

geöffnet, im Kernholze verschlossen seien. Nun lässt sich zwar nicht beweisen, dass dieser Verschluss ebenfalls durch Druck erfolgt sei; doch deutet besonders die von HARTIG und RUSSOW beschriebene Herausbiegung des Torus aus dem Hofraume (cfr. pag. 4) darauf hin, dass die Annäherung des Torus an die Hofwand durch eine Druckdifferenz innerhalb der beiden durch die Tüpfel in Verbindung stehenden Tracheiden verursacht worden sei.

Obgleich es nun aus den in Kap. VII erörterten Gründen schwer ist, die Höhe des Druckes zu bestimmen, welche zur Ueberwindung der Spannung der Schliesshäute nöthig ist, so geht aus den Resultaten doch soviel hervor, dass die durch Wurzeldruck und Transpirationssaugung erzeugten Kräfte dazu nicht ausreichen. Wenn daher der Verschluss der Hoftüpfel im lebenden Splintholze zu irgend einem Zwecke zu Stande kommt, so müssen im Stamme „noch andere, auf zahlreiche, naheliegende Punkte vertheilte Kräfte“ wirksam sein (SCHWENDENER, Untersuchungen über das Saftsteigen. pag. 589).“

Möge es mir gestattet sein, an dieser Stelle meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Professoren KNY, RUSSOW und SCHWENDENER, für die wohlwollende Unterstützung bei diesen Untersuchungen meinen Dank auszusprechen.

Botanisches Institut der Landwirthschaftlichen Hochschule  
zu Berlin.

---

## 2. Hugo de Vries: Ueber die Contraction der Chlorophyllbänder bei *Spirogyra*.

(Mit Tafel II.)

Eingegangen am 15. Januar 1889.

---

Im Winter findet man häufig, auch in üppig wachsenden Rasen von *Spirogyra*, einzelne Fäden, welche Zellen mit mehr oder weniger contrahirten Chlorophyllbändern aufweisen. Ich beobachtete solche Zellen im hiesigen Botanischen Garten seit mehreren Jahren, und habe in diesem Winter die dabei auftretenden Erscheinungen möglichst vollständig verfolgt.

Der ganze Process beruht im Wesentlichen in einer Verkürzung der Spiralbänder. Er ist in zweifacher Hinsicht von Interesse. Erstens weil die Bänder sich auf weniger als den dritten Theil ihrer Länge zusammenziehen können, ohne dass gleichzeitig die übrigen Organe des Protoplasten in ihren Functionen merklich gestört werden. Zweitens wegen der Rolle, welche die Wand der Vacuolen bei dieser Verkürzung spielt.

In letzterer Hinsicht ist zu bemerken, dass diese Wand einen hohlen Cylinder darstellt, um welchen die Spiralbänder gewunden sind. Wenn nun die Contraction jedes einzelnen Bandes an einer oder an beiden Enden anfängt, werden die sich verkürzenden Theile sich einfach verschieben können, dabei der durch die Lage des Bandes auf der erwähnten Cylinder-Oberfläche vorgeschriebenen Bahn folgend. Wenn aber in einem mehrfach gewundenen Bande die mittleren Windungen sich verkürzen, während die äusseren ihre Lage unverändert beibehalten, wird selbstverständlich die cylindrische Wand der Vacuole eingeschnürt werden müssen. Der erstere Fall wird offenbar vorwiegend bei wenig gewundenen Chlorophyllbändern vorherrschen, z. B. bei den mehr oder weniger orthospiren Zellen von *Spirogyra nitida*. Den zweiten Fall aber werden wir am ersten bei Zellen mit zahlreichen Windungen erwarten, wie z. B. bei *S. communis*. Er ist für letztere und verwandte Arten von PRINGSHEIM, NÄGELI und Anderen vielfach gelegentlich abgebildet worden.

Ich betrachte zunächst die Fälle, in denen die Verkürzung der Spiralbänder keine Einschnürung des Tonoplasten (der Vacuolenwand) herbeiführt.

