

49. H. Klebahn: Zur Entwicklungsgeschichte der Zwangsdrehungen.

Im Anschluss an einen gedrehten Stengel von *Galium Mollugo* L.

(Mit Tafel XVIII.)

Eingegangen am 9. October 1888.

Am 19. Juni 1888 erhielt ich von Herrn E. LEMMERMANN ein im Neuenlander Felde bei Bremen gesammeltes Exemplar von *Galium Mollugo* L., dessen Stengel in ausgezeichnet schöner Weise die von A. BRAUN¹⁾ als Zwangsdrehung bezeichnete Bildungsabweichung zeigt.

Schon der unterste 2 mm dicke, zum Theil der Grundachse angehörige Stengeltheil ist schwach spiralg gedreht (Fig. 1). Der grössere, obere Theil, der stark angeschwollen und hohl ist, krümmt sich annähernd zu einem Halbkreis von etwa 8 cm Durchmesser; er hat in seiner unteren Hälfte einen rundlichen Querschnitt von etwa 4 mm Durchmesser, in der oberen einen länglichen mit den Durchmessern 5 und 8 mm an der dicksten Stelle, nach der Spitze verjüngt er sich wieder. Ich orientire den Stengel für das Folgende so, dass die convexe Seite rechts und die fortwachsende Spitze oben ist. Die Blätter und die Zweige sind in einer Reihe angeordnet, die als links gewundene Schraubenlinie um den Stengel verläuft; diese macht im unteren Theile drei allmählich weiter werdende Umgänge, in der oberen Hälfte zieht sie sich völlig gerade aufgerichtet an der convexen Seite des Stengels hin, an der Spitze wird sie wieder schraubig; in dem unmittelbar unter dem Vegetationspunkt liegenden Stengeltheile von 8 mm Länge und bis 1 mm Dicke konnte ich nach Abschneiden der Zweige noch drei nach der Spitze enger werdende Umgänge erkennen. In dieser Linie sind die Blätter auf einer schmalen, niedrigen, kammförmigen Leiste dicht gedrängt gestellt, so zwar, dass ihre Spreiten unter einander und mit der Schraubenlinie in eine Fläche fallen; bei der gegebenen Orientirung sind die Oberseiten in dem nicht gewundenen Theile dem Beobachter zugekehrt. Die Zweige sind in derselben Linie oberhalb der Blättchen (im oberen Theil für den Beobachter vor denselben) angeordnet und zwar derart, dass je einer aus der Achsel

1) Monatsberichte d. k. Akad. d. W. Berlin 1854. pag. 440.

jedes vierten Blättchens entspringt; sie selbst sind völlig normal gebildet. Die unteren Zweige sind steril, die oberen tragen Blütenknospen. Um den Stengel herum ziehen sich gleichfalls schraubig gewundene Riefen, die demselben das gedrehte Aussehen verleihen. Sie entsprechen den Kanten des normalen Stengels; ihre Drehung ist rechtsläufig, also der der Blattspirale entgegengesetzt. Zu jedem Zweige gehören zwei Riefen; die eben unterhalb eines Zweiges auf der Vorderseite (bei der gegebenen Orientirung) entspringende und auf dieser Seite stärker hervortretende Riefe verläuft so, dass sie auf der Rückseite zwischen dem dritten und vierten Zweige, hier weniger hervortretend, endet; die vorn zwischen dem ersten und zweiten Zweige entspringende endet auf der Hinterseite eben oberhalb des vierten Zweiges und tritt hier stärker hervor (vergl. das Schema Fig. 2).

Aehnliche Bildungen sind schon vielfach beobachtet worden. MASTERS¹⁾ bildet eine *Galium*-Pflanze ab, die unten zwei ganz normale Internodien trägt und dann plötzlich in eine so starke Drehung übergeht, dass die Blätterreihe sofort völlig gerade ist. Er giebt eine Beschreibung von DUCHARTRE²⁾ wieder, die auf den vorliegenden Fall bis auf eine nicht unerhebliche Abweichung passt. Abgesehen davon, dass der Stengel des DUCHARTRE'schen Exemplars hohl war, und alle Zweige in einer geraden Linie stauden, fanden sich die Blätter in Gruppen zu 3—4 um die Zweige herum (par quatre ou plus rarement par trois sur un même arc, autour de la naissance de chaque branche. pag. 294), und es waren die einen aufgerichtet, die anderen zurückgeschlagen (les unes se relevaient, les autres se rabattaient verticalement, pag. 293). Das mir vorliegende Exemplar stimmt also mehr mit dem ersten bekannten überein, welches GEORG FRANK 1683 abbildet.³⁾

