

Ueber die contractilen Staubfäden der Disteln.

Ein Sendschreiben von Ferdinand Cohn in Breslau an
C. v. Siebold.

Mit 5 Figuren in Holzschnitt.

Hochverehrter Herr Professor!

Als ich heut vor einem Jahre die Freude hatte Sie bei Gelegenheit unsres Jubiläums hier in meiner Wohnung zu begrüßen, war es mir vergönnt, Ihnen auch die wichtigsten Thatsachen in Bezug auf die contractilen Staubfäden der Disteln, mit denen ich mich damals beschäftigt, vorzuzeigen.

Wie Sie Sich erinnern, sind bei den Cynareen die fünf Staubfäden der Röhre der Corolle eingefügt, und tragen an ihrem andern Ende die Staubbeutel, welche, wie bei allen Compositen, zu einer geschlossenen Röhre verbunden sind.

Diese Antherenröhre ist zur Zeit des Aufblühens an ihrer Spitze geschlossen; in ihrem Innern befindet sich der Griffel, der am Grunde der Corolle auf dem unterständigen Fruchtknoten entspringt.

Um diese Zeit erhebt sich die Antherenröhre circa 4 mm. über die äussersten Corollenzipfel; wird dieselbe berührt, so quillt klumpiger Pollen aus ihrer Spitze, und gleichzeitig macht die Antherenröhre eine eigenthümliche Drehung.

Nach einiger Zeit, etwa nach 5 Minuten, kann man das Experiment wiederholen; es quillt aufs Neue Pollen aus der Antherenröhre und die Drehungen vollziehen sich wie früher.

Allmählich erhebt sich jedoch der Griffel über die Spitze der Antherenröhre, und in demselben Maasse erlischt die Reizbarkeit; wenn der Griffel etwa 4—5 mm. über die Antherenröhre hervorragt, ist die Reizbarkeit vollständig verschwunden. Aber die Befruchtungsfähigkeit des Griffels tritt nun erst ein, da erst jetzt sich die beiden Aeste der Narbe auseinanderlegen.

Im Allgemeinen vergehen höchstens 24 Stunden vom Beginn bis zum Erlöschen der Reizbarkeit; oft ist der Zeitraum noch kürzer; wenn man

bei vielen Cynareen die Reizbarkeit vermisste, so liegt es daran, dass man die Blüthchen zu spät untersuchte: wenn die Griffel sichtbar sind, ist es für diese Versuche zu spät.

Wie bekannt, liegt die Ursache dieser Erscheinungen einzig und allein in den Staubfäden, welche sich bei jeder Berührung augenblicklich zusammenziehen und nach einiger Zeit wieder auf ihre alte Länge ausdehnen. Das Ausquellen des Pollen aus der Antherenröhre beruht darauf, dass diese durch die sich verkürzenden Staubfäden am Griffel um 4—2 mm. herabgezogen und dann wieder heraufgeschoben wird. Am interessantesten zeigt sich die Contractilität der Filamente an solchen Präparaten, welche bloss aus der Antherenröhre bestehen, an der die fünf am andern Ende von der Corolle abgeschnittenen und daher freien Filamente hängen; diese zeigen bei jeder Berührung die lebhafteste Reizbarkeit, schlagen sich zurück, krümmen und schlängeln sich, richten sich wieder auf, beugen sich nach der entgegengesetzten Seite, schlingen sich um einander etc., so dass man nicht ein pflanzliches Gebilde, sondern eine Hydra, die mit ihren Armen um sich schlägt, vor sich zu haben glaubt. Die Gesetze dieser Bewegungen habe ich schon früher specieller geschildert (*Cohn*, über contractile Gewebe im Pflanzenreich. Abhandlungen der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur 4861. Naturwissensch. Abhandl. Heft 4. p. 1); seitdem haben *Kabsch* (*Botanische Zeitung* 4861) und *Unger* (*Botanische Zeitung* 1862) bestätigende und zum Theil erweiternde Beobachtungen bekannt gemacht.

Ich konnte Ihnen im vorigen Jahre schon demonstrieren, dass die contractilen Filamente auf den elektrischen Reiz in energischster Weise reagieren, indem sie durch schwache Ströme sich augenblicklich contrahiren, mit der Zeit aber sich wieder ausdehnen, und dann aufs Neue reizbar sind.

Starke Ströme tödten die Fäden augenblicklich; die Folge davon ist, dass die contrahirten Staubfäden sich nicht wieder ausdehnen, statt dessen aber sich stetig weiter verkürzen, bis sie nach etwa 4 Stunde die Hälfte ihrer früheren Länge angenommen haben.

