulerpa prolifera*, 1906, Bd. XLII, S. 394.  
Sie werden hier mit I und II angedeutet werden.

Die *Caulerpa*-Zelle solle somit nur einen aktiven Pol aufweisen, welcher stets basalwärts sich äußere.

Im Anschluß an diese Ergebnisse untersuchte ich diesmal näher, und nach anderer Richtung hin, den Einfluß, welchen die basipetale Impulsion auszuüben imstande ist.

Vorher beschäftigte ich mich jedoch mit der Regeneration, d. h. mit der Fähigkeit der Organe, Neubildungen gleicher Art zu bilden.

### A. Regeneration.

Die erhaltenen Resultate der Regenerationsversuche können kurz in folgender Weise zusammengefaßt werden:

#### a) Rhizoïde (vergl. Fig. 1, 2, Taf. I).

Wenn man Rhizoïde abschneidet, so daß nur der Stumpf übrig bleibt, oder wenn Rhizoïd-Äste verwundet werden, so treten sehr bald nachher, öfters schon innerhalb 24 Stunden, neue Äste hervor, welche alle der Verwundungsstelle möglichst nahe stehen. Es zeigt solches z. B. Fig. 1, Taf. I, welches ein Rhizoïd darstellt 20 Stunden nach der Verstümmelung; die Äste waren dann schon 1—1½ mm lang. Fig. 2, Taf. I, welche die Regeneration eines Rhizoïd-Astes, gleichfalls 20 Stunden nach dessen Verwundung, darstellt, beweist, daß dieser sich in ähnlicher Weise verhielt.

Es sind jedoch nur die jüngeren Rhizoïde, die sich regenerieren: schon bald nach ihrer völligen Ausbildung hört dieses Vermögen auf; in einem Falle z. B. trat Regeneration bei Rhizoïden, welche etwa 14 mm hinter der wachsenden Rhizomspitze standen, nicht mehr ein.

#### b) Rhizome (vergl. Fig. 3, 4, 5, Taf. I).

Wenn man von einem kräftigen Rhizome die Spitze von einer Länge von etwa 2 cm abschneidet, so brechen schon sehr bald nachher, und zwar meistens dicht hinter dem gelben Pfropfen, welcher den vorläufigen Wundverschluß bildet, ein oder mehrere Rhizoïde hervor. Schon nach 1 bis 2 Tagen kann man solche finden. Etwas später, in verschiedenen Versuchen von 2 bis 5 Tagen nach der Verwundung, wird eine neue Rhizomspitze sichtbar, welche zuerst die Form eines kurzen Kegels hat. Bei normaler Orientierung des Rhizoms entstehen die Rhizoïde an der unteren Seite, während die Rhizomspitze seitlich zum Vorschein tritt (Fig. 3, Taf. I). Ein

einziges Mal sah ich zwei neue Rhizomspitzen sich ausbilden, und zwar die eine an der linken, die zweite an der rechten Flanke (Fig. 4a und b, Taf. I; b sechs Tage nach a).

Einmal trat der Anfang des Rhizoms so nahe beim neugebildeten Rhizoïde auf, daß beim Weiterwachsen beide Anfänge verschmolzen, so daß es nachher den Anschein hatte, als wäre das Rhizom aus der Basis des Rhizoïdes hervorgegangen (Fig. 5, Taf. I); allerdings war hier die Rhizomspitze etwas mehr nach der unteren Seite des Rhizomes hin verschoben als es sonst gewöhnlich der Fall ist.

### c) Blätter.

Die Versuche über Regeneration von Blättern lieferten folgende Resultate:

Eine kräftige Pflanze, mit einem Rhizom von 150 mm Länge, trug 6 Blätter, welche so stark proliferiert hatten, daß sie zusammen 32 End-Prolifikationen trugen. Von diesen 32 wurden von 14 die Spitzen über 10 bis 15 mm abgeschnitten, während die übrigen unverwundet blieben. Alle Blätter waren ausgewachsen (was durch den grünen Randsaum an der Spitze angezeigt wird), doch keins trug auch nur den geringsten Anfang einer neuen Prolifikation. Auch nach 16 Tagen waren solche nicht aufgetreten; das Rhizom war inzwischen 70 mm länger geworden, was beweist, daß die Pflanze ganz normal war.

Dieser Versuch wurde dann wiederholt, doch wurden jetzt nur wachsende Blätter, also solche, welche mit einer weißen Spitze versehen waren, dazu gebraucht: 17 kräftige Pflanzen wurden ausgesucht, welche an ihren zahlreichen Blättern 23 junge, noch wachsende Prolifikationen trugen (sie hatten eine Länge, welche zwischen 4 und 19 mm wechselte, und nur eine war 45 mm lang); von allen diesen 23 Blättern wurden die Spitzen abgeschnitten über eine Länge von nur 1 mm. Nach 5 Tagen waren an 10 der jungen Blätter Anfänge von Prolifikationen aufgetreten, welche jedoch nie dicht an der Wunde, sondern stets in einiger Entfernung davon standen; die 13 übrigen jungen Blätter zeigten keine Veränderung. Obwohl nun die Verletzung der Spitzen nur bei 10 von den 23 Blättern zu ihrer Prolifikation, und somit zu eigentlicher Regeneration der verletzten „Blattspreiten“, führte, war doch bei den 13 übrigen Blättern die Verstümmelung nicht ohne jeden Erfolg geblieben, denn, wenn auch die verletzten Blätter selber nicht zur Prolifikation gebracht wurden, so war es doch auffallend, daß verschiedene der

niedriger stehenden, nicht verletzten, Spreiten jetzt ganz junge Blattanfänge aufwiesen.

Dieser Versuch würde somit zeigen, daß die Verletzung vieler jungen Blattspreiten einer Pflanze zwar zur Prolifikation (hier gleich Regeneration) führt, daß die neuen Organe dabei jedoch nie an der Wunde selbst, in der kleineren Hälfte der Fälle etwas weiter nach unten, aber noch auf den verletzten Blättern selber auftreten, doch daß in den meisten Fällen der Ort ihres Auftretens noch weiter nach unten, auf den älteren Blättern (d. h. auf jenen, welche die verletzten Prolifikationen trugen), verschoben wird.

In diesem Verband möchte ich hier erwähnen, daß die soeben genannte Pflanze (S. 75), welche nach Verletzung der Spitzen von 14 ihrer Blätter keine Prolifikationen trieb, auch nicht nach 16 Tagen, ein Benehmen zeigte, welches ich in keinem anderen Falle beobachtete: das Rhizom, das, wie gesagt, an der unverletzten Spitze sich in der Zeit um 70 mm verlängerte und daran 4 neue Blätter bildete, trieb außerdem an dem entgegengestellten, abgestutzten Ende eine neue Rhizomspitze, welche am 16. Tage nach dem Anfange des Versuchs schon 40 mm lang war und 2 neue Blätter aufwies. In den 16 Tagen war das, zuerst 150 mm lange, 6 Blätter tragende Rhizom, im ganzen also um 110 mm länger, und um 6 Blätter reicher geworden. Es hatte somit den Anschein, als wenn die Verletzung der zahlreichen Blattspitzen nicht der Prolifikation, sondern dem Wachstum der Rhizome und der Blattbildung an diesen zugute gekommen war. Ob diese Folgerung richtig ist, habe ich noch durch einzelne weitere Experimente klar zu legen versucht.

Wie bekannt, vermehrt *Caulerpa* sich nur in vegetativer Weise, indem losgerissene Blattstücke durch Rhizombildung zur Entstehung einer vollständigen Pflanze Veranlassung geben; wenn Rhizombildung nicht eintritt, so können zwar Rhizoide und neue Prolifikationen hervorsprossen, doch ein kräftiges Individuum entsteht dabei nicht. Meine Versuche wurden angestellt mit dergleichen einzelnen Blättern, welche aus dem Meere heraufgebracht wurden, als sie schon mehrere neue Blattspreiten, doch noch kein Rhizom gebildet hatten. Sieben Blätter dienten zum ersten Versuch; sie waren meistens kräftig, 20—155 mm lang, und trugen je 2 bis 11 neue Blattspreiten. All die letzteren wurden nun durch eine Quetschung in die Quere in erheblichem Maße verletzt und dann in dem Bassin weiter kultiviert. Nach 7 Tagen zeigten 2 der Blätter ein kräftiges Rhizom, je mit 1 Blatt und vielen Rhizoïden;

3 hatten Rhizome (4—11 mm lang), welche jedoch noch keine Nebenorgane gebildet, die beiden letzten zeigten auch jetzt noch keine Rhizome, doch waren einzelne neue Spreiten auf dem Blatte entstanden. Die Verletzung mehrerer Blätter hatte somit in 5 von den 7 Fällen zur Bildung eines Rhizomes Veranlassung gegeben.

Zum zweiten Versuch wurden 32 ähnliche, doch schwächere Blätter benutzt (weil starke Exemplare mir nicht zu Gebote standen), nachdem sie schon während 28 Tagen im Bassin kultiviert und noch immer keine Rhizome gebildet hatten; die Blattspreiten trugen je 2 bis 15 junge, vielfach schmale Blättchen, welche dann wieder alle in obiger Weise durch Quetschung verletzt wurden.

Nach 6 Tagen war an 10 Blättern je ein Rhizom aufgetreten, und zwar bei 9 am basalen Teile des Tragblattes, bei 1 gerade oberhalb der Wunde; 22 Exemplare zeigten zwar kein Rhizom, doch bei 16 waren deutliche weiße Protoplasmaströme vorhanden, welche somit wahrscheinlich nachher die Bildung eines Rhizoms würden veranlaßt haben; von den 6 letzten, an denen somit keine Folgen der Verletzung erkannt wurden, waren 4 sehr schwach.

Es scheinen somit auch diese beiden Versuche zu zeigen, daß eine Verletzung der Blattspreiten zwar bisweilen (zumal bei jungen Blättern) Proliferierung hervorruft, doch daß sie auch zu Neubildung von Rhizomen führen kann, durch Vermittelung des Meristemplasmas, welches, von der Entmischung als Folge der Verletzung hervorgerufen, durch die basipetale Impulsion den basalen Teilen der ganzen Pflanze zuströmt.

## Resultate.

Regeneration, womit hier speziell gemeint ist die Wiederausbildung eines gleichnamigen Organes nach Verletzung, findet bei Rhizoïden statt, indem sehr bald innerhalb 24 Stunden, ganz nahe an der Wunde mehrere neue Rhizoïdäste hervorsprossen. Eine neue Rhizomspitze, bisweilen zwei, entsteht ebenfalls dicht an der Wunde und wächst dann normaler Weise weiter. Bei beiden findet somit vollständige Regeneration der verloren gegangenen Spitzen statt.

Es sind jedoch nur die jungen Rhizoïde und die jungen Rhizome, welche sich in jener Weise erhalten; Verletzung von älteren Rhizoïden oder Rhizomteilen führt keine Regeneration herbei.

Schneidet man die Spitzen jüngerer noch wachsender Blätter ab, so bildet solches eine Veranlassung zur Prolifikation, wie über-

haupt jede Hemmung des Blattwachstums dazu zu führen scheint<sup>1)</sup>. Die neuen Spreiten entstehen jedoch nie dicht bei der apikalen Wunde, wie es bei einfacher Regenerierung der Fall sein würde, sondern treten immer in einiger, bisweilen ansehnlicher Entfernung davon auf; war das verletzte Blatt eine Prolifikation, so kann der Entstehungsort der neuen Spreiten selbst auf das Tragblatt verlegt werden.

Ausgewachsene Blätter regenerieren sich nicht, doch scheint die Verletzung mehrerer solcher Blätter derselben Pflanze auf die Rhizombildung einen günstigen Einfluß auszuüben.

Wenn man diese Resultate betrachtet bezugnehmend auf das, was in meiner vorigen Arbeit (II) über die basipetale Impulsion und über ihren Einfluß auf die Organbildung gesagt wurde, so scheinen sie damit in vollem Einklang zu stehen.

Da die Bildung neuer Rhizome und Rhizoide durch das Auftreten von Meristemplasma hervorgerufen wird, und dieses in hohem Maße dem Einfluß der basipetalen Impulsion unterliegt, so ist es sehr erklärbar, daß bei Regeneration dieser Organe die neuen Spitzen hart an der Wunde, also am basalsten Abschnitte, entstehen.

Was die Bildung neuer Blätter betrifft, so scheint die Sache weniger einfach zu sein. Wie schon aus meiner zitierten Arbeit hervorgeht, konnte das Verhalten des Blattmeristemplasmas, der basipetalen Impulsion gegenüber und in Verbindung mit der Stelle, wo sich die neue Blattspreite bildet, nicht festgestellt werden. Letztere entsteht am abgeschnittenen Blatte nicht an der basalen Wunde, so daß ein Einfluß der basipetalen Impulsion auf dieses Meristemplasma nicht zu konstatieren ist, entweder weil dieser Einfluß ohne Wirkung auf es bleibt, oder weil beim Blattmeristemplasma neben der basipetalen Impulsion noch ein zweites Agens wirksam ist, unter dessen Einfluß eine Verschiebung dieses Plasmas in apikaler Richtung stattfindet, ohne daß dieses jedoch die organische Spitze erreicht. Es wird neuen Versuchen vorbehalten sein, hierüber zu entscheiden.

Der Einfluß des Abschneidens der Spitzen ausgewachsener Blätter ließe vermuten, daß diese Verletzung auch in der basalen Partie der Pflanze eine Abtrennung von Meristemplasma veranlasse; früher wurde immer nur der apikale Teil betrachtet. Es fehlte mir an Zeit solches näher zu untersuchen, und doch wäre es für die

---

1) Vergl. meine Arbeit II, S. 422, 425.

Kenntnis der näheren Ursache der Entmischung im Plasma von Wichtigkeit, darüber belehrt zu sein, um so mehr als man meinen könnte, daß, wenn ein Unterschied bestände zwischen Blatt-Meristemplasma einerseits und Rhizom- und Rhizoïdplasma anderseits, in der basalen Partie der Pflanze sich Blatt-Meristemplasma abtrennen würde, während der Versuch zeigt, daß das dort abgetrennte Plasma an erster Stelle zur Ausbildung neuer Rhizomspitzen dient. Daraus ließe sich dann schließen, daß der Unterschied zwischen den beiden Meristemplasma doch nicht so groß sein könne.