Ich hebe das hervor, weil DUCHARTRE die Meinung ausspricht, es sei die Anordnung der Blätter in Gruppen jenem Beobachter entgangen. Eine Andeutung einer derartigen Stellung der Blätter in Bögen um die Zweige fand sich an meinem Zweige nur an dem obersten, noch unentwickelten Theil (vergl. Fig. 10).

A. BRAUN hat für die vorliegende Erscheinung eine Erklärung zu geben versucht.⁴⁾ Darnach soll ein Uebergang der Blattstellung in die spiralige und eine Verwachsung der Blattbasen in der Richtung der Spirale die Ursache sein, die bei

1) Vegetable Teratology. pag. 323.

2) Anr. sc. nat. 3. sér. Vol. I. 1844. pag. 292.

3) Miscellanea curiosa s. Ephem. medico-phys. german. acad. nat. curios., decur. 2, ann. I. 1683. pag. 68. Fig. 14.

4) l. c. pag. 440; ferner: Bot. Ztg. 1873. pag. 31 und Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin. 1872. Dasselbst, sowie bei MASTERS, findet sich das Wichtigste aus der älteren Literatur zusammengestellt.

der Streckung der Stengelglieder zu einer Drehung derselben entgegengesetzt der Blätterspirale Veranlassung giebt. Auch nach BRAUN haben mehrere Forscher Zwangsdrehungen beschrieben und Vermuthungen über die Entstehung derselben aufgestellt, indem sie zum Theil die von ihm gegebene Erklärung als nicht zutreffend ansehen.¹⁾ SURINGAR ist nicht mit dem angenommenen „Übergang von den gedecusseerden Blättern in den spiralgigen“ einverstanden (pag. 326); er bemüht sich dann, die Möglichkeit der Entstehung der Torsion auch ohne Aenderung der Blattstellung zu erweisen, indem er sich die durch die Blattpaare gebildeten Ringe zunächst in offene Spiralen aufgelöst und dann alle mit den Enden zu einer einzigen Spirale verwachsen denkt (pag. 327). MAGNUS ist zu der Ansicht gekommen, dass die Verwachsung der Blätter an der Basis nicht die Ursache der Drehung sei, sondern dass „umgekehrt durch die Drehung der Längsriefen des Stengels die Blätter nach einer Seite genähert werden (pag. 120). Um die Drehung der „Längsriefen“ zu erklären, nimmt MAGNUS an, dass der junge Stengel in der Wachstumsrichtung einen Widerstand entgegen der fortwachsenden Spitze erfahren habe (pag. 121), was, wie er meint, bei *Phyteuma* durch die Grundblätter bewirkt sein könnte (pag. VII). Er sucht dann gleichfalls das Verhalten der Blätter und Riefen aus der decussirten Blattstellung abzuleiten, indem er dem unterdrückten Internodium zwischen zwei gegenständigen Blättern eine halbe, dem ausgebildeten zwischen den Blattpaaren eine Viertel-Drehung zuschreibt (pag. 122).

Alle die genannten Forscher haben ihre Erklärungsversuche ausschliesslich auf das äussere Verhalten des gedrehten Stengels gegründet; von einer anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung der Zwangsdrehungen ist in der Literatur nicht die Rede. Ins-