Die Contraction der Chlorophyllbänder fängt in der Regel mit der Einziehung jener Ausstülpungen an, welche den zierlich gezackten Rand der Bänder darstellen, und welche namentlich bei schwacher Beleuchtung so schön ausgebildet sind. Auf Tafel II sieht man in Figur 1A das Ende einer normalen Zelle, und daneben in Figur 1B die Spitzen der einfacher gebauten Chlorophyllbänder am Anfange der Contraction.

Die Verkürzung fängt in der Regel nicht an allen Stellen desselben Bandes gleichzeitig an. Bänder mit verkürzten und unverkürzten Windungen sind nicht gerade selten. Somit findet man auch gar häufig Bänder, welche an dem einen Ende noch gezackt, am anderen aber glattrandig sind. Auch hält der Verlust der Zackungen nicht gleichen Schritt mit der Zusammenziehung, und findet man bisweilen die Zackungen noch an den sich contrahirenden Theilen.

Seitliche Verschiebungen begleiten nicht selten die Contraction. Und zwar zumeist in Zellen mit mehreren, einander parallelen Bändern. Diese liegen ursprünglich in nahezu gleicher gegenseitiger Entfernung. Der Raum zwischen zwei benachbarten Bändern nimmt dann an

Breite zu, während die übrigen Zwischenstreifen in entsprechender Weise schmaler werden. In Fig. 2 ist es der Zwischenraum zwischen den Bändern *a* und *b*, der sich am meisten verbreitert. Die seitliche Verschiebung führt meist bald zu einem Verkleben der Bänder in der Aequatorialgegend der Zelle; hier häuft sich die grüne Masse um den Kern herum an, während die einzelnen halben Bänder von dort aus nach allen Richtungen ausstrahlen. In Fig. 3 liegt dieser verklebte Theil auf der linken Seite in der Mitte, und verdeckt den Kern; die rechte Hälfte der Zelle ist nahezu von Chlorophyll entblösst. In derartigen Zellen können sich nun die Bänder allmählich so stark verkürzen, dass die Strahlen vom centralen Theile völlig eingezogen werden, und dass sämmtliches grüne Plasma in der Aequatorialgegend zu einem grossen Klumpen angehäuft wird.

In Zellen mit längeren Bändern führt die seitliche Verschiebung häufig zu einem mehr oder weniger vollständigen Verschmelzen der Chlorophyllkörper zu einem breiteren Bande. Dieser Process ist in den Zellen Fig. 8 und 19 deutlich in seinen Anfängen zu sehen. In der in Fig. 4 abgebildeten Zelle ist diese Vereinigung in der oberen Hälfte, unter starker Contraction, vollzogen worden. In der unteren Hälfte ist solches nur theilweise der Fall, und sind zwei Bänder dazu durch ihre feste Verklebung am Ende der Zelle in ihrer Verkürzung gehindert. Man sieht, wie sie sich dabei zwischen dem festgeklebten Ende und dem übrigen stärkerführenden Theil zu dünnen Strängen ausgezogen haben. Dieses Festkleben und das dadurch verursachte Ausziehen ist in solchen Zellen keineswegs eine seltene Erscheinung. Erwärmt man solche Zellen vorsichtig unter dem Mikroskop, ohne sie zu tödten, so lösen oft die Enden sich los, und man beobachtet nun eine rasche Contraction des befreiten Theiles.

Nicht selten kann man, im Anfange des ganzen Processes, noch die Bahnen beobachten, auf denen die Enden der Bänder sich zurückgezogen haben. Diese Bahnen sind dann durch feine Plasmakörner gezeichnet, welche anscheinend die Fortsetzung der betreffenden Bänder bilden (Fig. 5).

In orthospiren Zellen fehlte die seitliche Verschiebung bei der Contraction nicht selten völlig. Die Bänder standen dann, z. B. bei *S. nitida*, nachdem sie sich auf weniger als ein Viertel ihrer ursprünglichen Länge verkürzt hatten, als gerade Stäbchen im Umkreise der aequatorialen Gegend der Zelle. Die Stäbchen waren sämmtlich der Achse der Zelle parallel geblieben und standen in gleichen gegenseitigen Entfernungen.

