

Mit den hier aufgeführten kleistopetalen Bromeliaceen ist die Zahl dieser Pflanzen in Brasilien durchaus noch nicht abgeschlossen, denn sie kommen nicht nur in dieser Familie besonders häufig vor, sondern finden sich auch noch vereinzelt bei anderen. Ich verzichte hier aber auf weitere Vorführungen, theils weil es den Raum dieser Blätter übersteigen würde, theils weil diese Formen erst einer eingehenden Prüfung bedürfen. Auch bei Anonaceen finden sich in Brasilien gewisse Formen, die Anklänge an die aus Java beschriebenen haben, es scheinen aber diese Blüten anders zu deuten und mehr Formen wie *Aristolochia*, *Ficus* oder Aroideen nahe zu stellen zu sein.

Rio de Janeiro, 25. November 1896.

Erklärung der Abbildungen.

Nidularium longiflorum n. sp.

a Blühender Schaft mit einigen Laubblättern. *b* Blütenstand nach Entfernung der Herzblätter. *c* Blüthe von aussen. *d* Blüthe von innen. *e* Bractea primaria. *f* Bracteola secundaria. — Alles in natürlicher Grösse gezeichnet.

64. R. Kolkwitz: Ueber die Krümmungen bei den Oscillariaceen.

Mit Tafel XXIV.

Eingegangen am 28. December 1896.

Die eigenthümliche Thatsache, dass *Spirulina Jenneri* sich mit seinen beiden Enden in einander schrauben kann (vergl. Fig. 1), gab mir Anlass, die Krümmungserscheinungen bei den Oscillariaceen etwas eingehender zu studiren, als dies bisher sonst geschehen ist. Ich suchte dabei einen Zusammenhang zwischen Function und Bau festzustellen; es betreffen die Untersuchungen also sowohl die Physiologie wie die Anatomie.

Als Einleitung sei zunächst einiges über die Bewegungen von *Spirulina Jenneri*, wie sie sich im Allgemeinen dem Beobachter darbieten, vorausgeschickt. Das hier Gesagte gilt dann gleichzeitig auch für die gewöhnliche Bewegung von *Oscillaria*, nur dass diese Gattung keine Schraubenform besitzt.

Fig. 2 stellt einen Faden dar, wie er meist zur Beobachtung kommt. Das voranschwimmende Ende ist wie gewöhnlich etwas gebogen und wird bei der Vorwärtsbewegung in der Fläche eines Kegelmantels (Trichters) herumgeführt. Ich habe niemals beobachten können, dass eine sich ungehindert drehende Oscillariacee auf der Stelle blieb; Drehung und Fortbewegung gehen immer Hand in Hand. Wie die Abbildung zeigt, erfolgt die Drehung in der Richtung der Schraubwindungen.

Nach einiger Zeit macht der Faden Halt, um bald seinen Kurs in entgegengesetzter Richtung zu nehmen (Fig. 3). Dieses Verhalten ist für Oscillariaceen, wie bekannt, ganz charakteristisch. Das jetzt hintere Ende behält seine bogige Krümmung noch ein Weilchen bei, ist aber nach etwa einer Minute nur noch wenig gebogen, während sich am jetzigen Vorderende, etwa in dem Tempo, wie die Krümmung am hinteren verschwindet, eine neue bildet (Fig. 4). Beide Enden vollführen ihre Kreisbewegung entsprechend der Starrheit des Fadens in derselben Richtung; die bogigen Krümmungen brauchen dabei nicht in derselben Ebene zu liegen.

In Fig. 5 endlich ist die Krümmung des hinteren Endes ganz verschwunden, und die des vorderen hat ihre normale Amplitude erreicht. Diese Figur nimmt sich so aus, als wäre der in Fig. 2 dargestellte Faden wie ein Schiff um 180° gewendet worden. Die soeben geschilderten Veränderungen erfordern eine Zeit von nur wenigen Minuten.