-
- 1) 1873. SURINGAR, Bijdrage over een geval van torsie bij den stengel van *Valeriana officinalis* L. Nederl. kruidkundig archief. 2. Ser. 1. deel. 1874. pag. 319.
1875. VIVIAN-MOREL, (*Galium*.) Ann. soc. bot. Lyon. 3. année. 1874—75. pag. 110.
1876. v. FREYHOLD, (*Galium verum* L.) und TREICHEL, (*Galium palustre* L.) Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. XVIII. pag. 87 u. 91.
1877. VIVIAN-MOREL, Torsion vésiculeuse observée chez le *Valeriana dioica*. Ann. soc. bot. Lyon. 5. année. 1876—77. pag. VI.
1877. MAGNUS, (*Dipsacus silvester* Mill.), Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. XIX. pag. 118.
1879. MAGNUS, (*Phyteuma*), daselbst. XXI. pag. 6.
1882. WITTMACK, (*Convolvulus arvensis* L.), daselbst. XXIV. pag. IV.
1883. v. SEEMEN, (*Oenanthe fistulosa* L.), daselbst. XXV. pag. 218.
1888. MASSALONGO, Contribuzione alla teratologia vegetale. Nuovo Giornale Botanico Italiano. Vol. XX. pag. 289.

besondere fehlen Untersuchungen über den Vegetationspunkt, die doch allein entscheiden können, welches das ursprüngliche Verhalten der fortwachsenden Spitze und welches die späteren Veränderungen gewesen sind. Da ich in der glücklichen Lage war, den Zweig frisch zu erhalten, und da derselbe bis in die Spitze die Drehung zeigte, beschloss ich daher, eine anatomische Untersuchung desselben vorzunehmen. Ich verwandte dazu einen in der Mitte herausgeschnittenen Theil und die Spitze mit dem Vegetationspunkt, nachdem ich zuvor den ganzen Zweig photographiert hatte. Der Rest wurde getrocknet und dem „morphologischen Herbarium“ der städtischen Sammlungen zu Bremen einverleibt. Es wurden mittelst Einbettung in Celloidin successive Schnitte hergestellt und verglichen. Folgendes sind die Ergebnisse:

Der gedrehte Stengel, dessen Mark wenigstens in den dickeren Theilen einen grossen Hohlraum aufweist, enthält einen mächtigen ununterbrochenen Holzcyylinder, dessen Gefässe in der Richtung der schraubenförmigen Drehung verlaufen (*c* in Fig. 10–12). Jedesmal dort, wo die Hauptachse einen Zweig trägt, tritt aus jenem ein hohlcyllindrisches Gefässbündel heraus, dessen Haupttheil in das gleichfalls cylindrische Bündel des Zweiges (*e*) übergeht, während die morphologische Unterseite desselben (*d*), die sich zu einem besonderen keuligen Theile erhebt, die Blattspur desjenigen Blättchens darstellt, aus dessen Achsel der Zweig entspringt. Der kolbige Theil entsendet drei Aeste (Fig. 11), einen als Mittelrippe in das genau unter dem Zweige stehende Blättchen (das Hauptblättchen), zwei andere links und rechts, von denen sich der linke mit dem entsprechenden rechten der nächst oberen, der rechte mit dem linken der nächst unteren Blattspur zu gemeinsamen gürtelförmigen Strängen (*g*) verbinden. Diese die Blattspuren verbindenden Gefässbündelzüge, die dazwischen mit dem Holzcyylinder des gedrehten Stengels keinerlei Verbindung aufweisen, geben nach oben drei Stränge ab, je einen als Mittelrippe in jedes der drei Nebenblättchen; ausserdem schickt jedes nahe an seiner Ursprungsstelle noch eine feine Nebenrippe in das Hauptblättchen (Fig. 11). Zwischen dem Hauptblättchen und dem Zweige entspringt aus dem kolbigen Bündel noch eine Knospe (*e'*) oder, in den oberen Theilen (Fig. 10), auch ein kleiner Zweig. Auf der dem Hauptblättchen gegenüberliegenden Seite fanden sich im Parenchym des gedrehten Stengels zwei (endogene) Knospen angelegt, die mit dem Holzcyylinder desselben in Verbindung standen (Fig. 12, *i*). — An den normalen Zweigen (Fig. 9) entspringen an jedem Blattquirle zwei gegenständige ziemlich horizontal verlaufende Blattspurbündel (*d*), die sich am Ende genau so, wie eben beschrieben, in drei Verzweigungen theilen, von denen die mittleren in die Hauptblättchen gehen, während die seitlichen zu einem Ringe oder Gürtel (*g*) zusammenschliessen,

dessen beide durch die Blattspuren getrennten Hälften je drei Bündel entsenden, die zu den Rippen der sechs Nebenblättchen werden.¹⁾ — Diese Vergleichung bestätigt zunächst die Richtigkeit der bislang üblich gewesenen Beziehung der Theile des gedrehten Stengels auf die des normalen. Zugleich lässt sie den Verwachsungssaum der Blättchen und insbesondere auch die Gefässverbindung zwischen je zwei Blattspuren als völlig dem normalen Verhalten entsprechend erscheinen. In dem Vorhandensein letzterer ergibt sich zugleich ein Stützpunkt für die von BRAUN aufgestellte Erklärung, wenn auch keine ausschliesslich mechanischen Elemente in derselben vorhanden sind.