Eine besondere Form der Contraction ist für *Spirogyra nitida* in Fig. 6, und für *S. communis* in Fig. 9 *A* und *B* dargestellt. Sie ist in beiden Arten nicht gerade selten. Die Bänder haben sich in einzelne Stücke gespalten, welche durch farblose Fäden verbunden sind.

Die Zahl der Stücke wechselt nicht nur mit der Länge des Bandes sondern oft auch dadurch, dass einzelne Theile sich contrahiren, ohne in Stücke zu zerfallen. So sieht man z. B. in der Zelle Fig. 9B die Endpartien länger als die mittleren, und in einer gleich grossen Zelle derselben Art bestand das ebenso stark contrahierte Band aus nur einem kürzeren zwischen drei längeren grünen Theilen. Zu bemerken ist noch, dass in diesem Falle (*S. communis*, Fig. 9) die Contraction des Chlorophyllbandes wohl nicht ohne Ein- und Durchschnürung der Vacuole stattgefunden hat.

Wir kommen jetzt zu unserer zweiten Gruppe von Fällen, in denen die Contraction der Chlorophyllbänder Einschnürungen des Tonoplasten verursacht. Die Figuren 10—15 und 19 vergegenwärtigen uns diese Erscheinung; die erstere für *S. communis*, die letztere für *S. nitida*. Den einfachsten Fall stellt Fig. 10 dar. Hier ist nur eine Windung contrahirt, die beiden seitlichen haben ihre Lage unverrückt beibehalten. Dass die Verkürzung nicht ohne Einschnürung des Tonoplasten hat stattfinden können, ist ohne Weiteres klar. Da aber die Vacuole nicht an Volumen verliert, und hinter dem Bande nicht etwa ein leerer Raum entstehen kann, ist der Tonoplast, der als eine Falte vom Bande aufgenommen wurde, hinter diesem zu einer dünnen, aber doppelten Platte zusammengedrückt worden. Man sieht diese Falte in der Figur als eine feine, sich dem einen Rande des Chlorophyllbandes ansetzende Linie. Verändert man die Einstellung des Mikroskopes, so überzeugt man sich leicht, dass diese Linie wirklich der optische Durchschnitt einer Platte ist. Am Rande der Zelle geht die Falte beiderseits in den dort unsichtbaren Theil des Tonoplasten über, in der Ecke liegt eine kleine Anhäufung von Körnerplasma, welche man leicht im Umkreise der Zelle den Rand der Falte entlang verfolgen kann. In anderen Fällen lag die Zelle derart, dass die contrahierte Windung im Bilde nicht seitlich, sondern im unteren Theil der Zelle lag; ich sah dann die Platte quer durch die ganze Zelle hindurchgehen.

In Fig. 11 ist eine Zelle mit zwei contrahirten Windungen abgebildet. Beide haben den Tonoplasten in derselben Weise eingeschnürt, wie die eine Windung in Fig. 10. Dasselbe gilt, wenn, wie in längeren Zellen nicht selten vorkommt, drei und mehr Windungen sich contrahiren. Solche Einstülpungen des Tonoplasten habe ich bei *S. communis* häufig beobachtet.

Wie beim Verschmelzen zweier getrennter Vacuolen die letzte Trennungswand sich öffnet, um bald darauf vom übrigen Theile des Tonoplasten aufgenommen und unsichtbar zu werden, so können auch unsere Falten wieder verschwinden. Man sieht dieses in Fig. 12, wo von den drei contrahirten Windungen nur noch eine ihre Falte besitzt. Dass aber die beiden anderen auch eine solche besessen haben, sieht man an den ihnen entsprechenden Anhäufungen von Körnerplasma an

gegenüberliegenden Rande. Wenn schliesslich sämtliche Falten eingerissen sind, so liegt das Band, mit engen Windungen, auf der einen Seite der Vacuole, wie z. B. in Fig. 9 *A* und *B*, wo die Windungen gänzlich verschwunden sind.