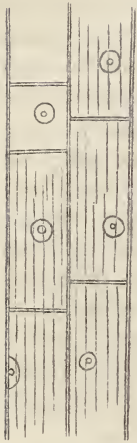
Auch andere Todesarten, z. B. Ertränken in Alcohol, Glycerin oder auch Wasser, bewirken ein solches Verkürzen der Staubfäden um mehr als die Hälfte; es ist klar, dass Einschrumpfen durch Verdunstung hiervon nicht die Ursache sein kann.

Auch von selbst beim Absterben ziehen sich die Filamente auf ihr Minimum zusammen; wenn die Griffel später um circa 5 mm. über die Antherenröhre hervorragten, so beruht das nur zum kleinsten Theil in dem Wachsthum der Griffel nach dem Aufblühen; die eigentliche Ursache ist das Herunterziehen der Antherenröhre durch die beim Absterben sich verkürzenden Staubfäden, in Folge deren die Röhre zuletzt $\frac{1}{2}$ —4 mm. unter den Zipfeln der Corolla sich befindet, während sie wenige Stunden vorher 3—4 mm. über dieselben hinweggeragt hatte.

Seit Kurzem in Besitz eines neuen *Hartnack'schen* Mikroskops, habe ich es mir angelegen sein lassen, nachzuforschen, welche anatomischen Veränderungen die contractilen Staubfäden bei ihrer Verkürzung erleiden.

Untersucht man Staubfäden in verlängertem, reizbaren Zustande, so muss man zuvor die Luft entfernen, welche in Luftcanälen das innere Gewebe theilweise durchzieht, und dasselbe undurchsichtig macht.

Fig. a.



Zellen in expandirtem Zustande.

Fig. b.



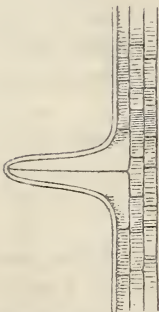
Zellen in contrahirtem Zustande.

Ich entferne die Luft, indem ich ein Filament unter Wasser mit einem Deckglas bedecke, das eine Ende unter dem Mikroskop einstelle, die Objectivlinse so tief niederschraube, dass sie auf das Deckglas selbst anstösst und das Filament demnach einem mässig starken Druck aussetze und nun das Filament seiner ganzen Länge nach unter der Objectivlinse fortschiebe. Durch diesen Handgriff wird die Luft fast ganz ausgetrieben, während Wasser (resp. Glycerin) an ihrer Stelle eindringt, welches die Beobachtung auch des inneren Gewebes unter der Epidermis möglich macht.

Das Gewebe der Filamente besteht aus einem centralen, hauptsächlich Ring- und enggewundene Spiralfasern enthaltenden Gefässbündel, welches von Reihen langer, cylindrischer, mit geraden Scheidewänden über

einander gesetzter Zellen umgeben ist (vgl. Fig. a.).

Fig. c.



Ein Stück Filament mit einem Haar bei schwacher Vergrößerung in contrahirtem Zustand. Antherenröhre

Nach aussen ist das Filament von einer Epidermis aus ähnlich gestalteten Zellen umschlossen, welche an ihrer Oberseite stärker verdickt und convex sind, so dass das Filament gleichsam cannelirt erscheint (Fig. d.). Die Epidermis ist wieder von einer ziemlich dicken Cuticula überzogen. Ueber dieselbe erheben sich eigenthümliche, kegelförmige Haare, welche aus zwei platt neben einander liegenden Zellen bestehen, und deren gallertartig verdickte Membranen ebenfalls von der Cuticula überzogen sind (Fig. c.).

Werden die inneren Zellen eines reizbaren, verlängerten Filaments unter einer scharfen Vergrößerung eingestellt oder auch durch einen Längsschnitt entblösst, so zeigen sie sich längsgestreift, als ob sie mit Längsfasern besetzt wären (Fig. a.).

Ganz anders ist das Bild der Zellen im verkürzten Zustande, am besten von einem Filament, wenn die bereits unter die Corollzipfel binabgezogen wurde. Um

diese Zeit sind die Zellen des Filaments bereits abgestorben, wie die contrahirten Primordialschläuche beweisen.

Hat man hier die Luft entfernt, so erscheinen sämmtliche Zellen dicht quergestreift, als ob das Filament aus lauter Spiralfässen bestände (Fig. b.).

Namentlich solche Stellen, wo vorzugsweise kürzere Zellen sich befinden, zeigen die dichteste Querstreifung, fast wie ein quergestreifter Muskel.