Von besonderer Wichtigkeit erschien es mir, wie bereits hervorgehoben, den Vegetationspunkt zu untersuchen. Obgleich ich mir von vornherein der Schwierigkeit bewusst sein musste, da ja nur eine einzige Stengelspitze vorhanden war, so wollte ich doch nicht versäumen, wenigstens einige Resultate zu gewinnen, um so mehr, da der ganze Stengel bis in die Spitze gedreht, und es deshalb wahrscheinlich war, dass das Verhalten des Vegetationspunktes während der Entstehung des ganzen Triebes dasselbe geblieben sei. Das geeignetste schien mir zu sein, den Gipfel in eine Reihe successiver Querschnitte zu zerlegen. Die Untersuchung ergab Folgendes:

Der erste Schnitt zeigt fünf Blattspitzchen und darunter in den Zwischenräumen vier rundliche Anlagen, eine Lücke ist frei (Fig. 4). Der zweite Schnitt enthält in der Mitte den nicht hervortretenden Scheitel, um denselben nicht ganz deutlich fünf rundliche Anlagen (drei deutlich und in solcher Stellung, dass die übrig bleibende Lücke noch zweien entspricht), um diese die ebenfalls nicht völlig deutlichen Querschnitte von fünf Blättern (Fig. 5). Die Beschaffenheit dieser beiden Schnitte weist schon darauf hin, dass dem Hauptspross vom Scheitel an eine andere Wachstumstendenz innewohnt, als die zur Hervorbringung decussirter Anordnung der Glieder erforderliche, welche letztere sich an den in späteren Schnitten auftretenden Seitenknospen mehrfach deutlich zeigt.²⁾ Von Schnitt 3 an treten die Anlagen der Seitenglieder in sehr charakteristischer Form auf, nämlich in Gestalt dreilappiger Gebilde, hinter denen noch ein Blattquerschnitt erscheint, dessen Masse am Grunde mit ersteren zusammenhängt (Fig. 6 und 7). Ich fasse letzteren als dem Hauptblättchen, die Seitenlappen des ersteren als zweien Nebenblättchen und den Mittel- und Oberlappen desselben als dem Zweig entsprechend auf.³⁾ Die Anordnung

1) cf. HANSTEIN, Ueber gürtelförmige Gefässstrang-Verbindungen im Stengelknoten dicotyler Gewächse. Abh. d. k. Akad. d. W. Berlin. 1857.

2) Die Bildungen wie *k* in Fig. 7 scheinen allerdings meist Blütenanlagen zu sein, und man kann nicht wissen, ob die Achse des vorliegenden Exemplars nicht auch mit einer vielleicht deformirten Blüthe geendet haben würde.

3) Auch wenn diese Auffassung nicht zutreffen sollte, bleibt das Folgende zu Recht bestehen.

dieser Anlagen in Schnitt 3 und 4 passt auf keinen Fall zu einer decussirten Stellung, lässt sich dagegen sehr wohl als Stellung nach $\frac{2}{5}$ Divergenz auffassen (vergl. $a-k$ in Fig. 6 und 7). Ich glaube daraufhin für die Meinung A. BRAUN's eintreten zu müssen, der einen Uebergang der Blattstellung in eine spirallige mit $\frac{2}{5}$ Divergenz annahm. In der That lässt sich auf diese Weise das Phänomen am ungekünsteltesten erklären. Man denke sich die Blatt- und Zweigreihe des gedrehten Stengels so zu einer Schraube um eine Achse gewickelt, dass die Divergenz der Blatinsertionen $\frac{2}{5}$ beträgt (s. die genet. Spirale Fig. 3). Man erhält dann einen fünfkantigen Stengel, an welchem übereinander stehen: das 1. Hauptblättchen mit dem I. Zweig in seiner Achsel, die 1. Riefe, das 11. Blättchen, die 6. Riefe, das 21. Blättchen (6. Hauptblättchen) mit dem VI. Zweig u. s. f. Ein solcher Stengel kann aber, falls die aufeinander folgenden Blattbasen verwachsen sind, nur mit verhältnissmässig kurzen Internodien bestehen, also nur am Vegetationspunkt. Wenn die Internodien sich strecken, so müsste entweder eine Zerreiſung der gürtelförmigen Blattverbindungen eintreten, oder aber Drehung des Stengels mit Geraderichtung der Spirale, d. h. Zwangsdrehung.