Wenn man *Spirogyra* in eine Lösung von 10 pCt. Salpeter bringt, so pflügt in vielen Zellen das äussere Plasma ohne wesentliche Contraction zu sterben, während die Vacuolen sich zu Blasen zusammenziehen, welche sich schliesslich völlig von den übrigen Theilen des Protoplasten isoliren. Solcher Blasen enthält jede Zelle meist zwei, oft mehrere, selten nur eine (Fig. 16 und 17). Es war nun wichtig, durch direkte Beobachtung die Identität unserer Tonoplasten-Falten und der Wand dieser Blasen festzustellen. Man kann dieses in einfacher Weise erreichen, wenn man Zellen in dem in Fig. 10—12 abgebildeten Zustande mit dem genannten Reagens behandelt.

Als Beispiel wähle ich die in Fig. 19*A* dargestellte Zelle von *Spirogyra nitida*. Sie bildete einen Theil eines Fadens, welcher in zahlreichen Zellen je eine bis zwei durch Einschnürung entstandene Falten des Tonoplasten aufwies. Die abgebildete Zelle hatte vier Chlorophyllbänder, deren mittlere Windungen stark contrahirt waren, während die äusseren sich nur wenig verkürzt hatten. In Folge dessen war in der aequatorialen Ebene der Zelle der Tonoplast eingeschnürt, und eine Falte mit der Anhäufung von Körnerplasma an ihrem Rande sichtbar (Fig. 19*A a*). Nachdem die Falte bei verschiedenen Einstellungen untersucht, und die Körneranhäufung im Umkreise soweit wie möglich verfolgt war, wurde die Zelle gezeichnet. Darauf wurde eine Salpeterlösung von 20 pCt. zugesetzt, während ich genau auf die Falte achtete. Bald darauf sah ich diese sich spalten, erst am Umkreise der Zelle (Fig. 19*B*), dann bis zum Chlorophyllkörper. Allmählich entfernten sich die beiden Hälften von einander (Fig. 19*C* und *D*). Ich sah dabei, wie sie einen Theil der sich zusammenziehenden Zellsaftblasen bildeten. Die ganze Erscheinung verlief unter meinen Augen, bis die Blasen sich zu den üblichen Kugeln abgerundet hatten (Fig. 19*E*). Auch in den übrigen, vorher markirten Nachbarzellen hatte sich der Vorgang inzwischen in derselben Weise vollzogen. Die ursprüngliche Lage der Falte war an der Körneranhäufung im Umkreise der Zelle zu erkennen (Fig. 19*Ea*).

Die Falte spaltet sich somit in zwei Platten, ohne dabei irgend etwas zu hinterlassen. Sie bestand also offenbar nur aus der doppelten Lage des eingeschnürten Tonoplasten. Dieser in normaler Lage in der lebendigen Zelle unsichtbare Theil ist in diesem Zustande also leicht wahrnehmbar.

Wir kehren jetzt zu *Spirogyra communis* zurück. Wir lernten in Fig. 10—12 den Fall kennen, dass jede Chlorophyllwindung nur eine Falte des Tonoplasten bedingt. Gar oft ist dem aber nicht so. Das

Band hebt diese Membran bei seiner Verkürzung oft auf seinen beiden Seiten auf, und es entsteht auf der Aussenseite des Bandes ein Raum (Fig. 13 u. 14). Dieser Raum wird dann durch eine Ausstülpung der Zellsaftblase erfüllt, welche von einer beliebigen Stelle ausgehend, sich zwischen die beiden Platten einschleibt. Dabei werden diese wieder verdoppelt, und der Raum, bei seiner Entstehung, mit Zellsaft erfüllt. Solches muss offenbar der Fall sein, da sonst das Volumen dieses Saftes abnehmen müsste. In Fig. 13 habe ich an drei Stellen diese Platten im optischen Durchschnitt dargestellt, in Fig. 14 aber an einer halben Windung in räumlicher Lage, wie man sie bei verändernder Einstellung des Mikroskopes beobachtet.

