

### Erklärung der Tafel.

---

- Fig. 1, 2. Zweigtheile von *Citrus longifolia* (3:1); die Kreise oder Halbkreise bedeuten, wie in den folgenden Figuren, die Narben der abgeschnittenen Blätter.
- Fig. 3, 4. Zweigtheile von *Citrus hystrix* (2:1), 3 mit der Narbe des untersten Blattes.
- Fig. 5, 6 von *Atalantia spec. indef.* (3:1), 5 mit der Narbe des untersten Blattes.
- Fig. 7 von *Atalantia ceylanica* (1:1) mit angedeutetem Laubblatt (L), Achselspross (A), Stachel, letzterem gegenüberstehenden ovalen Blättchen (N) und einem weiteren basalen Schüppchen.
- Fig. 8 von *Atalantia monophylla* (3:1) mit den beiden etwas ungleichen stachelähnlichen, basalen Blättchen an der ruhenden Knospe.
- Fig. 9 von *Triphasia trifoliata* (3:1).
- Fig. 10—18. Blätter von *Peganum Harmala* (in natürlicher Grösse), die ersteren von dem untersten Stengeltheile, die letzteren von dem mittleren; 18 mit abgeschnittenen Zipfeln.
- 

## 43. W. Zopf: Weitere Stützen für meine Theorie von der Inconstanz der Spaltalgen (Phycchromaceen).

(Mit Tafel IX.)

Eingegangen am 17. Juli 1883.

---

### I. *Tolipothrix amphibica* Zopf.

Die Pflanze trat mir in einer Cultur entgegen, in welcher ein *Hypnum*-artiges Moos erzogen wurde. Sie fand sich anfangs nur zwischen dem Protonema des Mooses in grossen Mengen durch einander wachsender, verzweigter Fäden. Später wanderten gewisse Zustände nach der Oberfläche des Wassers, wo sie theils eine kahnhautartige, die ganze Cultur überziehende, continuirliche Decke bildeten, theils sich an die Glaswand des Gefässes anlegten, um auch hier schliesslich eine Haut darzustellen. Wir haben also bei dieser Alge eine wasserbewohnende Form und eine an der Oberfläche des Wassers vegetirende Luftform zu unterscheiden.

Die Wasserform der Alge wird repräsentirt durch einen fädigen Entwicklungszustand, der sich morphologisch dem *Tolypothrix*-artigen Typus anschliesst (Fig. 1). Anfangs sind die Fäden unverzweigt. Sie bestehen aus längeren Stäbchen, welche sich in kürzere

theilen, bis diese endlich durch nochmalige Theilung in etwa isodiametrische Zellen gegliedert werden. Der Inhalt der längeren, wie der kürzeren Zellen zeigt keinerlei bemerkenswerthe Eigenschaften. Unter Umständen erlangen die bald geraden, bald unregelmässig gekrümmten, bisweilen mit schwach spiraligen Windungen (Fig. 2) versehenen Fäden eine relativ bedeutende Länge, oft über 1 cm, während ihre geringe Breite zwischen 4--6 Mikrom. schwankte. Umhüllt sind die Fäden von einer deutlichen Scheide (Fig. 1). Eine Differenzirung in gewöhnliche, vegetativ bleibende Zellen und in Heterocysten kam an den zahlreichen Fäden, die der Beobachtung unterworfen wurden, niemals vor.

Innerhalb der Scheide erfolgt in der Regel eine Fragmentirung des Fadens in der Weise, dass an einer beliebigen Stelle des letzteren eine Querwand sich in zwei Lamellen differenzirt und diese sich nun gegeneinander abrunden. Die Fadenfragmente (Hormogonien) treten nach oben oder nach unten hin aus der Scheide aus (Fig. 1 h). Unterbleibt das Austreten und selbst das Auseinanderrücken der Fragmente, so wächst in Folge intercalarer Theilungen der Zellen das eine Fragment an dem andern vorbei, die Scheide durchbrechend und nun einen Pseudozweig bildend nach *Tolypothrix*-Art. Oft sieht man sehr lange Fäden mit nur einem einzigen Zweig versehen. Reichliche Verzweigung, wie sie bei verwandten Formen so häufig, scheint niemals vorzukommen.

### Lufform.

Ungleich wichtiger als die vorstehende Charakteristik der Wasserform, die nur den Zweck der Wiedererkennung der Pflanze im Auge hat, sind die Vorgänge, welche zur Bildung der als Lufform auftretenden Chroococcaceenform führen.