## B. Organveränderung.

Die in der zweiten meiner oben zitierten Abhandlungen (1906) beschriebenen Beobachtungen führten zur Aufstellung von Regeln über die Art des Auftretens der neuen „Organe“ an der unverletzten sowie auch an der verwundeten *Caulerpa*-Pflanze. Es zeigte sich nämlich in Beziehung zur unverwundeten Pflanze:

daß Rhizoïde nur an den sich neu bildenden Rhizomteilen zum Vorschein kommen;

daß neue Rhizomspitzen sich nur bilden bei der, relativ wenig häufigen, Verästelung des alten Rhizomes;

daß Blätter entstehen: entweder an den jüngeren Rhizomteilen (normale Blattbildung) oder auf ausgewachsenen Blättern (normale Prolifikation).

Diese Regeln gestatten schon aus dem Ort des Auftretens von jedem Organanfang, sei dieser auch noch so klein, zu erkennen, ob er bestimmt ist, ein Rhizoïd, ein Rhizom oder ein Blatt zu werden. Alle meine weiteren Versuche im vergangenen Sommer haben mich wieder von der Richtigkeit der ermittelten Regeln überzeugt.

Auf dieser Möglichkeit der Vorausbestimmung der Natur eines noch nicht differenzierten Organanfanges beruhten meine weiteren Versuche.

Ich hatte mir nämlich die Frage: ob es möglich sei, die Natur eines Organanfanges durch das Insspielbringen anderer Kräfte zu verändern, zur experimentellen Beantwortung vorgelegt.

Zuerst habe ich es mit der Einwirkung äußerer Einflüsse versucht, obwohl meine Erwartungen über ihr Gelingen nur sehr gering waren:

Da der Ort des Entstehens eines Blattes nahe an der Rhizomspitze u. a. von der Schwerkraft induziert wird, lag es nahe zuerst zu untersuchen, wie ein Blattanfang sich verhalten würde,

wenn man die Pflanze in umgekehrter Stellung (Blätter nach unten, Rhizoide nach oben) im Wasser schweben läßt, sobald ein ganz junger Anfang, nur etwa  $\frac{1}{4}$  mm hoch, sichtbar geworden ist.

Es konnten dabei dreierlei Möglichkeiten auftreten:

erstens konnte der Blattanfang ungestört weiter wachsen,

zweitens konnte der Anfang zu wachsen aufhören (wobei dann eventuell ein neuer Blattanfang auf der jetzigen Rhizomoberseite entstehen könnte),

drittens konnte der Blattanfang zu einem Rhizoide auswachsen, welches doch, zumal im Dunkeln, immer auf der Rhizomunterseite zum Vorschein kommt.

Die Versuche zeigten, daß der Blattanfang, trotz veränderter Einwirkung der Schwerkraft, sich weiter entwickelte, wobei er sich scharf dem bei diesen Versuchen hauptsächlich von der Seite eintretenden Lichte zu bog. Die Versuchspflanzen wuchsen ganz schnell: das Rhizom der ersten Pflanze nahm in 10 Tagen um 75 mm an Länge zu, während der ganz winzige Blattanfang sich in der Zeit zu einem 30 mm langen 14 mm breiten, verkehrt-herzförmigen Blättchen ausgebildet hatte. Bei der zweiten Pflanze war der Blattanfang von etwa  $\frac{1}{4}$  mm in noch nicht völlig 2 Tagen zu einem Blatte von  $10 \times 4\frac{1}{2}$  mm ausgewachsen; den nächsten Tag war es sogar schon 19 mm lang und  $8\frac{1}{2}$  mm breit und auch sehr stark nach dem seitlichen Lichte zu gebogen.

Die relative Richtungsveränderung der Schwerkraft hatte somit keinen Einfluß auf die Natur des angelegten Organes ausgeübt. Eine neue Blattanlage hatte sich auf dem neuen Rhizomteile nicht gebildet.

Da die beiden beschriebenen Versuche somit kein Resultat lieferten und ähnliche, bei welchen nur äußere Einflüsse ins Spiel gerufen werden würden, mir ebenso wenig Erfolg zu versprechen schienen, versuchte ich es mit inneren Kräften, und wie wir sehen werden, mit besserem Resultat.

Das Experiment beruhte auf folgenden Erwägungen: in der zweiten meiner genannten Abhandlungen (1906) wurde beschrieben, daß an abgeschnittenen Blättern neue Rhizoide, Rhizome und Blätter gebildet werden, und daß die beiden ersten immer ganz nahe an der Wunde auftreten, während der Ort des Entstehens der Blätter stets höher, nach der Spitze hin, verschoben liegt. Es konnte dabei zugleich gezeigt werden, daß solches Verhalten von dem sehr überwiegenden Einfluß, welchen die basipetale Impulsion

auf die Translokation des Meristemplasmas, welches die Bildung von Rhizoïden und Rhizomen einleitet, herrührt.

Wenn somit ein Blatt abgeschnitten wird, induziert die basipetale Impulsion an irgend einer, in nächster Nähe der (basalen) Wunde gelegenen, Stelle die Bildung von Rhizoïden und einem oder mehreren Rhizomen.

Wenn anderseits auf dem Blatte einer unverletzten Pflanze ein Organanfang sich gebildet hat, so hat dieser die Tendenz, zu einem Blatte auszuwachsen (denn, wie gesagt, Organe anderer Art entstehen unter diesen Umständen nie auf einem Blatte). Schneidet man ein solches Blatt ganz nahe unter einem Blattanfang ab, so wird der organbildende Einfluß der basipetalen Impulsion sich somit auch auf den Blattanfang erstrecken können, so daß dieser in diesem Falle der Wirkung zweier entgegengesetzter Kräfte ausgesetzt sein würde.

Was wird dann daraus erfolgen? Wird der Blattanfang sich dennoch als Blatt weiter bilden, während daneben Rhizoïde und Rhizome entstehen? oder wird die Natur des Blattanfangs sich verändern, so daß schließlich etwas anderes entsteht, als zuvor geplant war?

Selbstverständlich können nur Versuche auf diese Fragen Antwort geben, und solche habe ich unternommen, weil, wenn sich in jener Weise die Natur eines Blattanfangs umändern ließe, daraus auf einen großen Einfluß der basipetalen Impulsion auch auf dem schon angelegten Blattanfange zu schließen wäre.

Die Versuchsanstellung war möglichst einfach: die Kulturen, welche ich von *Caulerpa* in verschiedenen Bassins, unter verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen in den Räumen der Zoologischen Station angestellt hatte, wurden täglich nachgesehen; wenn irgend ein Blatt dieser, meistens kräftig wachsenden, Pflanzen einen kleineren oder größeren Blattanfang zeigte (und diese Anfänge waren sogar schon als solche zu erkennen, als sie nur ganz winzige Auswüchse bildeten von nur etwa  $\frac{1}{4}$  mm Größe), so wurde es, etwa  $\frac{1}{2}$  bis 2 mm unter diesem Auswuchse mit der Schere durchschnitten<sup>1)</sup>, das ganze Blatt in natürlicher Größe genau gezeichnet,

1) Es wurde wiederholt beschrieben, z. B. auch in meinen beiden zitierten Abhandlungen, daß eine Wunde bei *Caulerpa* alsbald vorläufig geschlossen wird durch Koagulation des austretenden Plasmas. Ich habe mich diesmal überzeugen können, daß dieser Verschuß sofort ein sehr vollkommener ist. Denn, als ich Blätter mit der Schere unter Meereswasser abschneidete, und sie eine Minute später in süßes Wasser übertrug,

und öfters außerdem der junge Blattanfang bei etwa 4-maliger Vergrößerung, beide mit Hilfe eines Zeichenprimas; dann wurde es in Cuvetten gebracht, durch welche, in üblicher Weise, ein schwacher Strom Meereswasser geführt wurde.

Die Versuchsblätter wurden dann fast jeden Tag aufs neue beobachtet, beschrieben und gemessen und, wenn deutliche Veränderungen sich vorfanden, wieder gezeichnet, bis ein charakteristischer Erfolg erzielt war. Die meisten Blätter wurden dann in Alkohol aufgehoben, um eventuelle Nachuntersuchung zu ermöglichen. Es konnten in der Weise 45 Versuche angestellt werden.

Obwohl mir nicht immer sehr starke Pflanzen zu Gebote standen<sup>1)</sup>, wuchsen die Versuchsobjekte doch sehr befriedigend, und öfters selbst ganz rasch und kräftig, wie u. a. aus einzelnen der unten angegebenen Zahlen zu ersehen sein wird.

Die kontrastierenden Tendenzen, welche in den Versuchen auf den jungen Blattanfang wirkten, könnten, theoretisch betrachtet, verschiedene Effekte erzielen:

Der Blattanfang könnte nämlich:

1. sein Wachstum gänzlich einstellen,
2. als Blatt weiterwachsen,
3. Rhizoide bilden,
4. Rhizome entstehen lassen.

Im dritten und vierten Falle könnte außerdem der Blattanfang weiter auswachsen, während im vierten Falle neben dem Rhizom auch Rhizoide auftreten könnten.

---

blieb der Verschuß fast immer ein vollkommener, d. h. es trat kein Plasma aufs neue heraus; meistens bildete sich bald nachher auf dem Blatte plötzlich eine etwa kugelige Blase, wie ich solche in meiner ersten Abhandlung (S. 272) beschrieb. Da eine solche Blase, wie dort gezeigt wurde, durch lokale Zerreißen einer Anzahl der Zellulosebalken entsteht, beweisen diese Beobachtungen, daß die durch das Hineinbringen in Süßwasser gesteigerte Turgorkraft kräftig genug war, um die Balken stellenweise zum Zerreißen zu bringen (was unter normalen Verhältnissen nie stattfindet), doch daß er den selbst in einer Minute gebildeten vorläufigen Verschuß nicht zerbrechen konnte.

1) Auch dieses Mal habe ich mich überzeugen können, daß *Caulerpa* in der Umgebung von Neapel ihr erneutes, kräftiges Wachstum erst Mitte August wieder aufnimmt; selbst waren, wohl wegen der starken Bewegung des Meereswassers im Frühjahr 1909, die Pflanzen jetzt im Vergleich zu denen, mit welchen ich 1904 experimentierte, zurück. Für die in diesen beiden Jahren ausgeführten Versuche sind kräftige Pflanzen unbedingt notwendig; eine Wiederholung jener Versuche in anderen Monaten als August, September und vielleicht Oktober würde daher wahrscheinlich nicht zu ähnlichen Resultaten führen. Hierbei ist auch zu vergleichen, was ich in meiner zweiten Arbeit (S. 428) über die Neubildung von Rhizoïden angeführt habe.

Schließlich könnten die abgeschnittenen Blätter in allen diesen Fällen am Wundrande, also unabhängig vom Blattanfange, Rhizoide und Rhizome, und auf der Blattspreite neue Prolifikationen bilden, wie solches bei kräftigen abgelösten Spreiten üblich, und u. a. von mir in meiner zweiten Arbeit eingehend beschrieben worden ist.

Fast alle hier als möglich in Aussicht gestellten Fälle kamen bei meinen Versuchen vor, obwohl bei weitem nicht alle gleich häufig; daher werde ich bei deren Beschreibung die oben ange-deutete Einteilung folgen, und außerdem bei den ersten drei Fällen noch unterscheiden, ob die Blätter, abgesehen von den sonstigen Veränderungen des Blattanfanges, noch Blätter oder Rhizome bildeten oder nicht.

Wir wollen die Versuchsergebnisse jetzt einer zusammenfassenden Beschreibung unterwerfen:

#### Erster Fall.

Der Blattanfang stellt sein Wachstum gänzlich ein.

a) Rhizome oder Blätter werden nicht gebildet.

Ein Blättchen von etwa 30 mm Länge (Versuchsnummer 39) und ein eine Prolifikation tragendes, Blättchen von einer Gesamtlänge von etwa 50 mm (Nr. 38) waren abgeschnitten, beide etwa 1 mm unter einem Blattanfange von  $\frac{1}{4}$  mm Länge; es waren somit ganz niedrige Kegelchen.

Beim weiteren Kultivieren zeigten die Blätter gar keine Veränderung, selbst nicht nach 16, resp. 20 Tagen.

Da abgeschnittene *Caulerpa*-Blätter in dieser Jahreszeit sich nur sehr selten in der Weise betragen, wie es mir aus zahlreichen früheren Versuchen, auch mit solchen kleinen Blättern, bekannt ist, und wie wir auch unten zu bemerken Gelegenheit haben werden, so müssen hier spezielle ungünstige Umstände mitgewirkt haben, so daß diese beiden Versuchsblätter kaum als solche mitzuzählen sind.

Es soll jedoch hervorgehoben werden, daß beide Blätter Rhizoide bildeten, obwohl verhältnismäßig spät, und zw. erst nach 10, resp. 13 Tagen, während sie sonst sehr oft schon nach 24 Stunden sichtbar sind. Diese Rhizoide haben hier, sowie in allen weiteren Versuchen, nur eine nebensächliche Bedeutung, so daß sie nicht besondere Erwähnung finden werden. Dennoch möchte ich als Besonderheit hervorheben, daß sie hier, und auch in manchen anderen der unten zu beschreibender Blätter, in ziemlich großer Entfernung von der Wunde vorkamen, so daß somit ihre Ansatzstelle bisweilen

weit nach der Blattspitze hin verschoben war, und einige Male die Spitze selbst fast erreichte.

Auch dieses meine ich als eine unwesentliche Nebenerscheinung betrachten zu dürfen, und zwar aus folgendem Grunde:

Die abgeschnittenen Blätter wurden zur weiteren Kultur in größeren oder kleineren Cuvetten, durch welche ein konstanter, ziemlich schwacher Strom Meereswasser ging, übergebracht. Die Cuvetten standen ganz nahe vor einem West-Fenster, so daß die Pflanzen von etwa ein Uhr nachmittags an von der Sonne bestrahlt wurden. Die Blätter befanden sich dabei ganz wohl, doch noch viel besser wuchsen einige *Diatomeen*- und *Ectocarpus*-Arten, welche sich so stark vermehrten, daß fast jeden zweiten Tag die Versuchsblätter unter Wasser abgepinselt werden mußten, damit sie durch die sie bedeckende Schicht nicht Schaden erlitten. Zumal an den Rhizoïden entwickelten sie sich sehr kräftig, und hüllten alle die Zweige ein. Wenn nun bei der kräftigen Beleuchtung auch diese Diatomeen usw. assimilierten, sammelte sich der freiwerdende Sauerstoff in großen Blasen, zumal zwischen den Rhizoïden an, die Versuchsblätter stiegen demzufolge im Wasser empor und schwebten dort in verschiedener Stellung, öfters mit den Blattspitzen nach unten, anstatt in normaler Stellung auf dem Boden des Gefäßes zu verweilen. Durch diesen Umstand befanden sich diese Blätter somit in denselben Verhältnissen wie die bei den Versuchen, welche in meiner zweiten Abhandlung (1906) auf S. 407 ff. beschrieben wurden. Es kann daher kein Wunder nehmen, daß auch jetzt ein ähnliches Resultat sich zeigte: d. h. daß die Rhizoïde nicht, oder nicht ausschließlich, dicht an der Wunde auftraten, sondern auch weiter, bisweilen auch viel weiter nach der Spitze hin sich vorfanden.