Ausser dieser gewöhnlichen Art der Bewegung von *Spirulina* und *Oscillaria* kommt noch eine zweite vor, bei der zwar auch ein anhaltendes Drehen stattfindet, aber das gebogene Ende merkwürdigerweise nicht im Kreise herumgeführt wird. Das hat begreiflicherweise zur Folge, dass die Concavität immer nach einer Seite gekehrt bleibt, aber successive auf andere Längsflanken an der gekrümmten Stelle übergeht (vergl. Fig. 6). Dieselbe Erscheinung tritt auch oft ein, wenn der ganze, z. B. $\frac{1}{2}$ mm lange Faden nur schwach wie ein Armbrustbogen gekrümmt ist, etwa wie in Fig. 4.

Diese Fähigkeit ist die der revolutiven Nutation, was ohne Weiteres ersichtlich werden wird, wenn ich die Revolutionsbewegung noch einmal erläutert habe.

*Bringt man an dem nutirenden Sprossende einer Schlingpflanze, z. B. einer Winde, in einer Längslinie Tuschpunkte an, so bleibt diese während der Revolution immer nach einer Seite gekehrt, z. B. dem Beobachter zu, und nur die Convexität greift auf die successiven Stengelflanken über; also die Linie bleibt, aber die Sprossspitze ändert ihre Stellung zum Beobachter.

Die Erscheinung würde sich gerade umkehren und sich ganz anders, als wir gewohnt sind, ausnehmen, wenn man das gekrümmte

Sprossende abschnitte, alle Blätter sorgfältig entfernte und das so präparierte Object auf eine Glasplatte legte. In diesem Falle bliebe die Convexität immer nach einer Seite gerichtet, weil der Spross bei jedem Versuch, sich in Folge der revolutiven Nutation von der Unterlage zu erheben, sofort zurückfallen würde. Dafür wandert jetzt die Tuschlinie herum und befindet sich bald oben, bald unten. Das Herumgehen der Tuschlinie würde immer entgegengesetzt dem Sinne der revolutiven Nutation erfolgen, weil der Spross bei seinem Bestreben, sich von der Glasplatte zu entfernen, immer in entgegengesetzter Richtung zurückfiel.

So wie in diesem zweiten Falle erfolgt die oben beschriebene Bewegung von *Spirulina* und *Oscillaria*, nur ist die Art des Zustandekommens der Erscheinung verschieden, wenigstens theilweise. Wäre es möglich, die Fäden aufrecht zu stellen (was übrigens vorkommt, wenn sie lose zwischen anderen Algen eingeklemmt sind), so würden sie die altgewohnte revolute Nutation wie bei Schlingpflanzen und Ranken zeigen.

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass diese Fähigkeit für Oscillariaceen bisher nicht erkannt war, obwohl seit langem Thatsachen beschrieben sind (vergl. S. 422 und 425), die sich ohne diese Fähigkeit gar nicht erklären lassen.

Man hat wiederholt die gewöhnliche Bewegung, wie ich sie durch die Figuren 2 bis 5 erläutert habe, mit der revolutiven Nutation verglichen, allein mit Unrecht, denn eine blosse Rotation um die Achse ist keine Revolutionsbewegung.

Andererseits ist ein revolutives Herumgehen von Contractionslinien an Oscillarienfäden zur Erklärung ihrer Vorwärtsbewegung angenommen worden. So sagt z. B. HOFMEISTER¹⁾: „In constanter Richtung den Umfang des Gebildes in stetiger Aufeinanderfolge umkreisend, wird bei Oscillarien wie bei Ranken eine Kante nach der anderen zur jeweilig am stärksten sich dehnenden.“ Diese Worte beziehen sich auf die gewöhnliche Vorwärtsbewegung, nicht auf die oben beschriebene; sie sollen für die Fortbewegung der Oscillarien ganz ohne Ausnahme Geltung haben, sind also nur der Ausdruck einer bekannten alten Hypothese.

Es sei darum nochmals betont, dass die Oscillariaceen beides, Rotations- und Revolutionsbewegung, zeigen können, manchmal sogar beides an ein und demselben Faden, wenn nämlich das eine Ende rotirt, das andere revolutiv nutirt.

Wie mir scheint, ist die zweite Art der Bewegung um so häufiger, je dünner die Oscillarie ist; ich sah sie z. B. sehr oft bei *Oscillaria*

1) W. HOFMEISTER: Ueber die Bewegungen der Fäden der *Spirogyra princeps*. Württemberg. naturwissensch. Jahreshefte 1874, p. 225.

leptotricha und *tenuis*, seltener bei *Oscillaria Froelichii*, glaube aber, dass sie bei allen Arten von *Oscillaria* zu beobachten ist.