Die folgenden Querschnitte, im Ganzen sind es 41 durch die etwa 1—2 mm lange Spitze, bestätigen die Richtigkeit dieser Anschauung. Ich konnte, die in Fig. 6 und 7 mit $a-k$ bezeichneten Anlagen mitgerechnet, 22 Blattanlagen verfolgen, von denen nie eine mit anderen völlig in einer Ebene lag, und die stets wohl erkennbar $\frac{2}{5}$ Divergenz aufwiesen. Dazu kommt, dass viele der etwas tieferen Schnitte, an welchen die Internodien schon etwas mehr ausgebildet sind, deutlich die Fünfkantigkeit des Stengels zeigen. Man sieht nämlich 4 Riefenquerschnitte (Fig. 8, $a-d$) und an Stelle des fünften die Anlage eines Blattes mit Achselzweig (xy); in den nächst höheren Schnitten tritt an Stelle der nach links herum um $\frac{2}{5}$ des Umfangs entfernten Riefe (c) die folgende Blattanlage auf, während statt jener ersten eine Riefe sich zeigt, und so fort. In den höheren Schnitten, die noch keine Riefen entwickelt zeigen, findet man öfter mehrere, 2—3, Blattspuren getroffen, aber in verschiedener Höhe; dieselben sind dann so gestellt, dass zwei unmittelbar aufeinander folgende um ca. 144° von einander abstehen, während das erste und dritte in entgegengesetzter Richtung um 72° von einander entfernt sind. Man kann sich daher der Folgerung gar nicht verschliessen, dass der vorliegende Zweig an der Spitze thatsächlich das soeben theoretisch construirte durch Fig. 3 dargestellte Verhalten hat, dass er also ein fünfkantiger Stengel mit $\frac{2}{5}$ Stellung der Blätter und noch unentwickelten Internodien ist.

Etwa vom 6. Schnitte an treten die Anlagen der Gefässbündel deutlich wahrnehmbar auf; man erkennt, dass das Bündel der Haupt-

achse die Blattspuren und die Zweigbündel abgiebt (Fig. 8), und dass erstere sich in der Blattanlage in drei Aeste theilen.

Ueber einen wichtigen Punkt habe ich leider keinen Aufschluss erhalten können, nämlich über die Frage, auf welche Weise die seitliche Verwachsung der Blattbasen stattfindet, und wie insbesondere der Gefässbündelstrang des Verwachsungssaumes zu Stande kommt. Der sehr stark in der Richtung nach der folgenden Blattspur zurückgebogene Anfangstheil des Verbindungsstranges war bis dahin, wo das erste Nebenblatt abgeht, vielfach deutlich zu verfolgen (Fig. 8, *u*, *t*); ob und wie in den jungen Anlagen die Gefässe darüber hinaus verlaufen und sich mit dem Aste des benachbarten Blattes verbinden, blieb mir verborgen.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass eigenthümliche drüsige Gebilde, die sich in den Achseln der Blätter auch an den normalen Trieben finden, am Vegetationspunkte schon sehr früh auftreten und sich daselbst durch ihre Grösse auszeichnen, und ferner, was für die gesammte Auffassung von Wichtigkeit ist, dass keine Spur von Verletzungen oder Parasiten (Pilzhyphen etc.) bei der anatomischen Untersuchung bemerkt wurde.