Ich habe diese Abweichung hier beschrieben, da sie sich bei verschiedenen Versuchsblättern zeigte, doch auch diese ist, ebensowenig wie die Bildung von Rhizoïden an der Wunde selber, von keiner Bedeutung für unsere weiteren Versuche.

Wenn man somit von jenen Rhizoïden absieht, zeigten die beiden erwähnten Versuchsblätter auch nach vielen Tagen keine Veränderung, und, wie gesagt, werden hier wohl besondere ungünstige Umstände daran Schuld gewesen sein.

b) (Vergl. Fig. 6, Taf. I.) Bei vier anderen Blättern blieb zwar auch jede Weiterentwicklung der Blattanfänge aus, doch zeigte

die Organbildung an oder bei der basalen Wunde, daß abnormale Nahrungsverhältnisse hier nicht vorlagen.

Drei jener Blätter waren nicht ganz kräftig; sie hatten Blattanfänge von nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  mm. Zwei dieser bildeten nur eine kleine Prolifikation, welche über dem Blattanfang inseriert war (Nr. 36, 37), das dritte verhielt sich mehr dem allgemeinen Typus entsprechend und ließ außerhalb solcher Prolifikation noch ein kurzes Rhizom an der Blattwunde entspringen (Nr. 21). Von irgendwelchem direkten Einfluß des ursprünglichen Blattanfanges war nichts zu spüren; höchstens könnte man diesen in dem Umstand, daß die Prolifikation bei dem einen (Nr. 37) ganz nahe über diesem Anfang entstanden war und sie dadurch auch der basalen Wunde viel näher trat als sonst üblich ist, suchen.

Beim vierten der erwähnten Blätter (Nr. 44), entstanden Rhizoide und Rhizome; es ist in Fig. 6, Taf. I, abgebildet, nach 13-tägiger Kultur. Letztere bildeten sich zwar in einiger Entfernung von der Wunde, doch weil dieses Blatt am Stiele abgeschnitten werden mußte (weil sich auch dort der Blattanfang vorfand), entstanden auch die Rhizome etwas weiter hinauf, in dem dreieckigen unteren Teil des Blattes, wie es unter solchen Umständen üblich ist (vergl. meine Abhandlung II, S. 421). Nur einzelne, und zwar die schwächeren Rhizoide bildeten sich an der Wunde, die stärksten dagegen entsprangen alle aus einer demzufolge etwas erhabenen Stelle, welche unmittelbar unter dem Blattanfang gelegen war. Dieses Verhalten, welches wir auch später öfters antreffen werden, muß unbedingt als die Folge eines von jenem Anfange ausgehenden Einflusses betrachtet werden.

Schon sofort nach dem Abschneiden des Blattes zeigte es sich, daß die äußerste Spitze des Blattanfanges gelb, und somit abgestorben war, wie es die Schraffierung in Figur 6 zeigt. Solches trat, trotz vorsichtiger Behandlung, verschiedene Male bei meinen Versuchen ein. Es scheint aber, daß dieses auf das weitere Schicksal des Blattanfanges keinen Einfluß ausübt. Zugleich mit dem hier besprochenen Blatte Nr. 44 wurden auch die fast gleichen Blätter Nr. 42 und 43 abgeschnitten, und bei allen drei war dann die Spitze des Blattanfanges abgestorben. Es entwickelten sich diese Anfänge in verschiedener Weise weiter: Nr. 43 ist in Fig. 13, Taf. I abgebildet beim Anfang des Versuchs und nach 4-tägiger Kultur, Nr. 42 verhielt sich, bis auf die erwähnte abgestorbene Spitze, fast identisch mit Nr. 46, dessen Schicksal durch Fig. 20 a--d (Taf. II)

angegeben wird. Zwischen Nr. 43 und 44 (Fig. 13 und 6) besteht auch eigentlich nur der eine Unterschied, daß das starke Rhizoïd-bündel, welches sich bei Nr. 44 unter dem Blattanfang entwickelte, bei Nr. 43 auf der Unterseite des Blattanfanges auftrat, und zwar wohl nur weil unter diesem Anfange kein Platz dazu mehr übrig blieb.

Zweiter Fall. Der Blattanfang wächst als Blatt weiter.

a) (Vgl. Fig. 7, Taf. I). Das einzige Blatt (Nr. 45), welches unter diesen Fall zu bringen ist, und bei welchem keine Organneubildung (ausgenommen wieder Rhizoïde) auftrat, war nur klein; es bestand aus dem oberen Teil eines verkehrt-herzförmigen Blättchens, nur 10 mm lang, welches eine Prolifikation von 22 mm Länge trug. Es zeigte beim Abschneiden einen ganz weißen, fast zylindrischen Anfang,  $2\frac{1}{2}$  mm lang und etwa  $\frac{2}{3}$  mm breit, welcher durch die, zwar schwache, Abplattung bei der Spitze sich schon als junges Blättchen kennzeichnete. Dieses und die Prolifikation waren zu verschiedenen Seiten der Mittellinie eingepflanzt (Fig. 7, Taf. I).

Die einzige Veränderung, welche der Blattanfang während 17-tägiger Kultur erfuhr, war sein Wachstum auf  $4\frac{1}{2} \times 2$  mm. Diese geringe Vergrößerung, sowie der Umstand, daß alle Rhizoïde unter der Anheftungsstelle der Prolifikation auftraten, wird, in Anknüpfung an meine früheren Versuche (vgl. Abh. II, S. 416—419), durch den Verlauf der Protoplasmaströme, welche in dieser Figur in der üblichen Weise beigezeichnet wurden, erklärt: sie zeigen, daß die basipetale Impulsion, von der Prolifikation ausgehend, ihren Einfluß zwar auf die gerade unter ihr gelegene Stelle ausübt, und dadurch die Lokalisation der Rhizoïde bedingt, doch sich nicht so weit seitlich ausdehnt, daß auch das kleine Blättchen ihre Einwirkung empfinden könne.

b) (Vgl. Fig. 8, Taf. I). Ein Auswachsen des jungen Blättchens und das nebenbei Entstehen neuer Organe am abgeschnittenen Blatte, zeigte sich bei sechs der Versuchspflanzen.

Bei einer derselben (Nr. 23) wuchs der zylindrische,  $3\frac{1}{2}$  mm lange Blattanfang, seitlich zu einem Blättchen, bis zu einer Größe von  $13 \times 4$  mm, aus, weil seine äußerste Spitze beim Anfang des Versuchs lädiert worden war; gleich unter der Ansatzstelle dieses Blattanfanges, am Wundrande, bildete sich das kräftigste Rhizoïd. Ein zweites Blättchen (schließlich  $16 \times 4\frac{1}{2}$  mm groß) wuchs

nachher aus dem Versuchsblatte selber heraus; es stand etwa gleich hoch wie der ursprüngliche Blattanfang. In den 26 Tagen, welche der Versuch dauerte, trat Rhizombildung nicht ein.

Die übrigen fünf Blätter (Nr. 17, 26, 27, 30, 33) dieser Abteilung zeigten unter sich prinzipiell vollkommene Übereinstimmung: das ursprünglich kleine Blättchen wuchs etwas weiter, blieb jedoch immer verhältnismäßig klein, während hart am Wundrande ein Rhizom entstand, welches dann, wie gewöhnlich, Blätter und Rhizoide trieb; Fig. 8 *a*, *b*, gibt ein Beispiel jener Veränderungen (Versuchsblatt Nr. 27); zwischen Fig. *a* und *b* liegt eine Frist von 21 Tagen.

An einem der Blätter (Nr. 33) bildeten sich selbst drei kräftige Rhizome aus; jenes war aber sehr kräftig und trug zwei große Prolifikationen. Daß gerade unter der Anheftung der unteren dieser beiden die drei Rhizome entsprossen waren, wird wohl kein Zufall sein, doch wird es durch die Richtung der basipetalen Impulsion, soweit sie von jener Prolifikation veranlaßt wurde, zu erklären sein (vergl. auch oben S. 86).

Bei Nr. 17 zeigte sich auf dem Blattstiele des kleinen Blattanfanges nach drei Tagen ein winziger weißer Fleck, als wollte sich dort ein Rhizom bilden; später verschwand der Fleck wieder, obwohl nur ganz allmählich.

Abgeschnittene Blätter, welche keinen Blattanfang aufweisen, bilden fast ohne Ausnahme ein oder mehrere Rhizome und Prolifikationen, wie es in meiner vorigen Arbeit (II) näher beschrieben wurde. Der Unterschied zwischen solchen und dem oben erwähnten Versuchsblatte Nr. 23 besteht somit darin, daß an letzterem das neue (zweite) Blättchen ganz nahe am Wundrande entstand, während sonst die Prolifikationen einer viel mehr nach der Spitze hin gelegenen Stelle entspringen.

Was die Art der Organbildung betrifft, so reiht auch das Blatt Nr. 23 sich dem gewöhnlichen Typus an, doch nicht was die Stelle der Blattbildung angeht; es hatte hier somit eine Verschiebung der Ursprungsstelle dieser Prolifikation nach unten hin stattgefunden. Als Ursache dieser Verschiebung darf das Vorhandensein und das Wachstum des Blattanfanges nahe an der Wunde angesehen werden, ein Einfluß, welchen wir auch weiter unten noch mehrmals zu erkennen Gelegenheit haben werden.

Bei den übrigen fünf Blättern kam dieser Einfluß nicht zum Ausdruck, weil sie Rhizome bildeten und diese, hier wie sonst, dicht bei der basalen Wunde auftraten.

### Dritter Fall. Der Blattanfang bildet Rhizoïde.

Obwohl das Betragen aller hierher gehörigen Versuchsblätter darin übereinstimmte, daß der Blattanfang Rhizoïde bildete, so mag es bei der Beschreibung praktisch sein, hier zwei Fälle zu unterscheiden (obwohl diese vielleicht nur graduell verschieden sind), und zwar je nachdem das Blättchen Rhizoïde als Nebenorgane bildet, oder ob der ganze Blattanfang zu Rhizoïden oder zu einem Rhizoïdbündel auswächst.

#### A) Das Blättchen läßt Rhizoïde entstehen.

Auch hier wollen wir wieder einen Unterschied machen zwischen den Versuchsblättern, welche außerhalb der Veränderungen am Blattanfange noch Organe am Wundrande bilden, und denen, wo solche Organbildung ausblieb.

a) (Vgl. Fig. 9, 10, Taf. I). Bei drei der Versuchsblätter geschah letzteres (Nr. 1, 8, 29); an den beiden erstgenannten (welche wenig stark waren) war der Blattanfang ganz klein,  $1\frac{3}{4}$  resp.  $\frac{1}{4}$  mm, und es zeigte sich, daß nach 14 Tagen aus den Anfängen, welche nicht weiter gewachsen waren, einzelne Rhizoïde hervorgesproßt waren; Fig. 9 gibt als Beispiel solches für Versuchsblatt Nr. 1, an.

Das dritte Blatt jedoch, viel größer als die beiden ersten, trug einen Anfang von 12 mm Länge, welcher, durch die Verbreiterung und Abplattung an der oberen Hälfte, einen ausgesprochenen Blatt-Charakter zeigte. Neun Tage später war es  $23 \times 7$  mm groß, trug eine junge Prolifikation (welche später weiter wuchs und dann nochmals proliferierte), ließ außerdem vier kräftige Rhizoïde entstehen, welche etwa aus der Mitte der Blattfläche hervortraten, um wieder vier Tage später nochmals zehn andere Rhizoïde, nahe am Blattrande und an der Spitze, zu bilden; Fig. 10 a und b zeigen den unteren Teil des Versuchsblattes (welches im ganzen etwa 110 mm lang war) beim Anfang des Versuchs und 17 Tage später.

Gerade unter der Anheftungsstelle des ursprünglichen jungen Blattes waren zwei kräftige Rhizoïdbündel angewachsen, ähnlich somit wie in unserer Fig. 6 (vgl. S. 85); ein drittes schwächeres stand an der gegenüberliegenden Seite, doch an der Wunde selbst kamen Rhizoïde nicht vor. Der Blattanfang hatte somit auch hier seinen Einfluß auf den Ort der vorwiegenden Rhizoïdbildung ausgeübt.

b) (Vgl. Fig. 11, 12, 13, Taf. I). Der junge Blattanfang bildete bei vier der Versuchsblätter Rhizoide, während das ihn tragende Blatt Organe, hier stets Rhizome, hervorsprossen ließ. Jene Blätter hatten die Versuchsnummern 2, 12, 24, 43.

Nur eins der Blattanfänge wuchs zuerst zu einem Blättchen aus (Nr. 24), bildete dann zwei Rhizoide, um nachher zu proliferieren, während zu gleicher Zeit in der Nähe ein Rhizom mit Rhizoïden auswuchs (vgl. Fig. 11 *a, b, c*); der Blattanfang war schon ziemlich groß ( $7 \times 2$  mm), als das Blatt abgeschnitten wurde, und damit hing es wohl zusammen, daß es seine Blattnatur auch nach dem Abschneiden vollständig behielt, so daß es schließlich  $20 \times 8$  mm groß war, und dann zu proliferieren anfang. Die Bildung von Rhizoïden an nicht üblicher Stelle wird aber wohl auf die Wirkung von durch das Abschneiden hervorgerufenen inneren Kräften zurückzuführen sein.

Bei den drei übrigen Versuchen war der Blattanfang klein ( $1\frac{1}{3}$  mm, Nr. 43) oder ganz klein ( $\frac{1}{4}$  mm, Nr. 2, 12). Bei diesen beiden letzteren entsprangen dem kleinen Kegelchen zwei Rhizoide, beide neben dem Gipfel inseriert, obwohl dieser unversehrt war; es war somit deutlich, daß der Blattanfang nicht einfach als Rhizoïd weiterwuchs (vgl. Fig. 12 *a*, Tafel I), wie solches der Fall war bei den unten (unter III B b) zu erwähnenden Blättern; Fig. 12 *b* zeigt den unteren Teil desselben Blattes von der Fläche gesehen, beide 12 Tage nach dem Abschneiden des Blattes.