Der geschilderte Vorgang giebt leicht zu einer Abschnürung der zwischen die beiden Platten eingedrungenen Theile der ursprünglichen Vacuole Veranlassung. Namentlich, wenn die einmal gebildeten Falten nicht wieder verloren gehen. Geht dann die Verkürzung soweit, dass die contrahirten Windungen völlig verschwinden, so kann die ursprüngliche Vacuole in eine Anzahl kleinerer zerlegt werden.

Einen solchen Fall habe ich in Fig. 15 abgebildet. In einer langen, zweispiraligen Zelle von *Spirogyra communis* hatten sich die Chlorophyllbänder an einem Ende zu geraden Linien contrahirt, während sie im übrigen Theile ihre normalen Windungen beibehielten. Im letzteren Abschnitt lag nur eine centrale Vacuole von gewöhnlichem Durchmesser; im ersteren aber sah ich einige Vacuolen, welche zwar die Breite der Zelle hatten, aber etwas weniger hoch als breit waren. Eine solche ist bei *d* im optischen Durchschnitt dargestellt. In den zwischen ihnen übrig bleibenden Ecken war der Raum in eine Anzahl kleiner Kammern getheilt, welche der Zelle in der Oberflächen-Ansicht das bei *u* abgebildete Ansehen gaben. Offenbar waren die grossen Vacuolen die Räume, welche, wie z. B. *o* in Fig. 13, nicht von den sich contrahirenden Bändern durchlaufen waren, während die kleineren den hinter den Windungen gebildeten Räumen (*p, p* Fig. 13) entsprachen.

Die Aehnlichkeit unseres Bildes (Fig. 15) mit dem bekannten schaumigen Zustand des Protoplasma fällt sofort in die Augen, und die Analogie beider Erscheinungen dürfte einleuchtend sein.

Merkwürdige Fälle beobachtet man auch, wenn sich die in der Mehrzahl vorhandenen Chlorophyllbänder von *Spirogyra nitida* wie zu einem eng gewundenen Seile contrahiren. Sie drücken dann einen oder mehrere Theile der Zellsaftblase zwischen ihren Windungen in den frei werdenden Raum hinaus. Durch zehnpromille Salpeterlösung überzeugt man sich dann leicht, dass die Vacuole theils innerhalb, theils neben den Windungen liegt. In Fig. 17 waren die Chlorophyllbänder durch das Reagens in ihrer Lage nicht geändert, die Vacuole aber zu drei Blasen zusammen gezogen. Doppeltchromsaures Kalium und andere Reagentien auf Gerbstoff weisen die Anwesenheit dieser Verbindung

jetzt auch ausserhalb der Chlorophyllbänder nach. So z. B. in der in Fig. 18 abgebildeten Zelle bei *b*. Gerbstoff aber findet sich bei *Spirogyra* nur in den Vacuolen.<sup>1)</sup>

Wir kommen nun zu dem dritten Theile unserer Darstellung. Nachdem die Contraction der Chlorophyllbänder und ihre Folgen beschrieben worden sind, wollen wir einen Blick auf die übrigen Organe der Protoplaste lenken.

Diese zeigen während der geschilderten Vorgänge keine irgendwie merklichen Veränderungen. Wenigstens gelang es mir bis jetzt nicht, solche aufzufinden. Ich folgere daraus, dass sie keine Störungen erleiden. Und dieses ist deshalb wichtig, weil die Contraction der Chlorophyllbänder offenbar kein normaler Vorgang ist, und mancher Leser leicht geneigt sein könnte die betreffenden Zellen als sterbende zu betrachten.

Die Kerne sind auch bei sehr starker Contraction des Chlorophylls zumeist noch unverändert (Fig. 2 u. 9 *B*), oder doch nur durch das Zerbrechen ihrer Aufhängefäden passiv aus ihrer Lage gerückt (Fig. 6). Der Stärkevorath wird bei der Contraction nicht verbraucht, er ist auch bei maximaler Verkürzung oft noch ein sehr reichlicher. Selbstverständlich kommen aber auch stärkefreie Zellen mit contrahirten Bändern vor (Fig. 6). Auch die Farbe ist eine rein grüne.