Diese Bewegung ist durchaus spontan und der Alge nicht durch mechanische Hindernisse gewaltsam aufgenöthigt.

Um alle störenden Einflüsse zu beseitigen, wurden die Beobachtungen stets ohne Deckgläschen ausgeführt, so dass man nicht einwenden kann, das Ende *bc* (Fig. 6) hätte nicht genügend Raum gehabt, um seinen gewöhnlichen Bogen zu beschreiben. Das Object war auch mit einer hinreichenden Menge von Wasser bedeckt, um sich frei bewegen zu können. Endlich möchte man noch einwenden, das Ende *bc* ist vielleicht zu schwer, um herumgeführt zu werden; dagegen spricht aber die Beobachtung, dass oft viel grössere Enden den Kreis beschreiben und andererseits ganz kleine dies wieder nicht thun. So habe ich z. B. in Fällen, wie Fig. 2, oft gesehen, dass das bogig gekrümmte Ende bei der Vorwärtsbewegung nicht herumgeführt wurde.

Nach dem oben Gesagten ist die Flexibilität der Oscillariaceen also spontan und periodisch, braucht letzteres aber nicht immer zu sein, wie die Beobachtungen COHN's²⁾ an *Beggiatoa mirabilis* lehren.

Jetzt sind uns auch die Mittel an die Hand gegeben, die Möglichkeit der in Fig. 1 dargestellten Verschlingung von *Spirulina* zu verstehen. Diese Alge könnte sich niemals in sich selbst verschlingen, wenn sie nicht die Fähigkeit der revolutiven Nutation besässe.

Der Vorgang beginnt, um COHN's¹⁾ Worte zu gebrauchen, folgendermassen: „Das eine Ende erreicht (bei der Krümmung) das andere und bildet eine Schlinge, indem sich die Spitze des Fadens um den mittleren Theil desselben windet; nun schraubt sich die eine Hälfte des Fadens um die andere fort, so dass in Kurzem sich das eine Ende abgeschroben hat und die Schlinge sich wieder auflöst.“

Die zur Verwirklichung dieses Vorganges erforderlichen Factoren sind zum Theil durch das Vorhergehende klar gelegt, indessen noch nicht vollständig, denn, wie jedem Beobachter sofort auffallen wird, geht ausserdem an der Krümmungsstelle *de* (Fig. 1) bei der Bewegung in der Richtung der Pfeile die Biegung successive auf weiter rückwärts liegende Fadenpartien über. COHN²⁾ beschreibt dies für *Beggiatoa mirabilis* mit folgenden Worten: „Wenn ein zur Schlinge zusammengekrümmter Faden gleichzeitig vorwärts kriecht, so bleibt der Bogen oft scheinbar unverändert, während die einzelnen Zellen sich vorüberschieben, woraus hervorgeht, dass alle Theile des Fadens sich nach einander im Beugungsmaximum befinden.“ Hierbei findet wahrscheinlich

1) COHN: Untersuchungen über die Entwicklung der mikroskopischen Algen und Pilze. Nova Acta A. C. L. 24, pars 1, pag. 129 und Taf. 15.

2) Vergl. COHN: Beiträge zur Physiologie der Phycocchromaceen und Florideen. SCHULTZE's Archiv für mikroskopische Anatomie, Band 3, 1867, p. 53.

keine Achsendrehung statt; ich selbst habe gleichfalls eine Art von *Beggiatoa* kennen gelernt, welche sich ohne Drehung vorwärts bewegt.

Bei *Spirulina* aber combiniren sich die Nutation und das Fortschreiten des Beugungsmaximums. Es sei dieser Vorgang an *Oscillaria* (Fig. 6 und 7) klar gemacht.

Der Faden schiebe und drehe sich in der Richtung der Pfeile¹⁾ fort, während er bei *de* gekrümmt ist. Er bewegt sich dann stets so, als ob er durch eine festliegende Krümmung hindurchwanderte (vergl. Fig. 6). Der eine Schenkel wird naturgemäss immer um soviel länger als der andere sich verkürzt; so kommt der Faden z. B. aus der Lage *abc* in diejenige von *fbg*. Die Stelle *b* bleibt dabei unverrückt an derselben Stelle, wie man sieht, wenn man einen Theilstrich des Ocularmikrometers darauf einstellt.