Beim Versuchsblatt Nr. 43 stand der Blattanfang gerade an der Wunde; die Spitze war abgestorben, und so kamen die Rhizoide seitlich zum Vorschein, wie es Fig. 13 *b*, Taf. I, 4 Tage nach Anfang des Versuchs gezeichnet, zeigt. Beim Abschließen des Versuchs, nach 10 Tagen, hatten sich zwei kräftige Rhizome (6 und 19 mm lang) in der Nähe des Blattanfanges gebildet, an den Stellen in Fig. 13 *a* mit  $R_1$  und  $R_2$  angedeutet.

B) Der Blattanfang wächst zu Rhizoïden aus.

Bei allen den hierhergehörigen fünf Versuchsblättern fand Organbildung nahe an der Wunde statt, so daß hier nur der Fall b zu erwähnen ist (vgl. Fig. 14, 15, Taf. I).

Bei vier der fünf Blätter (Nr. 11, 48, 50, 51) waren die Resultate fast ganz identisch; sie werden durch die Fig. 14 *a, b* und *c* illustriert. Der Blattanfang war bei diesen stets klein, von  $\frac{1}{4}$  bis 1 mm, und dieser wuchs sehr bald nach dem Abtrennen des Blattes von der Pflanze in Rhizoïde aus; Fig. 14 *b* zeigt, wie

bei Nr. 11, 2 Tage schon nach dem Abschneiden, an dem vergrößerten Kegelchen vier kleine Rhizoide entstanden waren, von welchen drei ganz nahe an der Spitze saßen; 16 Tage später hatte sich aus dem Blattanfang ein sehr kräftiges Rhizoïdbündel entwickelt, wie es Fig. 14*c* zeigt. Viele andere Rhizoïde waren außerdem dicht am Wundrande zum Vorschein gekommen, während weiter hinauf zwei kurze Rhizome (welche nicht gezeichnet sind), jedes mit einem jungen Blättchen, sich entwickelt hatten.

Von den drei übrigen Versuchsblättern zeigte nur eines (Nr. 51) spärliche Rhizoïde am Wundrande, während solche bei den beiden übrigen (Nr. 48, 50) gänzlich fehlten. Außerdem hatte jedes dieser Blätter ein oder zwei kurze Rhizome gebildet.

Beim fünften der hierher gehörigen Blätter, Nr. 47 (vgl. Fig. 15*a, b, c*, Taf. I), war auch aus dem winzigen Blattanfange schon nach drei Tagen ein ganz kräftiges Rhizoïdbündel entstanden (Fig. 15*b*) und bildete sich nachher außerdem ein Rhizom aus, welches genau hinter dem Bündel stand (Fig. 15*c*), ein Verhalten, welches übrigens mehrmals vorkommt, und auch schon in meiner vorigen Abhandlung (II) besprochen wurde.

Bei den fünf Blättern kam somit die Blattnatur des winzigen Organanfanges gar nicht zum Vorschein, weil dieser sich gänzlich in Rhizoïde auflöste.

#### Vierter Fall. Der Blattanfang bildet Rhizome.

Ein verschiedenes Verhalten des Blattanfanges trat auch hier beim Weiterwachsen auf, je nachdem der Anfang seitlich ein Rhizom entsproßen ließ, oder die Blattspitze selber als Rhizomspitze weiterwuchs. Zwecks einer besseren Übersicht werden auch hier diese Fälle gesondert besprochen werden.

Bei den vorher erwähnten Blättern, welche zu den drei ersten Fällen gerechnet wurden, ist außerdem ein Unterschied gemacht worden, je nachdem die Versuchsblätter am Wundrande noch andere Organe bildeten (außer denen, welche dem Blattanfange entsproßen) oder nicht. Es handelte sich dabei, wie wir sahen, speziell um die Rhizome, weil nur diese die Ausbildung eines vollständigen Individuums einleiten.

Da nun in diesem vierten Falle der Blattanfang selber schon ein Rhizom bildet, ist es weiter von untergeordneter Bedeutung, ob nebenbei das Versuchsblatt auch an anderer Stelle noch ein Rhizom bildet. In den vorhergehenden Fällen wurde auf dieses

verschiedene Verhalten eine Einteilung der Versuchsblätter basiert, welche hier somit unterbleiben kann.

A. Am Blattanfange entsteht das Rhizom seitlich (vgl. Fig. 16, 17, 18, Taf. I; Fig. 19, 20, 21, Taf. II).

Bei den 17 hierher zu zählenden Blättern handelt es sich um die Versuchsnummern: 3, 4, 9, 10, 18, 20, 22, 31, 42, 46, 53, 54, 55; 19, 25, 28 und 32 (nur bei letzteren vier bildete auch noch ein Rhizom oder eine Prolifikation sich an oder bei der basalen Wunde aus).

Der Blattanfang war in diesen Fällen beim Abschneiden des ihn tragenden Blattes, oft schon nicht mehr ganz klein, so daß er durch seine Form mehr oder weniger deutlich seine Blattnatur kund gab. Die Länge der Blattanfänge wechselte zwischen 2 und 8 mm. Wahrscheinlich dementsprechend zeigte der Blattanfang auch noch bei verschiedenen Blättern ein deutliches Wachstum: nur sechs behielten dieselbe Größe, acht wurden 1—2 $\frac{1}{2}$  mal größer, und drei wuchsen noch mehr aus, bis zum 3—5fachen der ursprünglichen Länge. Das größte Blättchen erreichte schließlich jedoch nur eine Länge von 29 mm, was allerdings sehr gering ist im Vergleich zu den normalen Blättern und Prolifikationen, welche vielfach über 100 mm lang werden.

Obwohl das Abschneiden des Blattes die Entwicklung des jungen Blattanfanges somit nicht stets verhinderte, so wurde sein Wachstum dadurch doch sehr beeinträchtigt. Eine Beziehung zwischen dem Wachstum des Blattanfanges und der Ausbildung anderer Organe aus diesem ließ sich nicht feststellen.

Was das Schicksal des Blattanfanges betrifft, so ist es nicht leicht, wegen der sehr großen Formenverschiedenheiten welche sich bei seiner Weiterentwicklung zeigten, eine zusammenfassende Beschreibung von allen hierher gehörenden Fällen zu geben. Dennoch mußte ich mich dazu entschließen, weil eine Beschreibung jedes einzelnen Falles ohne zahlreiche Abbildungen kaum ein klares Bild verschaffen würde, und außerdem viele Einzelheiten enthalten müßte, welche doch für die allgemeinen Schlußfolgerungen ohne Bedeutung wären.

Die Versuchsblätter zeigten vorerst einen Unterschied, je nachdem der Blattanfang nur ein Rhizom, oder außerdem noch Rhizoide bildete. Ersteres kam bei 6, letzteres bei 11 Blättern vor.

Wir wollen zuerst die einfacheren Fälle besprechen, in welchen nur ein Rhizom aus dem Blattanfange hervortrat (Nr. 4, 18, 19, 32, 54, 55).

Bei den Versuchen Nr. 4 und 32 entwickelte sich das neugebildete Rhizom nur sehr spärlich: es kam nicht weiter als zur Anlage eines kleinen Hügels von noch nicht einmal 1 mm Höhe. Mangelhafte Ernährung des Blattanfanges war daran Schuld: bei Nr. 4 war das Versuchsblatt überhaupt klein, nur etwa 30 mm lang und außerdem starb ein bei der Spitze gelegenes Stück davon während des Versuches ab. Bei Nr. 32 fand etwa dasselbe statt wie bei dem früher auf S. 86 beschriebenen und in Fig. 7, Taf. I abgebildeten Versuchsblatt Nr. 45, weil die Blattform sowie die Stellung des Blattanfanges dem bei letzteren ähnlich waren, nur waren bei Nr. 32 die Prolifikationen viel größer und kräftiger. Auch hier gingen daher die aus dem Prolifikationsstiel heraustretenden Protoplasmaströme gerade hinunter, bis sie auf die Wunde stießen, wo sie eine üppige Entwicklung von Rhizoïden hervorriefen, doch traten sie kaum in Verbindung mit dem Blattanfange, welcher daher nur sehr dürftig versorgt wurde. Daß das Versuchsblatt kräftig genug war, läßt sich schließen aus der Entwicklung zweier kräftiger Rhizome auf der Prolifikation, von denen einer ganz unten, nahe am Stiele, der zweite etwas höher hinauf inseriert war.

Daß jene Hügelschen, trotz des Mangels an deutlichen morphologischen Charakteren, in beiden Fällen als junge Rhizome zu betrachten sind, leite ich aus dem Umstande ab, daß sie viel zu breit waren, um Rhizoïde sein zu können, und daß in anderen Versuchen an Blattanfängen in ganz ähnlicher Weise stets Rhizome und nie Blätter entstanden.

In Versuch Nr. 19 (Fig. 18, Taf. I) wuchs der anfangs 6 mm lange und fast zylindrische Blattanfang in 7 Tagen zu einem Blatte von 29 mm lang und 7 mm breit aus und fing dann an, am Stiele desselben ein Rhizom zu bilden, welches nur etwa 10 mm lang wurde und ein einzelnes Rhizoïd bildete. Ein zweites, ebenfalls nicht sehr kräftiges Rhizom entstand auf dem Tragblatte, dicht über der Verwundung.

Bei Nr. 54 wurde der Blattanfang schließlich nur 6½ mm groß und bildete zwei kurze, ziemlich dicke Rhizome, welche keine Nebenorgane bildeten.

Der Fall von Blatt Nr. 55 zeigte insoweit eine Komplikation, als die ursprüngliche Spitze des Auswuchses abgestorben war und

sich, anstatt dieses, zwei neue gebildet hatten, bevor das Versuchsblatt abgeschnitten wurde. Beide Spitzen wuchsen zu Blättchen aus, die schließlich  $6 \times 2$  mm, resp.  $26 \times 9$  mm groß waren; das kleinere trieb jedoch dann ein kurzes, mit einem Rhizoide versehenes Rhizom nahe der Spitze.

Während es in diesen fünf Fällen somit nicht zur Bildung eines kräftigen Rhizomes kam, so war solches sehr entschieden der Fall beim letzten Blatte, Nr. 18. Der Blattanfang war zuerst nur 2 mm lang und zylindrisch; er veränderte nachher weder Form noch Dimension; doch schon nach 3 Tagen war an seiner Basis der Anfang eines Rhizomes sichtbar, welches dann in 13 Tagen zu einem kräftigen Organe auswuchs, mit verschiedenen starken Rhizoïden und außerdem einem jungen Blättchen. Wenn man von Details in der Form zumal des Blattanfanges absieht, so kann Fig. 21 c, Taf. II, sehr wohl auch diesen Fall illustrieren (nur mit Ausnahme natürlich jener Rhizoïde,  $\rho$ , welche dort am Blattanfange  $a$  vorkommen und hier, wie anfangs gesagt, fehlen).

Der prinzipielle Unterschied zwischen den 11 Versuchsblättern, welche jetzt beschrieben werden sollen, und den 6 soeben erwähnten besteht, wie oben hervorgehoben, somit darin, daß erstere nicht nur ein Rhizom, sondern auch Rhizoïde bildeten.

Es soll jedoch beachtet werden, daß mit diesen Rhizoïden nur jene gemeint sind, welche am Blattanfange sich bilden, und zwar von diesen nur jene, welche entweder gleich hoch, oder höher als das Rhizom inseriert sind. Stehen sie dagegen an der Basis des Blattanfanges, so können sie außer Betracht bleiben, da man dann höchstwahrscheinlich mit Rhizoïden zu tun hat, welche sich am Wundrande gebildet haben würden, jedoch, aus dazukommenden Ursachen, etwas verschoben sind. Später (S. 105) wird noch auf diesen Vorgang zurückgekommen werden.

Bei 3 jener 11 Versuchsblätter (Nr. 9,  $20\alpha_1$ <sup>1)</sup>, 22) trat das Rhizom in gleicher Höhe auf wie die Rhizoïde, und dann stets den letzteren gegenüber; Nr. 9 ist abgebildet in Fig. 17, Taf. I, Nr.  $20\alpha_1$  in Fig. 19 b—d, Taf. II. Es erinnert solches Verhalten nicht nur an den in Fig. 15, Taf. I, abgebildeten Fall, in welchem ein Rhizom sich hinter dem zum Rhizoïdbündel ausgewachsenen Blattanfange ausbildete, sondern auch an einige ähnliche in meiner

1) Versuchsblatt Nr. 20 trug beim Abschneiden zwei Blattanfänge, welche hier als Nr.  $20\alpha_1$  und Nr.  $20\alpha_2$  unterschieden werden.

zweiten Arbeit erwähnte (a. a. O., S. 429, 431, 439) und abgebildete (a. a. O., Taf. IX, Fig. 4*b*, 7*b*; Taf. XI, Fig. 25 *a*) Erscheinungen, so daß es sich hier um ein neues Beispiel eines bekannten Vorganges handelt.

Bei Nr. 22 blieben die neugebildeten Organe nur ziemlich klein, bei Nr. 20*a*<sub>1</sub> waren Rhizom und Rhizoide kräftiger, bei Nr. 9 bildete sich jedoch ein ganz kräftiges Rhizom aus, welches nachher ein Blatt hervorgehen ließ, welches schließlich (3 Tage nach dem in Fig. 17*c* abgebildeten Stadium) 29 mm lang und 12 mm breit war.

Bei der Mehrzahl der hierher zu rechnenden Blätter trat das Rhizom jedoch unter den Rhizoiden auf, welche letztere an oder nahe der Spitze des Blattanfanges sich gebildet hatten. Meistens entstanden die Rhizoide auch früher als das Rhizom, wie solches z. B. aus der Vergleichung der Fig. 19*f* und *g*, Taf. II, hervorgeht.

Morphologisch zeigen die hierher gehörigen neun Blätter (Nr. 3, 10, 20*a*<sub>2</sub>, 25, 28, 31, 42, 46, 53) viele Verschiedenheiten, welche jedoch alle in den Hauptzügen durch die Figuren 16, 19*e—g*, 20 u. 21 vergegenwärtigt werden, obwohl diese gerade die Fälle wiedergeben, in welchen sich die kräftigsten Rhizome ausbildeten.

Bei Nr. 10 (Fig. 16, Taf. I) war der Blattanfang beim Abschneiden des ihn tragenden Blattes etwa 3 mm lang, zylindrisch; nach 2 Tagen hatte er die doppelte Länge erreicht und verriet dadurch, daß er an der äußersten Spitze etwas abgeflacht war, seine Blattnatur (vergl. Fig. 16 *a*). Nachher entwickelte er sich jedoch nicht weiter, ließ statt dessen zuerst unter der winzigen Blattscheibe ein Rhizoïd  $\rho$  entstehen, während nachher weiter unten ein kräftiges Rhizom sich ausbildete; Fig. 16 *b* wurde 4 Tage nach 16 *a* gezeichnet. Noch zwei Tage später, während jenes Rhizom weiterwuchs, entstand oben (Fig. 16 *c*) ganz nahe beim Rhizoïd, eine zweite Rhizomspitze, welche dann zugleich mit dem ersteren ganz kräftig sich entwickelte, wie es aus Fig. 16 *d*, 3 Tage nach 15 *c* gezeichnet, zu ersehen ist.