Die Ursache dieser Querstreifen ist, dass sich die Zellen bei ihrer Verkürzung sehr regelmässig und dicht querrunzeln. Daher erscheinen die Seitenwände der Zellen ganz fein und dicht gekräuselt, so dass auf $\frac{1}{300}$ mm. etwa 10—20 Querfalten kommen. Die Fasern, welche, wie wir eben gesehen, theils senkrecht, theils schief auf die Längsaxe verlaufen, entsprechen eben diesen Querrunzeln der Zellwand.

Diese Runzelung findet bei allen Zellen statt, die der Epidermis mit einbegriffen (s. Fig. d u. e.); nur im Innersten, in der Nähe der Luftcanäle, bleiben oft Zellen ungerunzelt.

Das Runzeln der Zellen bei der Verkürzung lässt sich direct unter dem Mikroskop verfolgen, indem das zwischen die Luftcanäle eintretende Wasser oder Glycerin die Zellen rascher oder langsamer tödtet; man sieht alsdann die Ränder der Zellen wellig werden, und die Wände derselben sich dabei theilweise von einander entfernen. Nach einiger Zeit ist die Querstreifung der Zellen überall deutlich. Fast augenblicklich tritt die äusserste Verkürzung des Filaments und gleichzeitig die dichteste Querrunzelung seiner Zellen ein, wenn man das erstere in einen Tropfen Schwefelsäure bringt; dabei färben sich sämmtliche Zellen tief citronengelb, während die einzelnen zerstreuten Pollenkörner durch Färbung ihrer Membran purpurviolett werden. Concentrirte Schwefelsäure zerstört bald die Zellenwände und lässt nur die Cuticula übrig, welche sich zuletzt schwärzt. Kali färbt die Zellen ebenfalls gelb und runzelt sie sehr tief, während sich die Membran der Pollenkörner schön braunroth färbt. Salpetersäure, welche bloss gelb (nach Zusatz von Kali orangeroth) färbt, contrahirt die Zellenmembran, dehnt aber auffallenderweise die Cuticula bedeutend aus, welche sich als ein weit abstehender Sack von der Epidermis abhebt und auch von den Haaren sich ablöst.

Zerquetscht man die Filamente unter starkem Druck, so können sich die Zellen nicht zusammenziehen; sowie man aber das Deckglas hebt, erscheinen augenblicklich sämmtliche Zellen quergestreift; doch sind die

Fig. d.

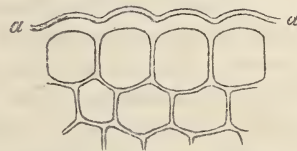
Querschnitt des Filaments.
α α Cuticula.

Fig. e.

Dasselbe in contrahirtem
Zustande.

Zerquetscht man die Filamente unter starkem Druck, so können sich die Zellen nicht zusammenziehen; sowie man aber das Deckglas hebt, erscheinen augenblicklich sämmtliche Zellen quergestreift; doch sind die

Querfalten bei allzu rascher Zusammenziehung sehr unregelmässig; auch krümmen sich dann ganze Zellencomplexe.

Obwohl ich die Wirkung eines vorübergehenden Reizes auf die Gestalt der Zellen noch nicht verfolgen konnte, da mit Wasser durchtränkte Filamente nicht mehr reagiren, so kann ich doch nicht daran zweifeln, dass die momentanen Verkürzungen nach Reizen, ebenso wie die stetigen beim Absterben auf Querrunzelung der Zellen beruhen.

Es scheinen demnach die contractilen Zellen der Cynareen in ihrem Verhalten wesentlich mit den glatten Muskeln übereinzustimmen, und wir kennen nunmehr Pflanzen, welche in der That (so zu sagen) Muskeln besitzen.¹⁾

Die contractilen Zellen zeichnen sich durch die grosse Zartheit ihrer Zellenmembranen aus, die dünner ist als in irgend einem mir bekannten Gewebe; nur die Enden der Filamente, welche die Antheren tragen, bestehen aus kurzen quadratischen, stark verdickten Zellen; diese sind aber offenbar auch nicht reizbar.

Schon im vorigen Jahre konnte ich Ihnen nachweisen, dass der Staubfaden in demselben Maasse dicker wird, in dem er sich verkürzt: ein Filament, das vor der Reizung $\frac{94}{1000}$ ''' breit, ist nach derselben $\frac{115}{1000}$ ''' breit, ein anderes, vorher $\frac{106}{1000}$ ''' breit, ist nachher $\frac{119}{1000}$ ''' breit, ein drittes, vorher $\frac{116}{1000}$ ''' breit, ist nachher $\frac{127}{1000}$ ''' breit u. s. f.

Hiermit steht sicher in Zusammenhang, dass die Zellen vor der Verkürzung längsgestreift, nach derselben quergestreift erscheinen.