Der Turgor hat nicht abgenommen. Ueberall, wo die Zellen mit contrahirten Bändern an abgestorbene oder durch das Messer geöffnete Zellen grenzen, zeigen sie die hohe Spannung durch die Wölbung der betreffenden Querwand an (Fig. 2, 8 u. 15). Und solches auch beim höchsten Grade der Verkürzung des grünen Bandes (Fig. 6 und 9 *A*.) Stets kann man in solchen Zellen durch plasmolytische Reagentien das Protoplasma in üblicher Weise von der Wand loslösen, wie z. B. in Fig. 16. In dieser Zelle contrahirte sich unter der Einwirkung von 20 proc. Salpeter zuerst der ganze Protoplast, darauf starb dieser und wurde fixirt, und es zog sich die Vacuole jetzt, unter Spaltung in zwei Blasen, weiter zurück. Die Chlorophyllbänder wurden dabei in ihrer Lage nicht merklich geändert. Die Lage in der Figur entspricht dem vor der Beobachtung erreichten Grade der Verkürzung.

Ich beobachtete die Plasmolyse in Zellen mit stark contrahirten Chlorophyllbändern nicht nur in Salpeterlösungen, sondern auch in Glycerin, und am häufigsten in Zuckerlösungen. Letztere benutzte ich auch dazu, um zu erfahren, ob die osmotische Spannkraft vielleicht in messbarer Weise abgenommen hatte. Ich brachte dazu die Präparate in Rohrzuckerlösungen von 5, 10, 15 und 20 pCt. In 5 und 10 pCt. trat keine Plasmolyse ein, ebenso wenig in den normalen Zellen, wie in denen mit stark contrahirten grünen Bändern. In 15 und 20 pCt.

1) *Looistofreactien van Spirogyra*. In Maandbl. v. Natuurw. 1885 Nr. 4—5.

wurden dagegen die Zellen in beiden Zuständen plasmolysirt. Die plasmolytische Grenzconcentration war also für beide nahezu dieselbe die Turgorkraft konnte während der Chlorophyllcontraction nicht merklich abgenommen haben. Leider liess die Ungleichheit der einzelnen Zellen in beiden Gruppen eine genauere Bestimmung nicht zu. Für beide kann man aber, nach obigen Zahlen, annehmen, dass die Turgorkraft zwischen 6 und 9 Atmosphären betrug.

Die Hautschicht bleibt während der Contraction des Chlorophylls impermeabel für Eosin. Ich beobachtete dieses in zahlreichen Fällen, z. B. in der in Fig. 6 abgebildeten Zelle. Ebenso für doppelchromsaureres Kali, welches die Zellen mit contrahirten Bändern in normaler Weise plasmolysirt, ohne zunächst in die Vacuole einzudringen und hier den Gerbstoff niederzuschlagen. Eine Zelle in diesem Reagens ist in Fig. 18 abgebildet; bei *a* ist der Protoplast durch das Salz von der Zellhaut abgehoben, während dieses eindrang. Nachher starb die Zelle, das doppelchromsaure Kali drang in den Zellsaft ein, und der körnige Niederschlag des Gerbstoffes wurde sichtbar. Und zwar sowohl innerhalb, als ausserhalb der Windungen des Chlorophylls.

Dass die Hautschicht in den Zellen mit contrahirten Bändern noch unverändert ist, geht auch daraus hervor, dass das Chlorophyll nicht zu Blasen, den sogenannten pathologischen Vacuolen, aufschwillt. Solches ist in gestorbenen und in durchschnittenen Zellen eine ganz gewöhnliche Erscheinung (Fig. 7) und beruht offenbar darauf, dass das Wasser freien Zutritt zu den Bändern erhält.