In den beiden zuletzt genannten Figuren 16 *c* und *d* sieht man noch deutlich die nicht weiter ausgewachsene, ganz zur Seite gedrängte Blattscheibe des sich anfangs normal entwickelnden Blattanfanges.

Zwei kräftige Rhizoïdbündel hatten sich außerdem ausgebildet: eins unter dem Blattanfang und eins dahinter (vergl. Fig. 16 *d*).

Obwohl in allem schwächer entwickelt, so verhielt sich Versuchsblatt Nr. 3 dem soeben beschriebenen prinzipiell ähnlich. Unmittelbar unter dem kurzen (2 mm) zylindrischen Blattanfang entstanden zuerst drei Rhizoide; nachher sproßte ein Rhizom etwa aus der Mitte des Blattanfanges hervor, während etwas nachher über dem Rhizom ein Rhizoïd hervorsproßte. Das Rhizom wuchs bald kräftig aus und bildete ein Blatt nebst Rhizoiden. Auch hier wurde die noch immer lebende Spitze des Blattanfanges zur Seite geschoben, so daß sie schließlich nur ein Auswuchs des Rhizoïds oder Rhizoms zu sein schien.

Der Form nach abweichend, doch prinzipiell der Nr. 3 vollkommen ähnlich zeigte sich Nr. 28 (vergl. Fig. 21 *a—d*, Tafel II), obwohl sich hier kein zweites Rhizom ausbildete. Von einiger theoretischen Wichtigkeit ist der Umstand, daß die äußerste Spitze des jungen Blättchens hier gleich beim Anfang abgestorben war; wahrscheinlich wurde es beim Abschneiden des Tragblattes zufälligerweise verletzt. Daß hier dennoch die Weiterentwicklung des Blattanfanges in vollkommen ähnlicher Weise wie z. B. in Fig. 16 und wie auch in anderen hier nicht näher beschriebenen oder abgebildeten Fällen stattfand, beweist wieder, daß eine Verletzung der Spitze ohne Einfluß auf das Schicksal des Blattanfanges ist.

In Fig. 21 *d*, welche den unteren Teil des Blattes am Ende des Versuches in natürlicher Größe zeigt, sieht man außerdem, daß es neben dem Rhizome, welches auf dem Blattanfange entstand, noch ein kräftiges, aber etwas kleineres Rhizom daneben, doch in etwa gleicher Entfernung vom Wundrande, gebildet hat.

Bei Nr. 31 blieb die Spitze des Blattanfanges unversehrt und vergrößerte sich in den ersten Tagen nach dem Abschneiden des Blattes von  $3 \times 1$  mm auf  $10 \times 4$  mm; dann bildete sich ein Rhizoïd auf diesem Blättchen, und kurz nachher entstand die Spitze eines Rhizomes an der Stelle, wo der Blattstiel in die Fläche überging, während schließlich eine Anzahl ganz in der Nähe der Spitze aus dem Blättchen hervorgingen.

Nr. 25 verhielt sich dem vorigen sehr ähnlich; bei beiden blieb das Rhizom verhältnismäßig schwach.

Die Verhältnisse, welche Nr. 20 *a*<sub>2</sub> zeigte, waren wiederum wenig verschieden; sie werden genügend von den Figuren 19 *a*, *e—g* erläutert. Schon vor dem Abschneiden des Blattes war die Spitze jenes Blattanfanges abgestorben und hatte sich ein neuer Blattanfang *e* gebildet; nach dem Abschneiden starb jedoch auch

diese Spitze ab, und später bildeten sich unter ihr zwei Rhizoide aus, *f*, unter welchen dann ein neues Rhizom hervorsproß, *f* und *g*.

Die drei letzten hierher gehörigen Blätter Nr. 42, 46 und 53 zeigten ein so ähnliches Verhalten, daß sie vollständig von den auf Nr. 46 sich beziehenden Figuren 20 *a—d* verdeutlicht werden. Der einzige Unterschied ist, daß bei Nr. 42 und 53 die äußerste Spitze des Blättchens abgestorben war; daß das Rhizom bei Nr. 53 etwas kürzer blieb als bei 42 und 46, ist von ganz untergeordneter Bedeutung.

B. Die Spitze des Blattanfanges wächst als Rhizom weiter.

Bei drei Blättern ging die Spitze des Blattanfanges unvermittelt in eine Rhizomspitze über u. zw. bei Nr. 35, 49 und 52. Die beiden ersteren werden von den Figuren 22 und 23 Taf. II erläutert.

Bei Nr. 35 war der Blattanfang beim Beginn des Versuchs ganz klein, nur etwa  $\frac{1}{4}$  mm (Fig. 22*a*) groß; 5 Tage später hatten sich kräftige Rhizoide an der basalen Blattwunde gebildet, doch erst nachher fing auch der Blattanfang zu wachsen an. 11 Tage nach dem Beginn hatte sich ein zylindrisches Organ, ein Rhizom, ausgebildet, welches dann 4 mm lang war (Fig. 22*b*); bald nachher hörte aber das Längenwachstum auf, doch bildete sich seitlich ein verkehrt herzförmiges Blättchen aus, welches 16 Tage nach dem Beginn 12 mm lang und 6 mm breit war (Fig. 22*c*). Es wuchs noch weiter, denn 4 Tage später maß es schon  $18 \times 5$  mm und zeigte dann die Anfänge von Prolifikationen, welche nachher zu Blättchen wurden. Rhizoide waren damals am Rhizom nicht gebildet; der Versuch mußte wegen der Abreise unterbrochen werden.

Auch bei Versuchsblatt Nr. 49 war der Blattanfang ganz klein,  $\frac{1}{4}$  mm (Fig. 23*a*); 4 Tage nachher war er jedoch zu einem zylindrischen Organ von  $4\frac{1}{2}$  mm Länge ausgewachsen, an dessen Basis sich ein Rhizoïd befand (Fig. 23*b*). Rhizome und Rhizoïde entwickelten sich weiter; ersteres war 5 Tage später schon etwa 15 mm lang und trug dann außerdem in kurzer Entfernung von der Spitze ein kleines Rhizoïd. Dieses Rhizom brachte es nicht zur Blattbildung, doch auch dieser Versuch mußte wegen der bevorstehenden Abreise unterbrochen werden.

Beim dritten und letzten Versuchsblatte war der Blattanfang schon beim Beginne etwas größer u. zw.  $1\frac{1}{2}$  mm. Schon 2 Tage

später war er  $2\frac{1}{2}$  mm lang und wieder 2 Tage später hatten sich drei kleine Rhizoide aus seiner Basis entwickelt, in ähnlicher Weise wie es Fig. 23 b zeigt, während auch nahe der Spitze sich ein kleiner Auswuchs gebildet hatte, wahrscheinlich ein junges Blättchen. Dieses nahm nachher jedoch kaum mehr an Länge zu, ebensowenig wie das Rhizom; die Ursache davon war, daß in kurzer Entfernung der basalen Wunde ein größerer Abschnitt des Blattes durch unbekannte Veranlassung abstarb, so daß die Ernährung der jungen Organe mangelhaft wurde.

### Resultate.

Die Versuche über Organveränderung hatten den Zweck zu untersuchen, wie kräftig die Natur eines schon angelegten Organes äußeren und inneren Einflüssen gegenüber ist. Die Organisation und Eigenschaften der benutzten Pflanze bedingten, daß in dieser Hinsicht nur junge Blätter untersucht werden konnten.

Einige wenige Versuche, in welchen die Pflanze in verkehrter Stellung weiter kultiviert wurde, wodurch der auf dem Rhizome schon vorhandene Blattanfang in anderer Richtung von den für den Ort ihres Auftretens maßgebenden Einflüssen (Licht und Schwerkraft) getroffen wurde, wurden angestellt.

Das Ergebnis, daß demungeachtet der Blattanfang sich als Blatt weiterentwickelte, würde beweisen daß die Natur des jungen Blattes stärker wirkt als die genannten äußeren Einflüsse, obwohl letztere, wenn sie in jener Weise von dem ersten Anfang der Blattanlage zu wirken angefangen hätten, ungefähr an derselben Stelle die Bildung eines Rhizoïdes würden hervorgerufen haben.

Die Natur des einmal angelegten Organes (in casu Blattes) wäre somit stärker als die äußeren Reize, welche ihn mit hervorgerufen. Es waren diese Versuche jedoch nur sehr wenig zahlreich und so ist dieser Schluß weder feststehend noch erschöpfend.

Alle anderen (45) Versuche bezogen sich auf Blätter, auf denen sich Blattanfänge oder junge Blättchen entwickelt hatten, und welche dann dicht unter diesen abgeschnitten wurden.

Das allgemeine Ergebnis war zuerst, daß sich der Blattanfang nicht normal weiter entwickelte. Daß er nicht sofort und ungestört weiterwuchs, läßt sich selbstverständlich aus veränderten Nahrungsbedingungen herleiten, obwohl das nachträgliche Wachstum, in einer oder anderer Form, beweist, daß Nahrungsmangel auf

die Dauer nicht eintrat. Bei den meisten Versuchsblättern (etwa 70 %) erfuhr die ursprüngliche Veranlagung durch das Abschneiden eine Veränderung, weil der Blattanfang zum Rhizoïd oder zum Rhizom wurde.

Die vier Fälle, welche beobachtet wurden, waren in folgender Weise numerisch verteilt:

	Anzahl Versuche	Prozent- satz
I. Der Blattanfang bleibt gänzlich unverändert <sup>1)</sup> . . . . .	6	13 <sup>2)</sup>
II. Der Blattanfang wird zu einem Blatte . . . . .	7	16
III. Der Blattanfang wird zum Rhizoïd . . . . .	12	27
IV. Der Anfang geht in ein Rhizom über . . . . .	20	44
	45	100

Es läßt sich jetzt fragen:

1. Wie kommt es, daß der Blattanfang in so vielen Fällen seine natürliche Anlage wechselt? und
2. wie kommt es, daß nicht alle Versuchsblätter sich untereinander ähnlich verhalten?

Fangen wir mit der Besprechung letzterer Frage an, so wäre es möglich, daß z. B. das Entwicklungsstadium, in welchem die ganze Pflanze sich vor dem Anfang des Versuches befand, maßgebend wäre, weil die Versuche alle vorgenommen wurden in den Monaten, wo die *Caulerpa* ihre Periode kräftigen Wachstums wieder aufnimmt und die Versuchspflanzen daher sich nicht alle in demselben Stadium befanden. Es könnte auch sein, daß die Größe des Blattanfanges beim Beginn des Versuches von Einfluß gewesen wäre, oder daß die Entfernung zwischen der Stelle des Abschneidens und der Anheftungsstelle des Blattanfanges ein wichtiges Moment bildete, letzteres zumal, weil bekannt ist, daß an einem abgeschnittenen Blatte die Rhizoïde ganz nahe an der Wunde, die Rhizome dagegen etwas höher hinauf zum Vorschein kommen.

In dieser Hinsicht ließ sich jedoch aus meinen Versuchen kein Schluß ziehen. Was den ersten Punkt betrifft, so ergab sich, daß die Fälle, in welchen Blätter, Rhizoïde oder Rhizome aus dem Blattanfange hervorgingen, sich ohne Regel über die ganze Versuchs-

<sup>1)</sup> Zwei dieser Blätter waren sehr schwach.

<sup>2)</sup> Es ist wohl selbstverständlich, daß dieser Prozentsatz nur der besseren Übersicht wegen angegeben ist und somit keine weitere Bedeutung hat.

zeit verteilten. Entweder befanden sich die Pflanzen somit alle in gleichem Entwicklungszustande, oder, wenn solches nicht der Fall war, so hatte dieses keinen wahrnehmbaren Einfluß auf die Art der Organbildung.

Ob die Länge des Blattanfanges beim Beginn des Versuchs, oder seine Entfernung zur Wunde einen Einfluß ausübten auf seine nachherige Ausbildung, läßt sich aus folgenden Zahlen ableiten:

Gruppe:		I <sup>1)</sup>	II	III	IV
Anzahl Versuche:		6	7	12	20
Länge des Blattanfanges beim Beginne, in mm	{ Grenzen <sup>2)</sup>	$1/4 - 2/3$	$1 1/2 - 8$ <sup>3)</sup>	$1/4 - 12$ <sup>4)</sup>	$1/4 - 9$
	{ Mittel	$1/3$	$3 3/4$	$2 5/8$	$3 1/2$
Distanz vom Blattanfange bis zur Wunde in mm	{ Grenzen <sup>2)</sup>	$3/4 - 1 2/3$	$0 - 2 1/2$	$0 - 4$	$0 - 8$ <sup>5)</sup>
	{ Mittel	$1 1/4$	$1 3/4$	$1 5/8$	$1 1/2$

Der geringe Unterschied, welcher zwischen den Zahlen bei den verschiedenen Gruppen besteht, zeigt, daß auch die beiden zuletzt genannten Umstände keinen Anhalt lieferten zur Entscheidung der Frage, warum die Blattanfänge sich untereinander abweichend verhielten. Vielleicht würden ähnliche, aber ausgedehntere Untersuchungen, in verschiedenen Jahreszeiten angestellt, darüber dennoch Auskunft verschaffen können.

Wir wollen jetzt die oben (S. 98) zuerst erörterte Frage: wie kommt es, daß in so vielen Fällen der Blattanfang seine natürliche Anlage aufgibt, wenn das Blatt abgeschnitten wird, eingehender besprechen.

Um sich eine Vorstellung zu machen von dem, was bei obiger Organveränderung vor sich geht, wollen wir zuerst betrachten, wie überhaupt ein Blatt angelegt wird, dann untersuchen, was vor sich geht, nachdem ein Blatt abgeschnitten wurde, und schließlich, wie man sich die Veränderung eines Blattanfanges in Rhizoid oder Rhizom denken könnte.

Der allererste Anfang eines neuen Blättchens auf Blatt oder Rhizom erkennt man an dem Auftreten eines niedrigen weißen Fleckchens, welches sich von dem dunkeln Grün der Umgebung

1) Die Bedeutung dieser Zahlen ist dieselbe wie auf S. 98.