Ich bin in meiner ersten »Abhandlung über contractile Gewebe im Pflanzenreich« zu dem Ergebniss gekommen, dass die Zellen der Staubfäden sich in ihrem verlängerten Zustande activ ausgedehnt befinden, und dass die Verkürzung (auf Reize resp. beim Absterben) auf einem Erschlaffen beruht, in Folge dessen die der Expansivkraft entgegenwirkende Elasticität die Zusammenziehung bewirkt.

Hiernach würde das Verhalten der contractilen Staubfäden entgegengesetzt sein dem der contractilen thierischen Gewebe (Muskeln), insofern bei diesen der verkürzte Zustand als activ, thätig, der verlängerte als passiv, ruhend betrachtet wird.

Meine neueren Beobachtungen haben mich in meiner Auffassung

1) Bekanntlich hat *Meissner* die contractilen Faserzellen, welche die glatten Muskeln der Harnblase, der Milz, der Gefässwände etc. bilden, in contrahirtem Zustande dicht und parallel quergesetzt gefunden, ganz ähnlich wie es die contrahirten Filamentzellen zeigen; indessen sollen die Runzeln der glatten Muskelzellen sich nur auf der einen Seite der Zellwände finden. Aehnliche Beobachtungen über die Runzelung resp. Zickzackfaltung der contractilen Faserzellen haben *R. Wagner*, *Remak*, *Kölliker*, *Lebert* und insbesondere *Heidenhain* gemacht. Das äussere Aussehen der contrahirten Thier- und Pflanzenzelle ist offenbar ein ganz analoges. In wiefern dasselbe in beiden Reichen auch analogen Ursachen zugeschrieben werden darf, darauf kann an diesem Orte nicht weiter eingegangen werden. *Cohn*.

fortdauernd bestärkt, dass die Verkürzung der Staubfäden passiv durch Elasticität geschieht, und lege ich hierbei nunmehr das Hauptgewicht auf die besonders dicke Cuticula, welche auch bei den aufs äusserste verkürzten Staubfäden keine Rünzelung zeigt, also sicher in hohem Grade elastisch ist, so dass sie beim Absterben der Zellen wohl auch deren gewaltsame Verkürzung durch Querrünzelung veranlassen kann.

Gleichwohl bin ich der Ueberzeugung, dass mindestens bei den niedersten Thieren, welche nicht Muskeln, sondern contractiles Parenchym enthalten, das nämliche Verhältniss stattfindet, wie bei den contractilen Pflanzenzellen. Auch bei diesen Thieren tritt durch Reize momentan, durch Absterben stetig eine äusserste Verkürzung ein, und zwar gewiss in Folge der Elasticität ihrer Cuticula, während das Ausstrecken und die Verlängerung ein vitaler, activer Vorgang ist.

Ich erinnere hierbei an die Stiele der Vorticellen, welche im Tode wie nach Reizen zusammengerollt sind und sich activ ausdehnen, ferner an die Fortsätze der Amoeben, Actinophrys, Difflugia, Arcella und der Rhizopoden überhaupt, welche offenbar activ sich verlängern, während dieselben durch Reize wie beim Absterben sich zur Kugel zusammenziehen.

Versuche mit contractilen Infusorien, welche durch elektrische Inductionsströme gereizt wurden, zeigten vollständige Uebereinstimmung mit den contractilen Pflanzengeweben; Trachelocerca Olor zieht augenblicklich den Hals ein und verkürzt sich; bei stärkerem Strome platzen sie, lassen Sarcode austreten und zerfliessen unter den bekannten wunderlichen Contractionen; ähnlich Paramecium Aurelia.

Endlich verhält sich auch Hydra viridis ganz übereinstimmend; das Ausstrecken ihrer Arme, die Verlängerung ihres Körpers ist offenbar ein activer Zustand; in der Ruhe und beim Absterben verkürzt sie sich zum unscheinbaren Klümpchen. Ebenso bewirkt ein schwacher Inductionsstrom Contraction des Körpers augenblicklich: bei constanter Stromstärke tritt allmählich wieder Ausdehnung ein; ein stärkerer Strom bewirkt aufs Neue Zusammenziehung; eine sehr starke Entladung contractirt auf das Minimum; es folgt aber nun keine Ausdehnung mehr, sondern allmähliches Zerfliessen des Körpers.

Die contractilen Erscheinungen im Parenchym der Pflanzen und der niederen Thiere folgen demnach in den bisher untersuchten Richtungen denselben Gesetzen.

Breslau den 4. August 1862.

Ferd. Cohn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1862-1863

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: [Ueber die contractilen Staubfäden der Disteln. 366-371](#)