Ich komme zu folgenden Ergebnissen: Die vorliegende Zwangsdrehung ist die Folge einer auf inneren, vorläufig noch nicht aufklärbaren Ursachen beruhenden Veränderung des Vegetationspunktes. Diese äussert sich 1. in der Anlage der Glieder nach der $\frac{2}{3}$ Stellung statt in decussirten Paaren, also in einer Vermehrung der Zahl der Glieder, 2. in der ihrer Entwicklungsgeschichte nach noch weiter zu erforschenden Verwachsung der Basen der aufeinanderfolgenden Blätter, wodurch eine Gefässbündelverbindung von jedem Blatte zum folgenden entsteht. Dadurch ist, wenigstens für diesen Fall, die Richtigkeit der von A. BRAUN für die Zwangsdrehung gemachten Voraussetzungen bewiesen, und zugleich wahrscheinlich geworden, dass sich die Erscheinung in seinem Sinne erklären lässt.

Möge die genaue Untersuchung weiterer Funde¹⁾ bald mehr Licht über diese interessante Bildungsabweichung verbreiten!

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Die vollständige *Galium*-Pflanze, $\frac{1}{2}$ nat. Gr., nach einer Photographie.
 „ 2. Verhältniss der Blätter, Zweige und Riefen am gedrehten Stengel, Schema.
 I, II, ... die Zweige, 1, 2, ... die Blättchen, *r* die Riefen, *a* die Achse.

1) Die für die anatomische Untersuchung gefertigten Präparate hebe ich zum Zwecke späterer Vergleichung auf.

- Fig. 3. Genetische Spirale eines idealen *Galium*-Stengels mit $\frac{2}{5}$ Stellung, vergl. Fig. 2.
- „ 4—7. Die vier ersten Querschnitte durch den Vegetationspunkt des gedrehten Stengels. Die Buchstaben bezeichnen die in $\frac{2}{5}$ Stellung aufeinander folgenden Glieder. Camerazeichnung $\frac{45}{1}$.
- „ 8. Centraltheil des 35. Querschnitts. *a, b, c, d* vier Riefen des fünfkantigen Stengels; an Stelle der fünften eine Blattanlage. *x* Blattspur; *y* Hauptrippe, *z* Nebenrippe des Hauptblättchens; *u* Gefässverbindung zum nächst unteren Blatte, *t* Rippe des Nebenblättchens, bei *s* ist die Fortsetzung unklar; *r* Verbindung zum nächst höheren Blatte, das bei *c* auftritt und in diesem Schnitte bereits angedeutet ist. Vergl. Fig. 11. Camerazeichnung $\frac{45}{1}$.
- „ 9. Querschnitt durch den Knoten des normalen Stengels.
- „ 10. Tangentialschnitt des gedrehten Stengels durch die Blattreihe.
- „ 11. Radialer Längsschnitt ebendasselbst.
- „ 12. Theil eines Querschnitts, alle vier schematisch. Es bedeutet *a* die Blattreihe, *b* den Stengel, *c* den Holzcylinder desselben, *d* die Blattspur, *e* den achselständigen Zweig, *e'* Knospe oder kleinerer Zweig, *f* Intercellularräume, *g* gürtelförmige Gefässstrangverbindung, *h* Blattrippen, *i* endogene Knospe.

50. H. Molisch und S. Zeisel: Ein neues Vorkommen von Cumarin.

Eingegangen am 15. Oktober 1888.

I. Beobachtungen an *Ageratum mexicanum* Sims.

Von H. MOLISCH.

Die Zahl derjenigen Pflanzen, bei welchen bisher mit Sicherheit Cumarin nachgewiesen wurde, ist keine grosse¹⁾. Ich zögere daher nicht, einen neuen Fall zu beschreiben, zumal sich derselbe auf eine allgemein bekannte und in den Gärten allgemein cultivirte Pflanze bezieht.

Die Pflanze, um welche es sich hier handelt, gehört zu den Compositen und heisst *Ageratum mexicanum* Sims., amerikanischer Leberbalsam.

Schon die Art und Weise, wie ich darauf kam, in der genannten

1) Vergl. HUSEMANN. Die Pflanzenstoffe, 2. Aufl. Berlin 1884. S. 1036.

Fig. 1.