In die Lage *fbg* gekommen, kann der Faden wieder in seine alte Form zurückkehren und so fort nach jeder Richtung vielleicht 3—4 Mal durch die Krümmung hindurchpendeln, um dann schliesslich geradegestreckt in der Richtung *ba* oder *bg* fortzuschwimmen. Bis zuletzt bleibt aber die Concavität nach einer Seite gekehrt.

Wegen der gleichzeitigen Drehung tritt (vergl. Fig. 7) an die Stelle der Concavität *de* bald *d'e'*. Die Strecke *ee''* tritt aus der gebogenen Region aus, *d'd''* dagegen ein. Die Länge dieser Strecken hängt natürlich von der Steilheit des Vorwärtsbohrens ab. Wenn eine Einzelzelle bei *d* in die Krümmung eintritt, so dürfte sie diese nach einmaliger Umdrehung des Fadens wohl bei keiner *Oscillaria* bereits vollständig passirt haben. So geht der Process weiter, indem die Krümmung auf benachbarte Flanken übergreift, bis immer entferntere, weiter rückwärtsliegende Partien nach und nach an die concave Seite gekommen sind.

Wie man ohne Weiteres aus Fig. 7 sieht, umläuft die Concavität den Faden in der Bahn einer mit der Drehungsrichtung gleichsinnigen Schraubenlinie.

So ist es auch bei *Spirulina*, speciell in dem Beispiel Fig. 1; nur die Umdrehungsrichtung und dementsprechend auch die Richtung der immer weiter zurückgreifenden Concavität sind entgegengesetzt. Die Krümmung *de* bleibt an derselben Stelle liegen und behält ihre Form, während der Faden bald in der einen, bald in der andern Richtung durch sie hindurch geht. Schneidet man den Faden mit einem Skalpell zwischen *d* und *e* auf, so kann sich die Krümmung sogleich gerade strecken, oder der Faden nutirt weiter, oder endlich er rotirt weiter.

Die Krümmung *de* bleibt von Anfang bis Ende immer in der Ebene des Substrates. Etwaige Unregelmässigkeiten beim Verschlingen

1) Es giebt auch eine Anzahl Oscillarien, welche sich in der entgegengesetzten Richtung des Kreispeiles drehen.

haben sich gleich beim Entstehen gebildet. Im Uebrigen glückt bei *Spirulina* das Ineinanderschrauben nicht immer so schön wie in Fig. 1; es finden sich oft Fehlstellen durch Ueberspringen von Windungen. Versucht man durch Drahtmodelle die Verschlingungen künstlich nachzuahmen, so wird man sich überzeugen, dass diese überhaupt nur für bestimmte Dimensionen möglich sind.

Die Fähigkeit, die Concavität in einer Schraubenlinie fortschreiten zu lassen (Fig. 7), muss unter anderem ihren Grund im Bau der Membran haben, da hier der Sitz der Krümmung zu suchen ist. Dass die Membran durch Wachsthum bei jeder Krümmung erst verändert werde, ist ausgeschlossen, weil Wachsthum bei allen bisher geschilderten Vorgängen überhaupt nicht im Spiel ist.

Der Nachweis einer schraubenlinigen Structur der Membran soll durch Fig. 8 geführt werden. Die Abbildung stellt ein aufgerolltes Membranstück von *Oscillaria maxima* (Kützing) dar. Ich verdanke diese werthvolle Alge von ca. 60 μ Durchmesser der Gefälligkeit des Herrn P. RICHTER in Leipzig. Wegen ihrer im Vergleich zu anderen Oscillarien riesenhaften Grösse ist sie für mikroskopische Studien sehr geeignet¹⁾.