Der beste Beweis aber für den Satz, dass die Contraction des Chlorophylls ohne Störung der übrigen Glieder der Zelle stattzufinden pflegt, ist wohl das Fortdauern der Körnchenströmung. Dieses habe ich vielfach gesehen und zwar sowohl bei *Spirogyra nitida*, wie bei *Spirogyra communis*; die Schnelligkeit war nicht merklich geringer als in normalen Zellen. Die Bewegung fand sowohl zwischen den Windungen, als an den vom Chlorophyll gänzlich entblössten Enden der Zellen statt. Ein Beispiel ist in Fig. 8 *A—C* dargestellt. Man sieht die Bahnen, auf denen die Körnchen schnell fortgeschoben wurden. Diese Bahnen wurden selbst seitlich verschoben und verzweigten sich weiter; sie lagen theils im Umkreise der Zelle, theils gingen sie quer durch den Zellsaft hindurch. Das ziemlich einfache Bild, Fig. 8 *A*, war nach wenigen Minuten in Fig. 8 *B* umgewandelt; die Bahnen verschoben und verzweigten sich unter meinen Augen und lieferten bald das Bild, Fig. 8 *C*. Aehnliche Verschiebungen sah ich auch bei sehr starker Contraction des Chlorophylls nicht gerade selten.

Somit dauern der Turgor und die Plasmaströmungen, sowie die Impermeabilität der Hautschicht für Eosin und für plasmolytische Reagentien während der Contraction der Chlorophyllbänder ungeschwächt fort.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—9. *Spirogyra nitida*. (Vergr. 280.)

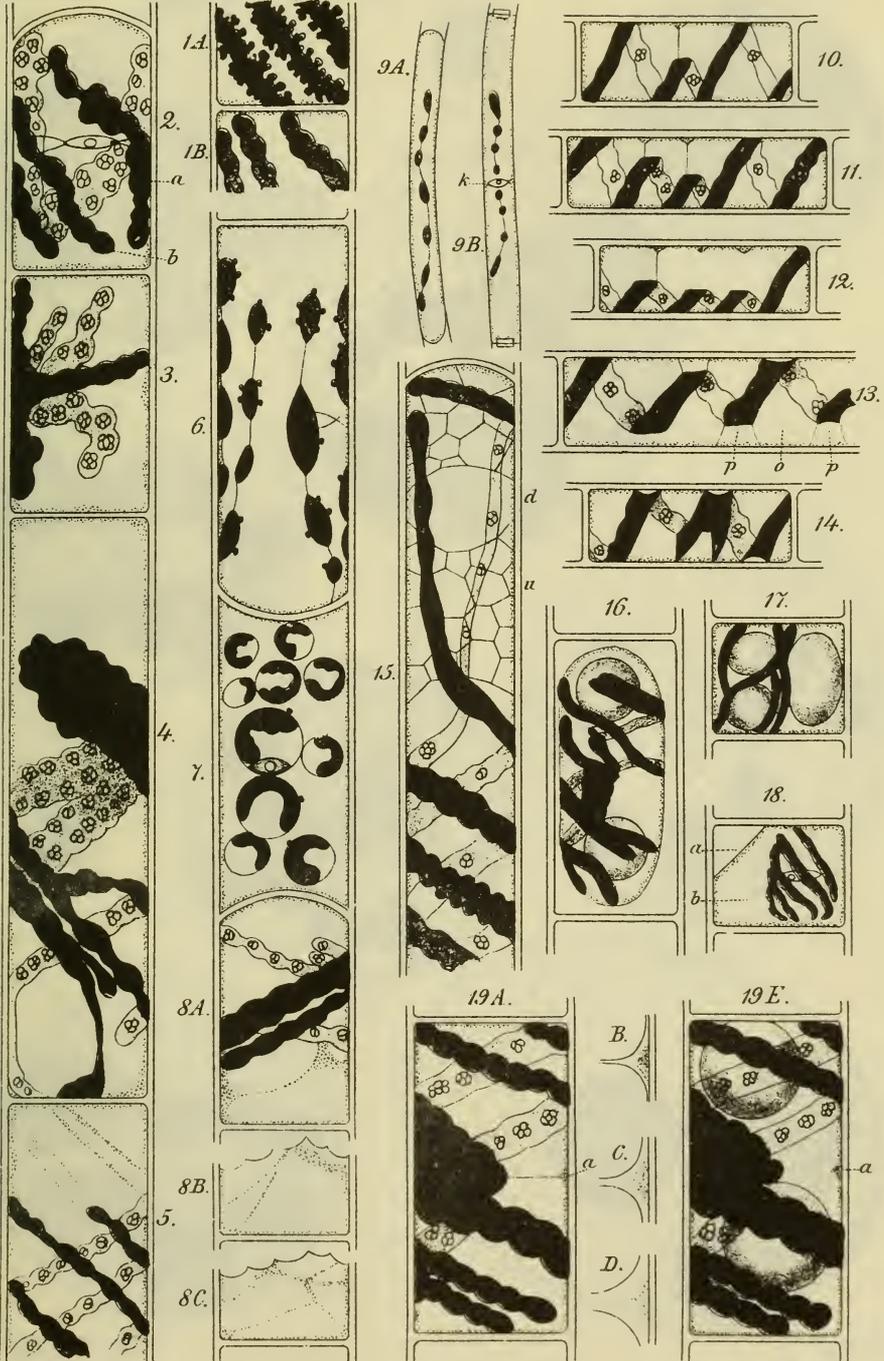
- Fig. 1. A Chlorophyllbänder einer normalen Zelle; B im Anfange der Contraction.  
" 2. Gegenseitige Annäherung der sich contrahirenden Bänder.  
" 3. Dieselbe in der Mitte vollendet.  
" 4. Vereinigung der vier Bänder zu einem einzigen Bande.  
" 5. Die sich zurückziehenden Enden der Chlorophyllbänder hinterlassen feine Körnerlinien.  
" 6. Aeusserst starke Contraction.  
" 7. Eine todte Zelle, deren Chlorophyll zu pathologischen Blasen angeschwollen ist.  
" 8. Bewegung des Körnerplasma in einer Zelle mit stark contrahirten Bändern. S b. Wenige Minuten später; S c noch einige Minuten später.