Sie entwickelt sich aus den Fadenfragmenten (Hormogonien). Diese Fadenstücke besitzen, wie gewöhnlich, eine sehr ungleiche Länge, manche bestehen nur aus 3 Zellen, manche aus mehreren oder vielen (oft 20—30 und wohl noch mehr) (Fig. 1 h; 3). Ein jeder Faden vermag bei der relativ grossen Länge und der fortgesetzten Theilungsfähigkeit der Zellen des in der Scheide zurückbleibenden Theils eine ganze Anzahl von Fragmenten zu produciren, und da meine Cultur die Fäden in grossen Massen enthielt, so mussten zahllose Hormogonien zur Ausbildung kommen.

Diese Fragmente blieben nun zu einem kleineren Theile im Wasser und schmiegteten sich den Protonemazweigen des erwähnten Moores an, dieselben stellenweis fast dicht umkleidend; zum überwiegend grösseren Theile aber wanderten sie an die Oberfläche des Wassers. Hier lagerten sie sich dicht zusammen und zwar meist in paralleler Richtung und bildeten durch Verkleben ihrer äusserst dünnen Gallerthülle

eine ganz continuirliche, fettartig glänzende Haut, die dem äusseren Ansehen nach eher einer Spaltpilzkahmhaut, denn einer Algenmasse ähnlich sah. Anfangs war diese continuirliche Decke äusserst dünn, im Laufe eines halben Jahres aber verdickte sie sich bis zu  $\frac{2}{3}$  mm. Man hätte vermuthen können, dass auch die oben beschriebenen fädigen Stadien im Laufe der Zeit nach oben wandern und sich an der Hautbildung betheiligen würden, allein die Decke war und blieb die reinste Hormogonienmasse.

Höchst interessant ist nun die einfache Art und Weise, wie sich die Hormogonien in steter unmittelbarer Berührung mit der Luft weiter entwickeln.

Es sind dabei folgende Punkte hervorzuheben:

1. Unmittelbar nach der Befreiung des Hormogoniums aus der Scheide zeigen die in der Regel isodiametrischen Glieder noch vollkommen die ursprüngliche Cylindergestalt, wie sie in Fig. 1h dargestellt ist.
2. Einige Zeit nach ihrem Freiwerden aber (24–48 Stunden) lassen diese Glieder schon eine nicht unwesentliche Formveränderung erkennen. Sie erscheinen jetzt nämlich deutlich bauchig und bilden zusammen einen zierlichen Rosenkranz (Figg. 3, 4). Man kann diese Gestaltveränderung selbst bei Cultur im hängenden Tropfen oder unter dem Deckglas verfolgen.
3. Im Laufe der weiteren Cultur wird die Gestalt der Glieder noch weiter verändert, indem sie eine neue, auf der ursprünglichen senkrecht stehende Wachstumsrichtung einschlagen, d. h. sich quer zur Längsachse des Fragments strecken und zwar bis zu dem Grade, dass die Glieder schliesslich das doppelte der ursprünglichen Breite erreichen und so das Hormogonium nicht mehr als drehrunder Faden, sondern als Band erscheint (Fig. 5).
4. Die Querstreckung hält nicht immer in allen Gliedern desselben Hormogons gleichen Schritt, namentlich an längeren, vielzelligen Fragmenten ist dieselbe häufig auf verschiedene Punkte lokalisiert, die Hormogonien zeigen natürlich in diesem Falle ungleiche Breite der verschiedenen Regionen (Figg. 5, 6). Namentlich häufig sind es die terminalen Glieder, welche bei der Querstreckung zurückbleiben. Sie sterben dann bisweilen ganz ab, verlieren ihren Inhalt und bleiben als farblose Heterocysten (Fig. 5H) mit zarter Membran der Hormogonie anhängend. Bald wandelte sich nur die eine bald beide Endzellen zu solchen sterilen Gliedern um. Während also in den ursprünglichen Fäden der *Tolypothrix* Heterocystenbildung nicht ertolgt, erscheint sie an den Hormogonien deutlich ausgeprägt.