Lässt man einen solchen Faden auf dem Objectträger eintrocknen, so wird die Membran spröde und lässt sich durch Druck auf das Deckgläschen in Stücke zerdrücken. Sind diese nicht an das Glas festgetrocknet, so rollen sie sich nach Zusatz von Wasser so ein, wie es in Fig. 8 gezeichnet ist. Denkt man sich die Membran wieder aufgerollt, so erhält man einen langen, schmalen Streifen. Würde dieser sich um Achsen parallel zu den Ansatzstellen der Querwände (z. B. *cd*) zusammengerollt haben, so dass also *cd* mit *ab* parallel geworden wäre, so hätte er Uhrfederform angenommen. Um die abgebildete Kegelform zu erreichen, müssten die Krümmungen um Achsen stattfinden, welche schief stehen, so wie *cd* zu *ab*. Jeden Blechstreifen, dem man diese Form geben wollte, müsste man derartig schief zu seiner Längenausdehnung biegen.

Das in Fig. 10 gezeichnete Membranstück ist der Fig. 8 entnommen gedacht. Die Querwände *cd* und *ef* sind horizontal gerichtet, und man sieht jetzt deutlicher, dass die Linie *ab* von links unten nach rechts oben ansteigt.

Da sich *Oscillaria maxima* im Sinne des Ringpfeiles der Fig. 7 dreht, so stimmt das Ansteigen der Linie *ab* mit der Drehungsrichtung ebenso überein, wie das Ansteigen der Concavitätsbahn der Fig. 7 mit letzterer. Wenn also die Membran unserer sich im Sinne des Ringpfeiles drehenden *Oscillaria* sich selbst überlassen wird (Fig. 8), so krümmt

1) *Spirulina Jenneri* sammelte ich im Teich der Schlagmühle bei Strausberg und im Grunewald zwischen Hundekehle und Grunewaldsee.

sie sich in einer Schraubenbahn, welche mit der aus Fig. 7 durch Construction abgeleiteten übereinstimmt.

Zum Mindesten ist hieraus zu folgern, dass eine botanisch links-läufige Schraubenstructur der Membran vorliegt, und es liegt nichts näher, als anzunehmen, dass diese Structur auf die Krümmungen von Einfluss ist. Vermuthlich wird sich *Oscillaria* bei allen durch das lebende Plasma inducirten Krümmungen nach dieser Membranstructur richten müssen. Im polarisirten Licht habe ich die Zellhaut nicht untersucht.

Bettet man Fäden von *Oscillaria maxima* in Paraffin ein und fertigt mit dem Mikrotom Längsschnitte an, so erhält man Bilder, die wie Leitern aussehen; die Längswände sind die Balken, die Querwände die Sprossen. Setzt man verdünnte Kalilauge hinzu, so zerreißen die Sprossen, wenn sie nicht durch die Eiweisslösung zu fest angeklebt sind, und die Balken biegen sich zurück. Man erhält dann ein Bild wie in Fig. 9. Dasselbe entspricht einem Schnitt in der Richtung *a'b'* in der Fig. 8. Es dürfte demnach die Innenfläche der Membran hier nach aussen gekehrt sein. Ich stelle mir also vor, dass die durch das Plasma (vielleicht durch Wassereinlagerung) gesteigerte Spannung der Innenfläche gegen die Aussenfläche desselben Membranstückes die Krümmungen herbeiführt.

Ausser dieser schraubenlinigen Membranstructur, die aus den Krümmungen erschlossen wurde, finden sich bei *Oscillaria maxima* aber noch direct sichtbare, zahlreiche feine Streifensysteme.

Behandelt man nämlich einen Faden von *Oscillaria maxima* mit Eau de Javelle (nach Belieben einige Minuten bis mehrere Stunden lang) und färbt ihn dann mit wässriger Safraninlösung von beliebiger Concentration, so tritt bei Beobachtung mit Immersionssystemen und schief einfallendem Licht eine feine, aber deutliche Streifenstructur hervor. Der ganze Faden erscheint dann wie ein Schachbrett gefeldert, weil die Streifensysteme nach beiden Seiten ansteigen. In Fig. 10 ist ein Membranstück mit der Streifung, wie sie sich dem flüchtigen Blick darbietet, skizzirt. Die Neigung dieser Linien zu den Querwänden ist aus der Zeichnung zu ersehen. Das nach links aufsteigende System ist gewöhnlich etwas steiler.

Die Streifen sind auch an den lebenden Fäden, freilich nicht so deutlich, stets wahrzunehmen, haben sich also nicht erst künstlich durch die Behandlung gebildet. Man kann sie, auch ohne Färbung, dadurch deutlicher machen, dass man einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure zu dem Präparatwasser unter das Deckgläschen saugt oder das Plasma nach Möglichkeit mit künstlichem Magensaft verdaut.