Fig. 9—15. *Spirogyra communis*.

- " 9. A, B. (Vergr. 100.) Sehr starke Contraction des einzelnen Bandes, k. Zellkern.  
" 10—14. (Vergr. 280.) Einschnürung der Vacuole an einer oder mehreren Stellen, durch die sich contrahirenden Windungen.  
" 15. (Vergr. 350.) Die Vacuole im oberen Ende der Zelle durch die sich contrahirenden Windungen in zahlreiche kleine getheilt. Bei d im optischen Längsschnitt; bei u von der Oberfläche gesehen.

Fig. 16—19. *Spirogyra nitida*.

- " 16. (Vergr. 280.) Plasmolyse und Isolirung der Vacuole als zwei Blasen bei starker Contraction des Chlorophylls, in 20 proc. Salpeterlösung.  
" 17. (Vergr. 280.) Isolirung der Vacuole zu zwei Blasen innerhalb und einer ausserhalb der contrahirten Chlorophyllbänder. In 10 proc. Salpeterlösung.  
" 18. (Vergr. 280.) Anfang der Plasmolyse, in doppeltchromsaurem Kalium. Die Contraction des Chlorophylls ist durch das Reagens nichtverändert. Später entstand der Gerbstoffniederschlag sowohl bei b, als innerhalb der Chlorophyllspirale.  
" 19. A. (Vergr. 350.) Eine Zelle mit eingeschnürter Vacuole. Man sieht die Falte bei a. Nach Zusatz von 20 proc. Salpeterlösung spaltete sich die Falte, und die beiden Platten entfernten sich, wie in B, C und D; sie bildeten darauf je einen Theil der Wand der beiden Saftblasen in Fig. 19 E.



d.V.del.

C.Laue lith.

# 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: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: [Ueber die Contraction der Chlorophyllbänder bei Spirogyra 19-27](#)