2) Minimaler und maximaler Wert bei den zu dieser Gruppe gehörenden Versuchsblättern.

3) Nur 1 von 8 mm, alle übrigen von  $1 1/2 - 4 1/2$  mm.

4) Nur 1 von 12 mm, 1 von 7 mm, die übrigen  $1/4$  bis 2 mm.

5) Nur 1 von 8 mm, alle übrigen 4 und weniger.

scharf abhebt. Dieser Flecken wird hervorgerufen durch die Ansammlung einer ganz geringen Menge von Blattmeristemplasma, welches eine weißliche Farbe hat. Eine Erhebung fehlt dann noch, doch diese stellt sich bald nachher ein.

Die Erhebung kommt durch eine Ausbuchtung der Wand zustande, und nur die Turgorkraft kann die Veranlassung dazu sein. Daß jedoch gerade an jener Stelle, und gerade in dem Moment, eine Auftreibung der Wand stattfindet, muß sicherlich einer Veränderung der mechanischen Eigenschaften der Wand an jener sehr beschränkten Stelle zugeschrieben werden. Wenn man hierbei in Betracht zieht daß Noll<sup>1)</sup> durch seine interessanten Versuche, mittels Einlagerung von Berliner Blau in die Wände wachsender Organe, bewiesen hat, daß bei verschiedenen Siphoneen die neuen Organe angelegt werden, indem die äußeren Wandschichten durch die sich ausdehnenden inneren gesprengt werden, gelangt man zu der Vorstellung, daß die geringe Menge von Blattmeristemplasma auf die inneren Wandschichten einwirkt (chemisch, durch Enzymwirkung?) und zwar so, daß diese dehnbarer werden. An dieser weniger resistent gewordenen Stelle, und nur an dieser, wird dann die Turgorkraft eine winzige Aufblähung verursachen, bei der die innere Wandschicht gedehnt, die äußere (ältere) gesprengt wird. Nicht nur das Entstehen eines Blattes geht in dieser Weise vor sich, sondern auch das Wachstum spielt sich ähnlich ab, und daher hat Noll (a. a. O., S. 122) es mit dem Namen „Eruptionswachstum“ zu charakterisieren versucht, wobei immer wieder neue Membranschichten auf der Innenseite der älteren aufgelagert werden<sup>2)</sup>. Und, da auch Rhizoide und Rhizome in vollkommen derselben Weise (doch an anderen Stellen) angelegt werden und auch alle diese an der Spitze wachsen, d. h. in der Gegend, wo sich das betr. Meristemplasma befindet, kann man schließen, daß bei *Caulerpa* Wachstum und Organbildung durch eine lokale Lockerung der inneren Wandschichten, welche ohne Zweifel durch Einwirkung von dem gerade dort anliegenden Meristemplasma stattfindet, eingeleitet werden.

Das Meristemplasma von Blatt, Rhizom und Rhizoïd ruft somit in unter sich ähnlicher Weise die lokale Lockerung bei der

1) Experimentelle Untersuchungen über das Wachstum der Zellmembran; Abhandl. der Senckenb. Naturf. Gesellschaft, 1887, Bd. XV. S. 101.

2) Dieses Wachstum, nur durch Dehnung, erklärt wohl auch die oft erstaunliche Wachstumsgeschwindigkeit, welche *Caulerpa* zeigen kann.

Anlage der betreffenden Organe hervor; ob schließlich das eine oder das andere Organ entsteht, muß damit zusammenhängen, wie sich nachher die Lockerung lokalisiert: bei der Bildung eines Rhizoïds würde sie nur einen kleinen Teil der Wand in Anspruch zu nehmen brauchen, bei Rhizom- und Blattbildung würde, der größeren Dicke entsprechend, eine etwas größere Stelle der Wand beim Anfang gelockert werden müssen; bei allen bliebe die Lockerung auch späterhin auf die Spitze lokalisiert. Bei Rhizoïd und Rhizom würde die Lockerung bleibend ringsherum an der Spitze in gleichem Maße stattfinden, denn nur so könnte man die zylindrische Form mechanisch erklären, und das Gleiche wäre beim Blatte der Fall, solange der Blattstiel, der zuerst entsteht, sich bildet. Die nachher auftretende Abflachung an der Stielspitze müßte man sich dann durch eine Umlagerung des Meristemplasmas entstehen denken, indem dieses sich auf eine schmale, über die Spitze hinweglaufende Linie zusammenzieht, so daß nunmehr eine Ausbreitung des Organes nur in der Richtung dieser Linie zustande kommt<sup>1)</sup>.

Da Wachstum oder Organbildung nicht aufzutreten scheint, ohne vorherige Ansammlung von Meristemplasma an der betreffenden Stelle, scheint die lockernde Wirkung (Enzymwirkung?) nur diesem Plasma zuzukommen.

Es entsteht somit ein neues Organ, wenn eine gewisse Menge von Meristemplasma an einem kleinen Fleck zusammengeströmt ist, welcher genügt, um eine Lockerung der inneren Wandschicht zu veranlassen. Ob ein junges Organ zu Blatt, Rhizom oder Rhizoïd werden wird, hängt jedoch, wie man annehmen muß, mit Unterschieden im Meristemplasma zusammen, welche uns noch nicht bekannt sind.

Dennoch läßt sich die Natur eines jungen Organs an äußeren Merkmalen durchgehends erkennen.

Die Bildung eines neuen Blättchens findet in der schon früher (II, S. 431) folgendermaßen beschriebenen Weise statt: „Wenn auf dem Blatte einer unverwundeten Pflanze oder auf einem Rhizome ein neues Blättchen sich in normaler Weise zu bilden anfängt, so zeigt sich der Anfang als ein winziges Fleckchen, welches sich durch eine weiße Farbe von dem dunkelgrünen Untergrund sehr deutlich abhebt. Auf dem Blatte, wo jene Veränderungen am

1) Nimmt diese Linie, von oben gesehen, die Form eines Y an, so entstehen Blätter mit drei Blattflächen, wie ich solche einige Male gefunden und auch abgebildet habe; vergl. meine Abhandlung II, Taf. XI, Fig. 38.

besten zu verfolgen sind, sieht man um das Pünktchen herum einen kleinen, etwas dunkleren, grünen Fleck, zu welchem anfangs keine, bald nachher einige, meistens zwei oder drei sehr feine Ströme hingehen. Das Pünktchen wächst zunächst zu einem zylindrischen Organe heran, welches den Blattstiel bildet; je größer das junge Blatt wird, um so schärfer und zahlreicher treten die Streifen hervor, welche sich auch nach unten hin immer weiter ausbilden und sich dann den schon vorhandenen Strömen anschließen.

„In der ersten Zeit ist der ganze zylindrische Fortsatz weiß; beim Weiterwachsen verbreitert er sich an der Spitze und nimmt so die Blattform an; solange das Wachstum dauert, behält die Spitze die blasse Farbe, während das Blatt von unten herauf die definitive dunkelgrüne Farbe annimmt.“

Bei der Proliferierung setzt sich somit zuerst eine ganz geringe Menge Meristemplasma an irgend einer Stelle, welche vorher nicht zu bestimmen ist, fest; sehr bald darauf erhebt sich ein winziger Auswuchs über die Blattoberfläche und indem das Blättchen weiterwächst, strömt eine zuerst stets wachsende Menge Meristemplasma an der Stelle zusammen (von allen Seiten, oder nur von oben her?).

Auch bei der normalen Blattbildung auf dem Rhizome beobachtet man ähnliches, weil das jüngste Blatt immer ziemlich weit hinter der Rhizomspitze entsteht<sup>1)</sup>, also an einer Stelle, wo die weiße Farbe schon einer dunkelgrünen Platz gemacht hat. Auch dort geht somit dem Anwachsen eine Neuansammlung von Blattmeristemplasma unmittelbar voran, welches Plasma dann wieder allmählich zunimmt und die Spitze des wachsenden Blattes ausfüllen bleibt.

Die Anlage von Rhizoïden und Rhizomen findet dagegen in ganz anderer Weise statt: Die wachsende Rhizomspitze ist, wie schon ihre weiße Farbe ausweist, über einzelne Millimeter mit Meristemplasma ausgekleidet. Daß hier auch die normale Verzweigung des Rhizomes stattfindet, kann ich nicht behaupten, weil ich solches nie beobachtete, doch ebensowenig sah ich je eine junge Rhizomspitze sich an den älteren Teilen eines unversehrten Rhizomes ausbilden.

1) Vergl. meine Arbeit II, S. 421 sowie verschiedene der Figuren daselbst. In den beiden oben (S. 80) besprochenen Versuchen betrug die Entfernung zwischen dem ganz kleinen Blattanfang (etwa  $\frac{1}{4}$  mm hoch) und der Rhizomspitze 13 resp. 25 mm. Diese junge Blättchen wuchsen so schnell, daß das erste nach zwei Tagen  $10 \times 4,5$  mm groß war, während das zweite am nächsten Tag schon  $4 \times 2$  mm maß.

Das Fehlen jeder derartigen Beobachtung wird genügend erklärt durch die große Seltenheit des Auftretens von Rhizomzweigen an einer unbeschädigten Pflanze. Auch mit Rücksicht auf das auch unten noch zu besprechende Verhalten des Meristemplasmas zum Rhizom scheint mir am wahrscheinlichsten, daß es sich herausstellen wird, daß die Verzweigung nahe bei der Spitze vor sich gehe.

Das jüngste Rhizoïd wird fast ohne Ausnahme ganz dicht hinter der Rhizomspitze angelegt, so dicht daß es, auch weil das Rhizoïd anfangs schneller wächst als das Rhizom, den Anschein haben könnte, als hätte letzteres sich dichotom geteilt, wie es z. B. auf Fig. 26, Taf. XI meiner früheren Arbeit (II) zu sehen ist.

Während somit junge Blätter schon einen Auswuchs bilden, wenn nur sehr wenig Meristemplasma beisammen ist, treten Rhizoïde (und neue Rhizomspitzen?) auf an Stellen, wo sich solches Plasma stark angehäuft hat.

Dasselbe gilt nun auch für die adventiven Rhizome und Rhizoïde, wie es aus meinen früher publizierten Beobachtungen (II) hervorgeht: es treten jene nämlich an abgeschnittenen Blättern erst auf, nachdem sich eine bedeutende Menge durch Entmischung freigeordneten Meristemplasmas an der basalen Wunde angesammelt hat, wobei, wie beschrieben, die Rhizoïde hart an der Wunde zum Vorschein kommen, die Rhizome dagegen ein wenig höher hinauf ihren Ursprung nehmen.

Nachdem wir uns über dasjenige orientiert haben, was man, in Beziehung auf die vor sich gehenden Veränderungen bei der Anlage eines Blattes sowie von Rhizoïd und Rhizom weiß oder als wahrscheinlich annehmen darf, fragt es sich jetzt, wie man sich die Vorgänge, welche sich nach dem Abschneiden eines einen Blattanfang tragenden Blattes abspielen, vorzustellen hätte.

Daß das Inwirkungsetzen der basipetalen Impulsion hierbei von Einfluß ist, kann kaum bezweifelt werden, doch eben so sicher ist es, daß diese nicht als solche direkt, sondern nur indirekt, vermittels des von ihr bei der Wunde zusammengetriebenen Meristemplasmas, dabei beteiligt ist. Ist dieses der Fall, so muß man sich somit fragen, welchen Einfluß üben die beiden Meristemplasmas, d. h. also das Blattmeristemplasma im Blattanfang und das an der Basis nachträglich angesammelte Meristemplasma, welches gewöhnlicherweise für Rhizome und Rhizoïde bestimmt ist, aufeinander aus? Diese Frage läßt sich in zwei andere zerlegen: wie wirkt das erstgenannte Plasma auf das zweite, und wie das zweite auf das erste?

Fangen wir mit der Besprechung letzterer an, und fragen wir somit zuerst, welche Wirkung vom Blatt-Meristemplasma ausgeht, so verschaffen verschiedene der erwähnten Versuche darüber einiges Licht; die Einzelheiten, auf die es hier ankommt, wurden oben, bei der Besprechung jener Versuche, absichtlich nicht erwähnt.

Wenn Blätter, welche keinen Blattanfang tragen, abgeschnitten werden, so bilden sie Rhizoide und ein oder einzelne Rhizome, und zwar nahe der basalen Wunde, obwohl an Stellen, welche im übrigen nicht vorher zu bestimmen sind; nur kann man sagen, daß sie nahe am Blattrande kaum auftreten. Tragen die Blätter jedoch einen Blattanfang, der, wie in unseren Versuchen stets, dicht über der Wunde stand, so bemerkt man sehr oft, daß der Ort der später auftretenden Neubildungen nach der Richtung dieses Blattanfanges hin verschoben ist. Es hat dadurch den Anschein, als wenn das Blatt-Meristemplasma eine Anziehung ausübe auf das bei der Wunde zusammengeströmte Meristemplasma.

Diese Verschiebung zeigte sich erstens bei den Rhizoïden, welche so häufig, fast immer, an der Wunde sich ausbilden, doch außerdem auch an Rhizomen und Blättern, falls diese angelegt wurden.

Bei vier der Versuche wurden weder adventive Rhizoïde, noch Rhizome gebildet, und bei drei wurde das Blatt abgeschnitten an der Basis eines ziemlich langen Blattstiemes, wo somit die Wunde so schmal war, daß für eine Verschiebung der Anlagen nach der einen oder anderen Richtung hin der Raum fehlte. Wenn man diese Fälle ausnimmt, so ergab sich folgendes:

Die Lage des Blattanfanges übt keinen Einfluß auf den Ort des Entstehens der, oder der Mehrzahl der Rhizoïde, oder auf den des Rhizomes, aus . . .	Anzahl Fälle	Anzahl Fälle
Die meisten Rhizoïde entstehen unter oder hinter dem Blattanfang . . . . .	10	10
Das Rhizom entsteht unter oder hinter dem Blattanfang . . . . .	20	28
Es entsteht ein neues Blatt neben (etwas über) dem Blattanfang . . . . .	6	
Rhizoïde bilden sich hauptsächlich unter einem adventiven Rhizome aus . . . . .	2	
	5	5
	43 <sup>1)</sup> 43	

1) Diese Zahl stimmt nicht mit der Zahl der oben beschriebenen Versuche (45), erstens weil 7 Versuche ansfielen und zweitens weil an einigen Versuchsblättern sich zwei der hier gezählten Fälle beobachten ließen.