5. Haben die Glieder der Hormogonien durch Querstreckung ganz oder nahezu das Doppelte der ursprünglichen Breite erreicht, so gehen sie Längstheilung durch eine mediane Wand ein (Fig. 5 a, 6 a), wodurch das Hormogonium in seiner ganzen Ausdehnung, oder an einem oder mehreren Punkten zweireihig erscheint, eine Zellfläche darstellend. Die Theilstücke erscheinen wieder etwa isodiametrisch.
6. Später strecken sich die Theilglieder wiederum quer zur Längsachse des Hormogoniums, aber diesmal in einer auf der vorigen senkrechten Richtung, um sich dann wiederum durch eine mediane Längswand zu theilen. Auf diesem Wege wird also die Zellfläche des Hormogons zu einem vierkantigen Zellkörper (Fig. 7 bei c).
7. Man findet häufig Hormogonien, welche an der einen Stelle noch auf dem Stadium des Zellfadens verharren (Fig. 7 a), an einer anderen Stelle wenigstens zur Flächenbildung vorgeschritten (Fig. 7 b) und an einer dritten bereits zur Bildung der Körperform gelangt sind (Fig. 7 c).
8. Die Streckung und Theilung nach dem bisherigen Modus ging aber in den körperlichen vierreihigen Colonieen noch viel weiter, theils gleichmässig an allen Stellen der Colonie, theils in lokalisirter Form. So kamen relativ grosse, meistens unregelmässige Zellkomplexe zu Stande (Fig. 8, 9).
9. Die Theilzellen, sowohl der Flächen- als der Körperform, zeigen stets die Tendenz sich gegeneinander etwas abzurunden (Fig. 8 d; Fig. 9). Hiermit hängt der Umstand zusammen, dass die bezüglich des Theilungsgrades gleich oder verschieden weit vorgeschrittenen Stellen des ursprünglichen Hormogons eine Lockerung ihres Verbandes erfahren und mechanische Eingriffe (starke Erschütterungen, Präparation) leicht eine Lösung desselben hervorrufen.
10. Die Theilzellen der Colonieen vergallerten ihre Membran, jedoch nicht in auffallendem Grade.
11. Sie verändern normaler Weise allmählich ihre Färbung, indem die deutlich blaugrüne Farbe der noch einfachen Hormogonien einen etwas mehr ins Grüne hineingehenden Ton erhält<sup>1)</sup>. (Abnorm gewordene Colonieen erhalten einen dunkel blaugrünen Ton.)

Die soeben characterisirten, aus den Gliedern der schlank cylindrischen Hormogonien durch Theilungen nach allen drei Richtungen des Raumes entstandenen Zellkomplexe machen auf den ersten Blick den Eindruck einer *Chroococcaceen*-artigen Bildung und zwar zeigen sie Anklänge an *Chroococcus*-Haufen, zumal wenn sie bereits massig und

1) In der Figur ist dieser Farbenton nicht besonders hervorgehoben.

unregelmässig geworden sind. Meine Bemühungen, zu ermitteln, ob diese Entwicklungsform bereits beschrieben sei und unter welchem Namen, haben zu keinem sicherem Resultate geführt.

Hält man den Ausgangs- und Endpunkt der Entwicklung — das *Tolypothrix*-Stadium und das *Chroococcaceen*-Stadium, wie ich es nennen will — unter Hinwegdenkung aller Zwischenformen neben einander, so sollte man kaum glauben, dass Beide in der That Entwicklungsformen ein und derselben Pflanze darstellen.

In dem Maasse, als die *Chroococcus*-ähnlichen Colonieen zahlreicher und massiger wurden, trat in der Cultur die *Tolypothrix*-Form zurück, um schliesslich gänzlich zu verschwinden. Auch die Form der noch einfachen Hormogonien verschwindet endlich vom Schauplatz der Entwicklung und es bleibt nunmehr nichts übrig, als die *Chroococcaceen*-Form. Hätte ich zufällig die Cultur erst in diesem Stadium untersucht, ohne die vorausgehenden Entwicklungsphasen studirt zu haben, so würde sich offenbar zunächst gar kein Anhaltspunkt haben finden lassen, wohin die Colonieen wohl genetisch gehören möchten.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, dass die Entwicklung der Pflanze bis zur massigen Ausbildung der *Chroococcaceen*-Form äusserst langsam vorschreitet. Sie brauchte in meiner Cultur  $1\frac{1}{2}$  Jahr. Eine ähnliche Langsamkeit bezüglich der Formveränderung der Entwicklungsstadien habe ich noch bei manchen anderen *Phycocchromaceen* in den Culturen zu beobachten Gelegenheit gehabt und glaube, dass die meisten Arten der Gruppe sich in dieser Beziehung unserer Pflanze anschliessen werden.

Man darf sich durch die Langwierigkeit solcher Culturen nicht abschrecken lassen, das Endresultat fällt um so lohnender aus.

In meiner Arbeit „Zur Morphologie der Spaltpflanzen“ wurde der Nachweis geführt, dass eine *Tolypothrix*-artige Spaltalge (*Tolypothrix Nostoc* Zopf) einen Entwicklungszustand producirt, der dem Character typischer *Nostoc*-Colonieen entspricht. Man könnte nun erwarten, dass auch die anderen *Tolypothrix*-Arten ähnliche Zustände produciren würden. Allein wir sehen das Endstadium der Entwicklung von *T. amphibica* hat offenbar einen ganz anderen, *Chroococcaceen*-artigen Character und weicht ausserdem durch die Bildung der oben beschriebenen Kahnhaut auch schon habituell von jenen *Nostoc*-Colonieen wesentlich ab.