Um die Streifensysteme nach beiden Seiten ansteigen zu sehen, ist es erforderlich, die Achse des schief einfallenden Lichtkegels mit der Längsausdehnung des Fadens wenigstens annähernd parallel zu richten.

Das Licht muss also in der Richtung einer der beiden Pfeile der Fig. 10 einfallen. Ist das einfallende Licht schräg zur Längsachse des Fadens gerichtet, so sieht man nur dasjenige Streifensystem, welches senkrecht zum Lichtbündel gerichtet ist (vergl. Fig. 11 und 12). Bei einer Beleuchtung wie in Fig. 11 sieht man nur das rechts aufsteigende, bei einer solchen wie in Fig. 12 nur das links aufsteigende Streifensystem. Bei kreuz und quer liegenden Fäden wird man also Bilder wie in Fig. 10, 11, 12 zu gleicher Zeit erhalten.

Die Breite der einzelnen Linien, wie ihr Abstand, beträgt etwa $\frac{1}{3}\mu$, so dass an einem Faden nach beiden Seiten je mehrere hundert Linien im Umfang aufsteigen.

In Fig. 8 ist das rechts aufsteigende Liniensystem in der unteren Partie gezeichnet. Man erkennt deutlich, dass es mit der Linie *ab*, also mit der Richtung der Krümmungsachsen nicht zusammenfällt, mit diesen also wohl auch keine Beziehung hat. Welche Bedeutung diese feinen Linien für die Alge haben, konnte ich bisher nicht ermitteln.

Ueber den feineren Bau derselben habe ich noch Folgendes festgestellt. In solchen Lagen, wo nur ein Streifensystem sichtbar ist, erscheinen die Linien hier und da unterbrochen; ihr Verlauf ist kein regelmässiger, geradliniger, sondern verbogen und von ungleicher Steilheit (vergl. die Fig. 15 und 16). An der dem Lichteinfall abgekehrten Seite zeigen sie Schatten, wie es in den eben citirten Figuren angedeutet ist. Beide Zeichnungen beziehen sich auf ein und dieselbe Stelle des Fadens. Das veränderte Aussehen der Fig. 16 im Vergleich zu 15 rührt einzig von der um 90° geänderten Einfallsrichtung des Lichtes her. Man erkennt hier auch, dass die Streifen über jüngere Querwände hinweggehen, über ältere aber nicht. Die beiden Liniensysteme schneiden sich an einzelnen Stellen rechtwinklig, an anderen mehr unter schiefen Winkeln. Man wird dies leicht einsehen, wenn man sich die Figuren 15 und 16 zur Deckung gebracht denkt (dabei fallen die Querwände *cd* und *ef* beider Figuren auf einander).

Bei der stärksten mir zu Gebote stehenden Vergrösserung (ZEISS, homogene Immersion $\frac{1}{18}$, Oc. 4, oder Apochromat 2 mm, Oc. 12) erschienen die Linien als feine Pünktchen, welche an den Kreuzungsstellen der Streifen etwa so aussahen, wie in den Figuren 13 und 14. Auch hier traten an der dem Licht abgekehrten Seite Schatten auf. In Fig. 13 schneiden sich die Linien rechtwinklig, in 14 schiefwinklig.

Nach dem bisher Gesagten, besonders wegen der entstehenden Schatten, scheinen mir die feinen Linien auf eine zarte Wärzchen-sculptur hinzudeuten; indessen bin ich mir nicht sicher, ob die Erscheinung nicht vielleicht auch andere Deutungen zulasse, da ich noch nicht bewiesen habe, dass es sich um Reliefbildungen handelt. Möglicherweise auch könnten die Liniensysteme verschiedenen Lamellen angehören. Sie sind zu fein und die Algen im Winter zu schwer in

grösseren Mengen zu erhalten, um einstweilen mehr über diese Dinge sagen zu können.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnen, dass ich bei Anwendung starker Oculare bisweilen mit Vortheil die Iris ganz öffnete und schräg einfallendes Licht durch Schiefstellen des Spiegels erzielte.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität und Botanisches
Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

In den Figuren 1 bis 7 sind absichtlich die Querwände der Fäden fortgelassen worden. Die Figuren 1 bis 5, 8, 9, 15 und 16 sind mit der Camera gezeichnet.