Es zeigen diese Zahlen somit, daß in 28 von 38 Fällen der Blattanfang eine deutliche Verschiebung der Anlagestellen der adventiven Bildungen veranlaßte, und außerdem, daß in fünf Fällen auch die adventiven Rhizome einen solchen Einfluß ausübten. Dabei ist noch hervorzuheben, daß Rhizoide und Rhizome stets unter, die neuen Blätter hingegen stets in sehr geringer Entfernung über dem Blattanfang hervorsproßten. Dieser Unterschied deutet wiederum auf ein verschiedenes Verhalten des Blatt-Meristemplasmas gegenüber dem der Rhizoide und Rhizome; auf das Bestehen einer solchen Differenz wurde schon vielfach hingewiesen.

Daß eine gegenseitige Anziehung zwischen dem wachsenden Organ und dem Meristemplasma des Organes, welches sich eben zur Ausbildung anschickt, zur Äußerung kommt, ist somit kaum zu bezweifeln. Ob nun diese „Anziehung“, die, wie es oben vorgestellt wurde, von dem Blatt-Meristemplasma auf das von Rhizom oder Rhizoïd ausgeübt wird, wirklich auf einer direkten Anziehung beruht, oder vielmehr darauf, daß der Stoffverbrauch der wachsenden Blattanlage die kräftigen Nahrungs-(Protoplasma-)ströme zu sich hinzieht, und diese, da sie doch auch bei der Anlage neuer Organe eine so große Rolle spielen, den Ort der Anlage der späteren Neubildungen mit bedingen, muß dahingestellt bleiben, weil mir die Daten zur Entscheidung fehlen, obwohl ich glaube, daß die Sache sich doch nicht in so einfacher Weise erklären ließe.

Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht außerdem, daß in so vielen Fällen, in welchen der Blattanfang ein Rhizom und Rhizoïde bildet, wie z. B. in den Figuren 16, 17, 19, 20, 21, die letzteren sehr oft nahe an der Blattspitze vorkommen und das Rhizom niedriger, oder seltener gleich hoch, zum Vorschein kommt<sup>1)</sup>. Dieses beweist um so mehr, daß nicht nur Nahrungsströme Ort und Art der Neubildungen bedingen, und daß andere nicht näher bekannte Faktoren mitwirken.

Die zweite und wichtigste Frage welche angeregt wurde, war, welchen Einfluß das Meristemplasma von Rhizom und Rhizoïd auf das des gerade angelegten Blattanfanges ausübte.

Wenn man die als Beispiele einer gegenseitigen Anziehung angeführten oben besprochenen Erscheinungen beiseite läßt, ist

1) Die Rhizoïde  $\rho_1$ , welche z. B. in den Fig. 20 c und d an der basalen Hälfte des Blattanfanges  $\alpha$  sich befinden, hätten wahrscheinlich auf dem sie tragenden Blatte an der Wunde auftreten sollen, doch sind sie hinaufverschoben worden, wohl weil es zwischen Blattanfang und Wunde an Raum mangelte.

der Haupteinfluß der, daß das durch das Abschneiden der, einen Blattanfang tragenden, Versuchsblätter verursachte Ansammeln von Rhizom und Rhizoïdplasma in vielen Fällen die Blattnatur des Blattanfanges unterdrückte, und das junge Organ zur Rhizoïd- und Rhizombildung brachte oder selbst in einzelnen Fällen direkt in Rhizom oder Rhizoïde umwandelte. Dieses zeigt, daß das später hinzugetretene Meristemplasma die Überhand gewann über dasjenige, welches die Natur des Blattanfanges bedingte, welch letzteres somit verdrückt oder verdrängt wurde.

Daß solches jedoch nicht ohne Streit stattfand, beweist der verschiedene Erfolg, welchen die Versuche ergaben, sowie auch die Fälle, in welchen das junge Blättchen anfangs normal weiterwuchs, erst später damit aufhörte und dann erst Rhizoïde und Rhizom an nicht üblichen Stellen hervorgehen ließ.

Näheres über diesen Streit läßt sich jetzt nicht angeben; daß die speziellen Eigenschaften des Meristemplasma der verschiedenen Organe dabei maßgebend sind, kann jedoch nicht bezweifelt werden.

Äußerlich sind Differenzen selbstverständlich nicht wahrzunehmen; ob sich bei genauer mikroskopischer Untersuchung an fixiertem Material irgend welche Verschiedenheit wird nachweisen lassen, ist zwar fraglich, aber doch bis zu einem gewissen Grade möglich, obwohl die Unterschiede, wenn sie angetroffen werden, nie zur Erklärung ihres verschiedenen Verhaltens führen könnten.

Nur die Ergebnisse physiologischer Versuche können uns hier somit eine Einsicht verschaffen, bis zu welchem Grade eine Ähnlichkeit oder eine Differenz zwischen Blatt-, Rhizom- und Rhizoïd-Meristemplasma besteht, und so wollen wir diese Arbeit mit einer auf solchen physiologischen Resultaten beruhenden Vergleichung schließen.

## I. Vergleichung zwischen Meristemplasma von Rhizom und Rhizoïd<sup>1)</sup>.

### 1. Übereinstimmung.

a) Das junge Rhizoïd entsteht am Rhizom ganz nahe bei der Spitze.

b) An abgeschnittenen Blättern entstehen die (adventiven<sup>2)</sup>) Rhizome und Rhizoïde aus Meristemplasma, welches durch Ent-

1) Vergleiche hierzu auch meine vorhergehende Arbeit II, S. 439.

2) Hiermit werden die Organe gemeint, welche an einem abgeschnittenen Blatte entstehen.

mischung aus dem Plasma des ganzen Blattes frei wird und durch die basipetale Impulsion nach der basalen Wunde befördert wird.

c) Ein adventives Rhizoïd entsteht nicht selten hinter einem adventiven Rhizom und umgekehrt.

d) Bei der Entstehung von Rhizoïden und Rhizomen tritt die Erhebung erst hervor, nachdem sich schon viel Meristemplasma an der betreffenden Stelle angesammelt hat.

## 2. Unterschied:

a) Licht und Geotropie bewirken das Auftreten des jungen Rhizoïds an der Unterseite der Rhizomspitze; das Rhizoïd wächst dann vertikal nach unten, das Rhizom dagegen, mit etwas gehobener Spitze, horizontal weiter. Es bestehen somit Differenzen in der Reizbarkeit zwischen beiden.

b) Das Rhizoïd-Meristemplasma gehorcht noch etwas mehr der basipetalen Impulsion, wie das des Rhizomes, weil jene am abgeschnittenen Blatte ganz nahe an der basalen Wunde, diese stets etwas höher hinauf, dicht bei der Grenze des grünen Plasmas, zum Vorschein kommen.

## II. Vergleichung

zwischen Blatt-Meristemplasma einerseits und Rhizom- und Rhizoïd-Meristemplasma anderseits.

### 1. Übereinstimmung:

a) Wenn man die Spitzen mehrerer Blätter entfernt, so kann das sich nachher abtrennende Meristemplasma neue Blattspreiten (Prolifikationen) ausbilden (meistens in ziemlich großer Entfernung unter den apikalen Wunden) oder auch Neubildung von Rhizomspitzen an dem basalen Teil der Pflanze hervorrufen<sup>1)</sup>.

b) Wenn ein wachsendes Blatt, mit weißlicher Spitze also, abgeschnitten wird, so sammelt sich viel Meristemplasma an der basalen Wunde an, während es an der Spitze verschwindet, da diese grün wird. An der Wunde entstehen dann Rhizoïde und Rhizome. Strömt nun das Blatt-Meristemplasma selbst der Wunde zu, oder vermischt es sich mit dem übrigen Plasma, aus welchem sich dann bald nachher Rhizom- und Rhizoïd-Meristemplasma abtrennt?

### 2. Unterschied:

a) Wenn ein Blatt einer unverletzten Pflanze zu wachsen aufhört, so erscheinen oft neue Blätter (Prolifikationen), welche meistens

1) Diese Erscheinungen bedürfen jedoch einer ausführlichen Nachprüfung.

in geringer Entfernung unter der Blattspitze entstehen<sup>1)</sup>; Rhizome oder Rhizoïde werden dann nie gebildet, und das Blatt-Meristem-plasma wäre somit autonom.

b) Die erste Erhebung, welche zur Bildung eines neuen Blattes führt, tritt bereits auf, wenn sich nur eine ganz geringe Menge Meristemplasmas angesammelt hat.

c) Das Blatt-Meristemplasma scheint den Einfluß der basipetalen Impulsion nicht zu empfinden.

d) In den oben beschriebenen Versuchen bildete sich hinter dem Blattanfang einige Mal ein Rhizom oder ein Rhizoïd aus, doch nur wenn der Blattanfang Rhizome und Rhizoïde bildete; wuchs dagegen der Anfang unverändert, als Blatt, weiter, so entstand hinter ihm nie ein anderes Organ. Auch dieses würde auf eine Differenz weisen, doch ist hier, der geringen Zahl der beobachteten Fälle wegen, Nachuntersuchung erwünscht. —

Wie man sieht, ist es kaum möglich, die Frage nach Ähnlichkeit oder Unterschied zwischen den verschiedenen Meristemplasmata jetzt in anderer Weise zu beantworten, als mit dem Ausspruch, erstens, daß sie zwar in einigen Eigenschaften übereinstimmen, sich jedoch schon vor der Anlage des betreffenden Organes verschieden verhalten, und zweitens, daß Rhizom- und Rhizoïd-Meristemplasma miteinander näher als mit dem Blatt-Meristemplasma verwandt sind.

Leiden, März 1910.

## Figuren-Erklärung.

Alle Figuren beziehen sich auf *Caulerpa prolifera*.

$B$ : Blatt dem Rhizome eingepflanzt,	$\alpha$ : Blattanfang,
$B_1, B_2$ usw.: aufeinanderfolgende Prolifikationen auf einem Blatte,	$\beta_1, \beta_2$ usw.: aufeinander folgende Prolifikationen von $\alpha$ ,
$R$ : Rhizom aus $B$ oder $R$ ,	$P$ : Rhizom aus $\alpha$ ,
$r$ : Rhizoïd aus $B$ oder $R$ ,	$\rho$ : Rhizoïd aus $\alpha$ .

Die schraffierten Teile sind abgestorben.

Die Zahlen zwischen Klammern geben die Tage an seit dem Anfang des Versuches.

### Tafel I.

Fig. 1. Rhizoïd 20 Stunden, nachdem es verletzt wurde, so daß nur ein Stumpf übrig blieb; 6 Zweige haben sich nachdem neu gebildet; 24 mal vergrößert (S. 74).

1) Vgl. meine frühere Arbeit, II, S. 425.

Fig. 2. Zweig eines verletzten Rhizoïds, mit drei neu gebildeten Seitenzweigen gleich unter dem abgestorbenen Teile, nach 20 Stunden; 24 mal vergrößert (S. 74).

Fig. 3. Teil eines Rhizomes, mit dem unteren Teil eines Blattes und eines Rhizoïdes, 5 Tage nach der Verletzung; eine neue Rhizomspitze hatte sich gebildet; etwa 4 mal vergrößert (S. 74).

Fig. 4 a. Stück eines Rhizomes, mit einem kleinen Blättchen, sofort nachdem die Spitze entfernt war; 1 mal vergrößert (S. 75).

b dasselbe 6 Tage später; 1 mal vergrößert (S. 75).

Fig. 5. Regeneration der Rhizomspitze, wie in Fig. 4, wobei die neue Spitze jedoch aus der Basis des Rhizoïds entspringt, 20 Tage nach der Verletzung; 4 mal vergrößert (S. 75).

Fig. 6. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 44; der kleine Blattanfang ( $\alpha$ , an der Spitze abgestorben) war in 13 Tagen nicht weiter entwickelt. Es hatte sich jedoch ein kräftiges Rhizoïdbündel unter  $\alpha$  gebildet, sowie zwei Rhizome, von welchen nur die Ansatzstellen ( $R$  und  $R_1$ ) angegeben sind;  $3\frac{1}{2}$  mal vergrößert (S. 85).

Fig. 7 a, b. Versuchsblatt Nr. 45 beim Anfang und nach 17 tägiger Kultur. Im unteren Blättchen sind die stärksten der Protoplasmaströme gezeichnet, welche zum Wundrande gehen (gerade dorthin, wo die Rhizoïde sich gebildet haben), jedoch nicht oder kaum in Verbindung treten mit dem Blattanfang  $\alpha$ ; 1 mal vergrößert (S. 86 u. 92).

Fig. 8 a. Versuchsblatt Nr. 27 beim Anfang, nat. Gr.;

b dasselbe, 21 Tage später, nat. Gr. (S. 86).

Fig. 9. Blattanfang auf dem Versuchsblatte Nr. 1, 14 Tage nach dem Abschneiden, 4 mal vergrößert. Der Blattanfang war nicht gewachsen, hatte jedoch 4 Rhizoïde gebildet (S. 88).

Fig 10 a, b. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 29 beim Anfang des Versuchs und 17 Tage später; nat. Gr. (S. 88).

Fig. 11 a, b, c. Versuchsblatt Nr. 24 beim Anfang, sowie 5 und 21 Tage später; nat. Gr. (S. 89).

Fig. 12. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 2, 12 Tage nach dem Abschneiden, a von der Seite gesehen; 6 mal vergrößert;

b dasselbe von der Fläche gesehen (das Rhizom mit regenerierter Spitze); nat. Gr. (S. 89).

Fig. 13. Unterer Teil vom Versuchsblatte Nr. 43 (S. 86 u. 89).

a beim Beginn des Versuchs; die äußerste Spitze des Blattanfanges ist abgestorben; nat. Gr. (die beiden Kreise  $R_1$  und  $R_2$  geben die Stellen an, an welchen, 10 Tage später, zwei kräftige Rhizome sich gebildet hatten),

b Blattanfang von der Seite gesehen, 4 Tage später; etwa 4 mal vergrößert.

Fig. 14 a. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 11 beim Anfang; nat. Gr.,

b, c dasselbe von der Seite gesehen; 2, resp. 18 Tage nach dem Abschneiden; beide etwa 4 mal vergrößert (S. 89).

Fig. 15. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 47, von der Seite gesehen, etwa  $3\frac{1}{2}$  mal vergrößert (S. 89 u. 93).

a Blattanfang, 2 Tage nach dem Abschneiden des Blattes,

b derselbe, 5 Tage nach dem Abschneiden, zu einem Rhizoïdbündel ausgewachsen, unter welchem, aus dem Blatte heraus, ein anderes Rhizoïd austritt,

c derselbe, 9 Tage nach dem Anfang; hinter dem Rhizoïdbündel hat sich ein Rhizom ausgebildet.

Fig. 16. Unterer Teil von Versuchsblatt Nr. 10, 4—5 mal vergrößert (S. 94 u. 105).