Bisher hielt man an der Annahme fest, dass die Zellen *Scytonemeen*-artiger Algen, speciell also auch die Repräsentanten der Gattung *Tolypothrix* sich nur in einer Richtung, nämlich quer zur Längsachse des Fadens theilen könnten. Das vorliegende Beispiel aber giebt einen unzweifelhaften Beleg für die Unrichtigkeit dieser Annahme. Denn die aus der Scheide entleerten Hormogonien können sich nach zwei und selbst nach allen drei Richtungen des Raumes theilen, wie dies bekanntlich in den Fäden der *Sirosiphoneen* geschieht.

Ein anderes Beispiel für diese Theilungsweise habe ich bereits früher geliefert durch die Beobachtungen an den Hormogonien von *Tolypothrix Nostoc*<sup>1)</sup>, deren Zellen sich gleichfalls nach zwei Richtungen zu theilen vermögen.

#### Erklärung der Tafel.

#### *Tolypothrix amphibica* Zopf.

Fig. 1—9 540 Mal vergrössert.

- Fig. 1. Stück einer verzweigten Pflanze. *h* ein im Austreten aus der Scheide begriffenes Fadenstück, in nahezu isodiametrische Zellen gegliedert; *s* Scheide.
- Fig. 2. Schön spiralgig gewundenes Fadenstück.
- Fig. 3. Hormogonium etwa 24 Stunden nach seinem Austritt. Die Zellen beginnen sich seitlich auszubauchen.
- Fig. 4. Ein Hormogonium etwa 48 Stunden nach seiner Befreiung. Seine Glieder zeigen nicht bloss einen grösseren Querdurchmesser, sondern sind auch schon deutlicher bauchig geworden.
- Fig. 5. Hormogonium, dessen Glieder sich z. Th. noch bedeutender in die Breite gestreckt haben. An einer Stelle (bei *a*) sind 2 Glieder bereits eine Längstheilung eingegangen, sodass jedes aus 2 etwa isodiametrischen Zellen besteht.
- Fig. 6. Kleineres Hormogon, eine Zelle gleichfalls schon mit Längstheilung versehen (bei *a*).
- Fig. 7. Hormogon, dessen quer gestreckte Glieder bei *a* noch ungetheilt sind, bei *b* durch Längswände, welche senkrecht auf der Ebene des Papiers stehen, gegliedert erscheinen. Bei *c* haben sich 2 quergestreckte Zellen, zunächst senkrecht zur Papierebene, getheilt, dann haben sich die Theilstücke senkrecht zur Papierebene gestreckt und nunmehr je eine Theilung in der Papierebene erfahren.
- Fig. 8. Hormogon, dessen Zellen bei *a* noch ungetheilt, bei *b* nach zwei, bei *c* nach drei Richtungen des Raumes erfolgt sind. Bei *d* sind die Theilungen noch weiter gegangen und haben bereits zu kleinen traubigen Körpern geführt.
- Fig. 9. Ein aus einem Hormogonium hervorgegangener Zellkomplex, dessen Zellen bereits stärkere Rundung annehmen (Chroococcaceen-Zustand).

1) Zur Morphologie der Spaltpflanzen pag. 55.

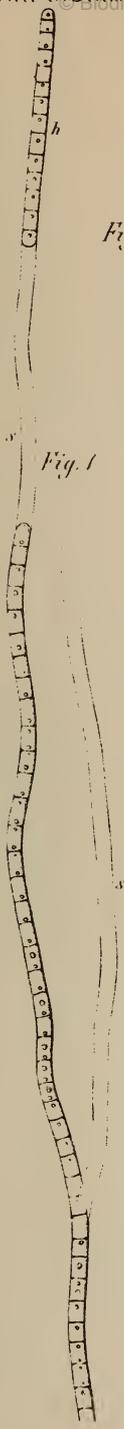


Fig. 1

Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 2.

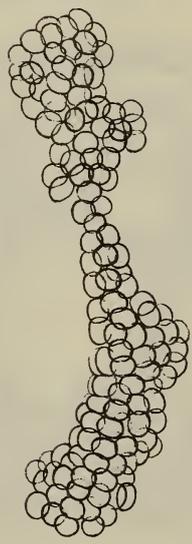
Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 9.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Zopf Wilhelm Friedrich

Artikel/Article: [Weitere Stützen für meine Theorie von der Inconstanz der Spaltalgen \(Phycochromaceen\). 319-324](#)