Fig. 1. Ein Faden von *Spirulina Jenneri*, dessen Enden sich in einander geschraubt haben. Die Pfeile deuten die Bewegungsrichtung an. Vergl. S. 422 und S. 426. Dicke des Fadens $6,5 \mu$.

„ 2–5. Vier successive Bewegungsstadien von *Spirulina Jenneri*. Windungsrichtung und Umdrehung verlaufen immer in demselben Sinne. Dementsprechend erfolgt die Umdrehung des voranschwimmenden Endes im Sinne des Uhrzeigers. In Fig. 2 schwimmt das obere, in den Figuren 3, 4, 5 das untere Ende voran. Fig. 2 und 5 unterscheiden sich nur durch die Lage. Vergl. S. 423.

„ 6. Schematische Darstellung eines Oscillarienfadens. Derselbe ist bei *b* rechtwinklig gekrümmt. Bei der Vorwärtsbewegung in der Richtung der Pfeile kam der Faden aus der Lage *abc* in die Lage *fbg*. Die Krümmung *de* bleibt dabei immer an derselben Stelle. Vergl. S. 426.

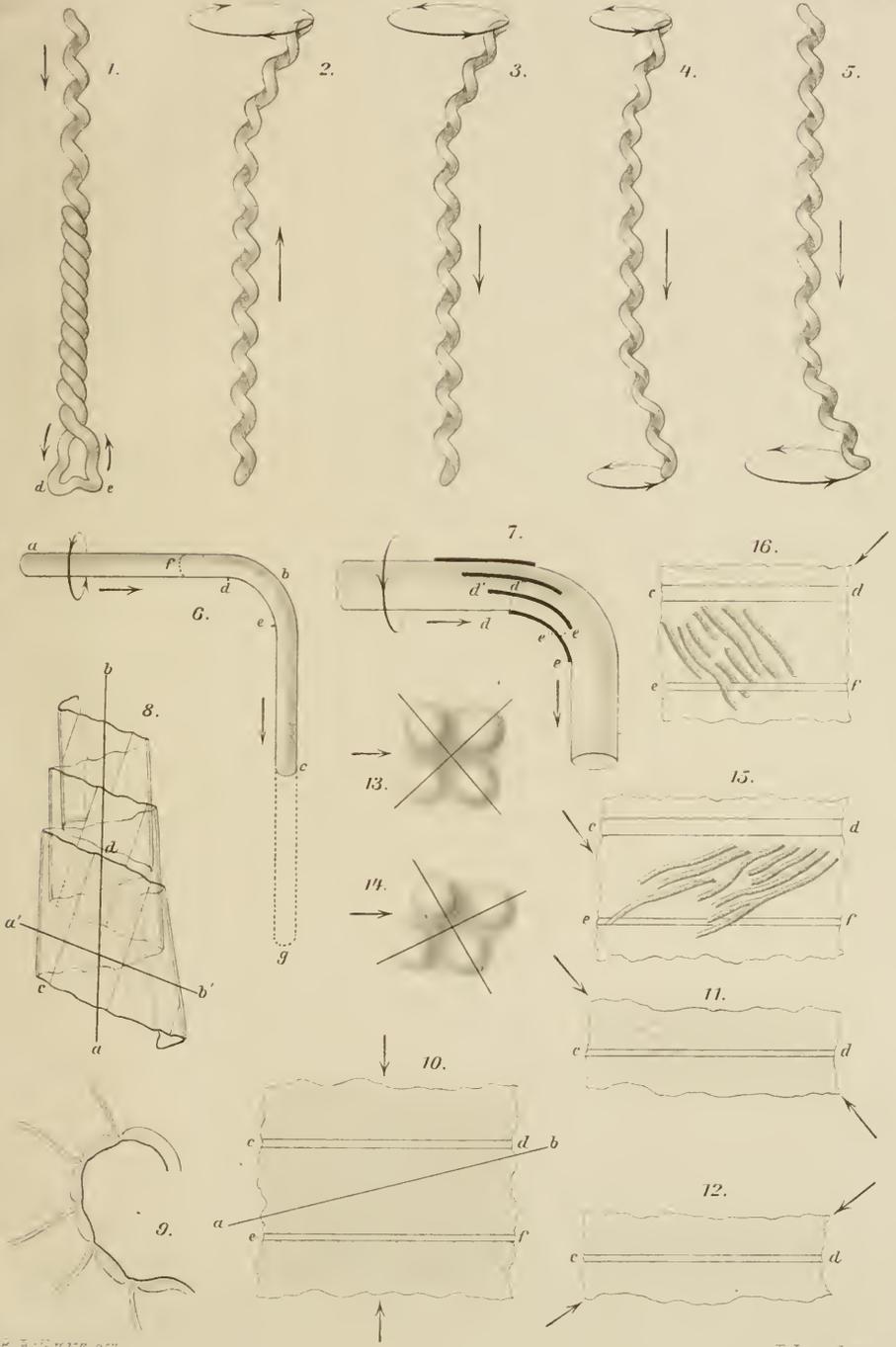
„ 7. Die gekrümmte Partie der Fig. 6 stärker vergrößert. Die Linie *d'e'* kommt bei der Fortbewegung in die Lage *de*. Dabei tritt die Strecke *ee''* aus der Krümmung heraus, *d'd''* in dieselbe hinein. Vergl. S. 426.