*a* Blatt von der Fläche gesehen, mit dem Blattanfang, 2 Tage nach dem Abschneiden des Versuchsblattes. Der zuerst zylindrische Blattanfang, etwa 3 mm lang, war dann etwa 6 mm und hatte sich an der Spitze etwas abgeflacht,

*b* dasselbe, von der Seite gesehen, 6 Tage nach dem Anfang des Versuchs,

*c* dasselbe, 8 Tage nach dem Anfang,

*d* dasselbe, 11 Tage nach dem Anfang.

Fig. 17*a*. Versuchsblatt Nr. 9, beim Anfang, nat. Gr. (S. 93 u. 105).

*b* Blattanfang allein, 4 Tage später, etwa 4 mal vergrößert.

*c* Versuchsblatt, von der Seite, mit dem ausgewachsenen Blattanfange (auch dieser ein wenig von der Seite gesehen), 9 Tage nach dem Anfang; etwa 4 mal vergrößert.

Fig. 18*a, b, c*. Versuchsblatt Nr. 19, natürliche Größe, beim Anfang, sowie 7 und 19 Tage später (S. 92).

#### Tafel II.

Fig. 19*a*. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 20, auf welchem zwei Blattanfänge  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  vorhanden waren;

*b—d* Entwicklung von  $\alpha_1$ , resp. 5, 10 und 13 Tagen nach dem Abschneiden; von der Seite gesehen; etwa 4 mal vergrößert,

*e—g* Entwicklung von  $\alpha_2$ ; *c* beim Anfang des Versuchs, *f* und *g* nach 13 und resp. 19 Tagen; *g* von der Seite gesehen; alle Figuren etwa 4 mal vergrößert (S. 93 und 105).

Fig. 20. Unterer Teil des Versuchsblattes Nr. 46, etwa 4 mal vergrößert (S. 95 u. 105).

*a* beim Anfang des Versuchs,

*b, c, d* 3, resp. 5 und 8 Tage nachdem.

Fig. 21*a*. Unterer Teil vom Versuchsblatte Nr. 28 am Anfang des Versuchs;

*d* dasselbe 15 Tage später am Ende. Beide nat. Gr.;

*b* und *c* der Blattanfang von der Seite gesehen mit dem Rhizom und den Rhizoïden, 9 und 15 Tage nach dem Anfang; beide etwa 4 mal vergrößert (S. 95 u. 105).

Fig. 22*a*. Unterer Teil von Versuchsblatt Nr. 35, nat. Gr.;

*b* dasselbe 11 Tage später: der Blattanfang wuchs zu einem Rhizome aus;

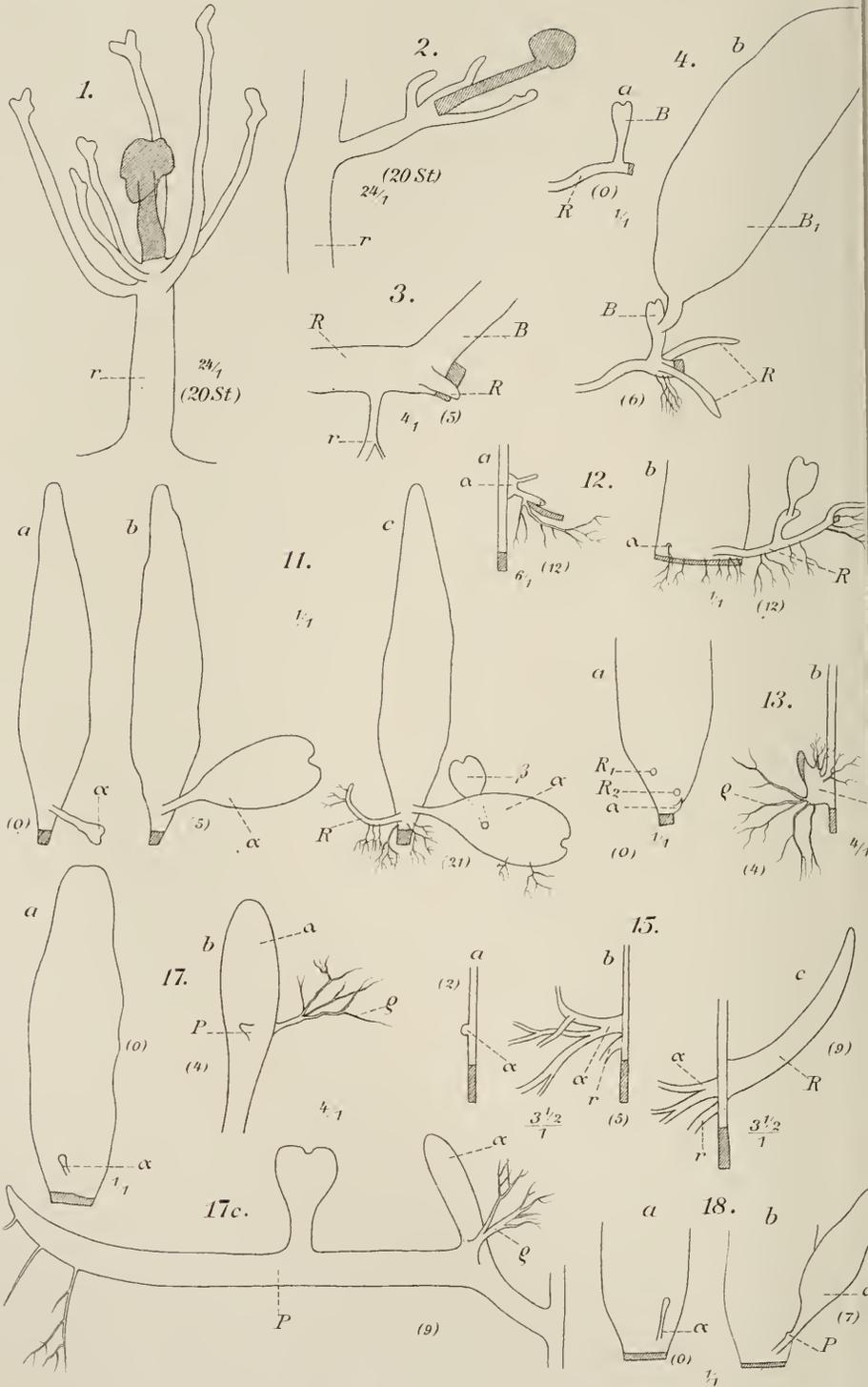
*c* dasselbe 16 Tage nach dem Anfang; das Rhizom hatte ein Blatt gebildet;

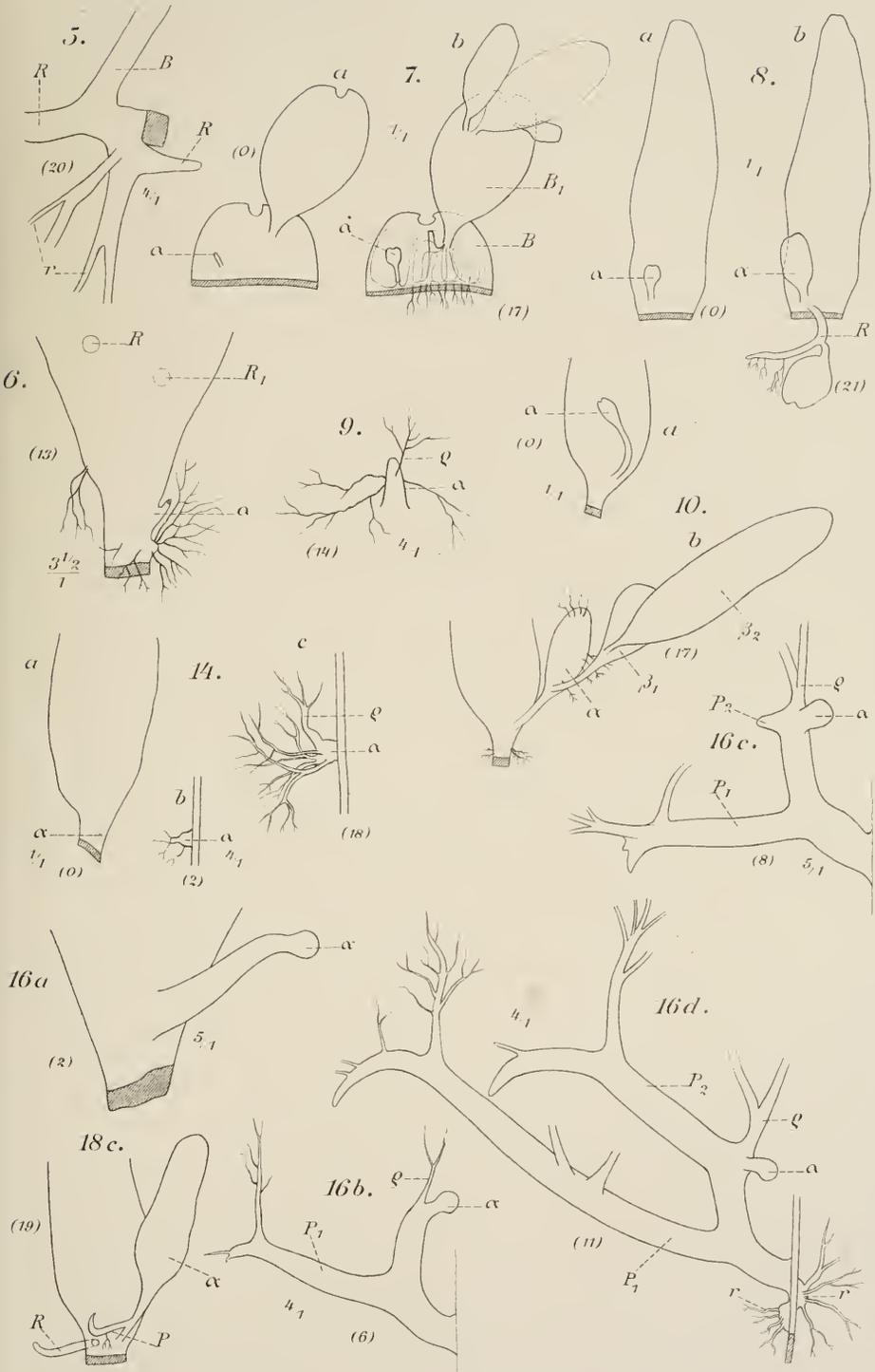
*b* und *c* etwa 4 mal vergrößert (S. 96).

Fig. 23*a*. Unterer Teil von Versuchsblatt Nr. 49, in natürlicher Größe, am Anfang;

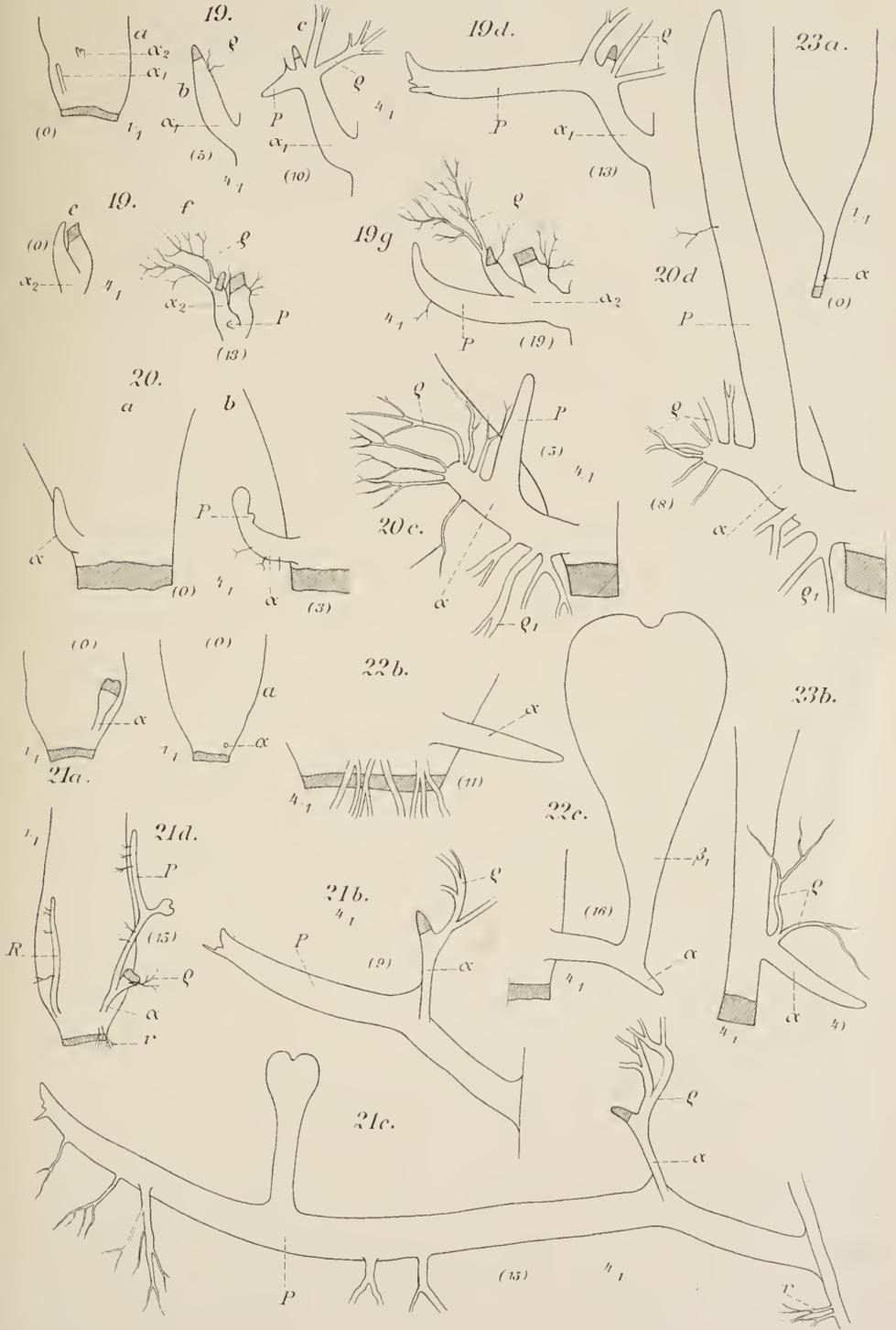
*b* dasselbe 4 Tage später, etwa 4 mal vergrößert; 5 Tage nachher war das Rhizom noch etwa 4 mal größer geworden und hatte einzelne Rhizoïde gebildet (S. 96).











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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Janse Jacobus Marinus

Artikel/Article: [über Organveränderung bei \*Caulerpa prolifera\* 73-112](#)