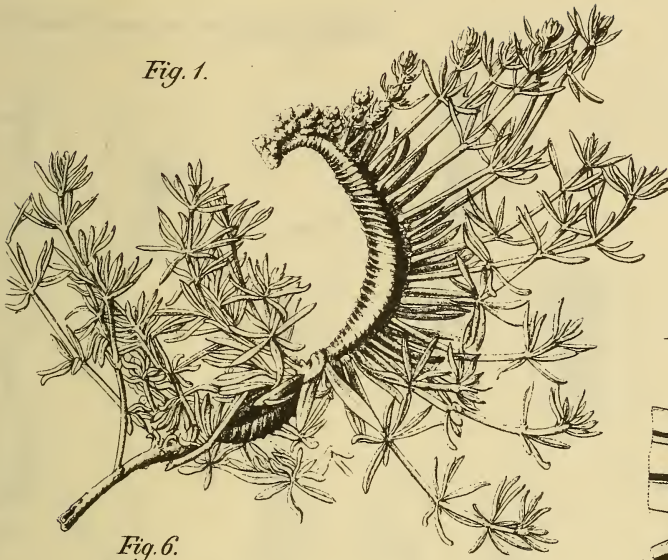


Fig. 6.

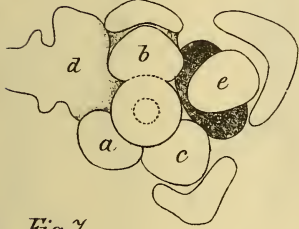


Fig. 7.

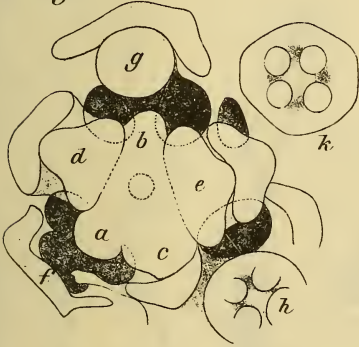


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 2.

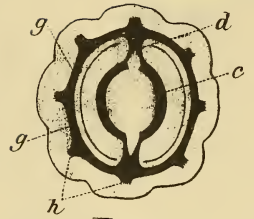
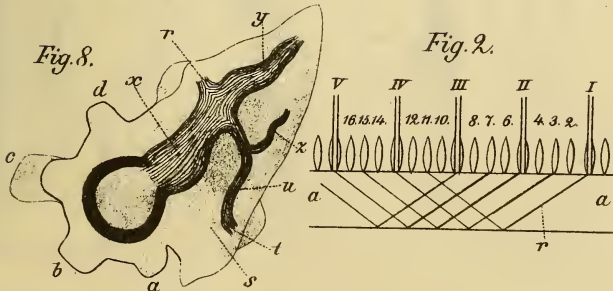


Fig. 9.

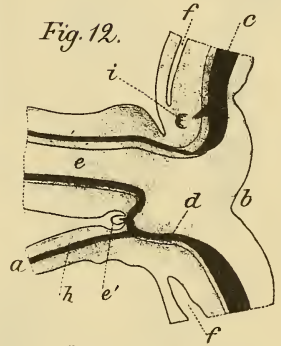


Fig. 12.

Fig. 11.

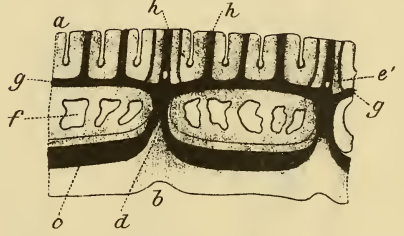


Fig. 10.

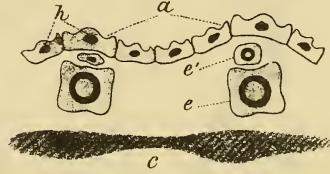
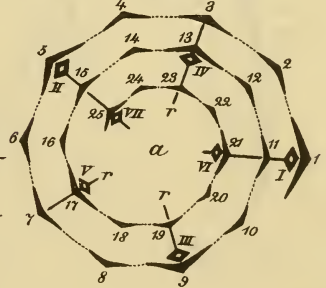


Fig. 3.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Klebahn Heinrich

Artikel/Article: [Zur Entwicklungsgeschichte der Zwangsdrehungen. 346-353](#)