„ 8. Ein aufgerolltes Membranstück von *Oscillaria maxima* Kützing. Die Linie *cd* und andere sind die Ansatzstellen der Querwände. Der Abstand der Querwände von einander beträgt 7 bis 8μ . Die Linie *ab* bezeichnet die Richtung der Krümmungsachsen, *a'b'* die Längsrichtung des Membranstreifens in Bezug auf seine frühere Lage im Faden. Die feinen Streifen sind Membranstructur. Vergl. S. 427.

„ 9. Dünner Längsschnitt durch einen Faden von *Oscillaria maxima*, nach Behandlung mit Kalilauge. Die 5 Anhängsel sind zerrissene Querwände. Die Ansatzstellen derselben an die Längswand sind möglichst naturgetreu gezeichnet. Vergl. S. 428.

„ 10. Skizze eines Membranstücks von *Oscillaria maxima* nach Behandlung mit Eau de Javelle und Safranin. *cd* und *ef* sind Querwände. *ab* ist dieselbe Linie wie in Fig. 8. Die nach rechts und links ansteigenden Liniensysteme sind zu gleicher Zeit nur sichtbar, wenn das Licht in der Richtung eines der beiden Pfeile einfällt. Die Neigung des links aufsteigenden Streifen-systems ist meist etwas steiler als die des anderen. Abstand und Dicke der Linien betragen je ca. $\frac{1}{2} \mu$. Vergl. S. 428.

- Fig. 11. Ein Stück der Fig. 10 bei Lichteinfall in der Richtung des linken Streifen-systems; *cd* bedeutet die Ansatzstelle einer Querwand. Vergl. S. 429.
- „ 12. Wie Fig. 11, aber Beleuchtung in der Richtung des rechten Streifen-systems. Vergl. S. 429.
- „ 13. Die Ecken eines der Karos von Fig. 10 bei starker Vergrößerung (ZEISS' homogene Immersion $\frac{1}{18}$, Oc. 4 oder Apochromat). Der Durchmesser jedes Kreises beträgt etwa $\frac{1}{2} \mu$. Der Pfeil giebt die Richtung des einfallenden Lichtes an. An der rechten Seite entstehen Schatten. Vergl. S. 429.
- „ 14. Wie Fig. 13; der Umriss ist rhombisch. Vergl. S. 429.
- „ 15. Wie Fig. 11, aber genauer gezeichnet. An der dem Licht abgekehrten Seite Schatten. Die Streifen sind hier und da unterbrochen und gehen nur über die jüngere, dünnere Querwand hinweg. Vergl. S. 429.
- „ 16. Dieselbe Membranstelle wie in Fig. 15 bei verändertem Lichteinfall. Die nach rechts aufsteigenden Liniensysteme sind verschwunden und dafür nach links aufsteigende sichtbar geworden. Vergl. S. 429.
-



R. Schimper 1890

H. Lauterbach 1890

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Kolkwitz Richard Gustav Julius

Artikel/Article: [Ueber die Krümmungen bei den Oscillariaceen 422-431](#)