

67. B. Leisering: Zur Frage nach den Verschiebungen an Helianthus-Köpfen.

Mit Tafel XXVIII.

Eingegangen am 25. December 1902.

Im April dieses Jahres erschien im III. Heft des 90. Bandes der „Flora“ eine Abhandlung von mir, welche über „Die Verschiebungen an *Helianthus*-Köpfen im Verlaufe ihrer Entwicklung vom Aufblühen bis zur Reife“ handelt. Die Untersuchungen, über die in der Arbeit berichtet wird, hatten den Zweck, Klarheit darüber zu verschaffen, ob die besonders von SCHUMANN und JOST principiell bestrittenen SCHWENDENER'schen Dachstuhlverschiebungen sich nicht unwiderleglich durch Beobachtung einer und derselben Pflanze während ihrer verschiedenen Entwicklungsphasen feststellen liessen. Es wurden zu diesem Zweck von einer grösseren Anzahl Sonnenblumen meist in drei verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung photographische Aufnahmen der Blüthenscheiben angefertigt und dieselben sorgfältig mit einander verglichen. Dabei hatte sich herausgestellt, dass in der That Verschiebungen, wie SCHWENDENER sie behauptet, bei *Helianthus* vorkommen, und es wurde gezeigt, dass alle diejenigen Vorgänge, die mit solchen Verschiebungen zusammenhängen, und aus denen sie sich erschliessen lassen, d. h. Aenderung des Dachstuhlwinkels, der Divergenz und des Verhältnisses zwischen Organdurchmesser und Scheibenumfang, bei den untersuchten Exemplaren in vollkommener Uebereinstimmung neben einander hergingen. In einigen wenigen Fällen war es sogar gelungen, Contactwechsel zwischen den Organen festzustellen und in Abbildungen zu veranschaulichen. Ich hoffte, mit der Constatirung dieser Thatsachen einen Beweis für die Richtigkeit der Behauptungen SCHWENDENER's geliefert zu haben, der nicht mehr angezweifelt werden könnte, und gab am Schluss meiner Mittheilung dieser Hoffnung Ausdruck.

Leider habe ich mich nun in dieser Hoffnung getäuscht, denn bereits im August desselben Jahres veröffentlichte JOST in der Botanischen Zeitung eine kurze Besprechung meiner Mittheilung und knüpfte an den Bericht über meine Ergebnisse eine Kritik derselben; er stützte diese Kritik auch durch Mittheilung einer eigenen neuen Beobachtung, welche seiner Meinung nach geeignet sein soll, meine Schlüsse vollkommen umzustossen. Nur wegen dieses Umstandes, dass JOST eine neue wirkliche Beobachtung bringt, habe ich die Frage einer erneuten Untersuchung und Erwägung unterzogen; denn

sonst pflegt man auf abfällige Kritiken, die in referirenden Zeitschriften erscheinen, nicht zu erwidern, wemgleich zuweilen das betreffende Referat einer Berichtigung dringend bedarf¹⁾.

JOST beginnt mit der Frage, wie sich meine Resultate zu den Angaben SCHWENDENER's verhielten, und er kommt zu dem Schluss, dass die letzteren durch meine Untersuchungen durchaus nicht bestätigt seien. Denn SCHWENDENER habe von *Helianthus* stets nur eine Zunahme des Dachstuhlwinkels während der Entwicklung behauptet. „Von einer anfänglichen Abnahme, wie sie LEISERING findet, ist bei SCHWENDENER nirgends die Rede“.

Diese Auffassung ist eine schiefe. SCHWENDENER hat die Entwicklung der Sonnenblumen untersucht von dem Momente der Anlegung der Blüthen an bis zum Eintritt der Reife, d. h. während eines Wachstums der Blüthenscheibe von ca. 3 mm bis 30 cm Durchmesser, also während einer Vergrößerung des Durchmessers auf das Hundertfache seiner ursprünglichen Grösse. Meine Beobachtungen dagegen erstreckten sich nur auf den letzten Abschnitt dieses ganzen Entwicklungsprocesses, denn wenn die Köpfe einer photographischen Aufnahme zugänglich werden, besitzen sie stets bereits mindestens einen Durchmesser von ca. 6 cm; der directen Beobachtung erschliessen sich also nur die Vorgänge während einer Vergrößerung des Durchmessers um das Fünffache. Die von mir constatirte „anfängliche Abnahme“ ist also nicht eine anfängliche, sondern eine solche mitten im Verlaufe des Entwicklungsprocesses, und SCHWENDENER hat auf dieselbe überhaupt gar nicht sein Augenmerk gelenkt, da er nur wirkliches Anfangs- und Endstadium mit einander verglich und auf die Vorgänge in der Zwischenzeit nicht Rücksicht genommen hat und überdies wegen der indirecten Methode seiner Untersuchung nur schwer hätte Rücksicht nehmen können. Dass im Uebrigen meine Befunde die SCHWENDENER'sche Theorie der Verschiebungen auf's Beste bestätigen und mit ihr nirgends im Widerspruch stehen, bedarf, glaube ich, nicht erst ausführlicher Darlegung.

1) Ich weise z. B. hin auf das Referat über meine Arbeit „WINKLER's Einwände gegen die mechanische Theorie der Blattstellungen“ (Jahrb. für wissenschaftliche Botanik XXXVII. S. 421), das im Botanischen Centralblatt erschienen und von HUGO MIEHE verfasst ist. Der Referent berichtet gerade über diejenigen Dinge, auf deren Klarlegung ich die grösste Mühe verwendet habe, in mangelhafter und z. Th. geradezu falscher Weise. Fast in jedem Satz des Referats ist irgend etwas unrichtig oder schief dargestellt, was auf eine nur sehr oberflächliche Lectüre meiner Arbeit schliessen lässt. Am meisten überrascht war ich, dass er meine Darlegungen über das Wesen des Contactes offenbar überhaupt nicht verstanden hat, er wirft sie in souveräner Verachtung meiner ganzen diesbezüglichen Ausführungen kurzer Hand mit dem „Entwicklungsfeld“ in einen Topf. Ich verzichte natürlich darauf, auf die Differenzpunkte näher einzugehen; wer sich dafür interessirt, mag den Inhalt meiner Arbeit mit dem des erwähnten Referates vergleichen.

Ich wende mich jetzt zur Hauptsache, d. h. zu dem Einwand, den JOST gegen die Berechtigung meiner Schlüsse erhebt. Er wirft mir nämlich vor, dass ich mich auf die Oberflächenansichten beschränkt hätte; denn auf den Photographien seien nur die Spitzen der Blüthen resp. Früchte zu sehen, und nur hier wären von mir die Messungen ausgeführt worden. Auf die Oberflächenansicht komme es aber gar nicht an, sondern auf die Basis, die Insertionsstelle, denn es sei „zumal durch die Ausführungen SCHUMANN's (Morph. Studien S. 293) zur Genüge bekannt, dass Contact und Parastichenwinkel am freien Ende von Seitenorganen ganz anders ausfallen können, als an der Basis, wo diese Organe der Achse angewachsen sind“.

Dem gegenüber möchte ich zunächst einmal bemerken, dass JOST in seinen bisherigen Veröffentlichungen, so weit sie sich mit den Verschiebungen an Compositenköpfen beschäftigen, diese „zur Genüge bekannte“ Thatsache selbst nicht im Geringsten berücksichtigt hat. Er selbst hat an seinen Sonnenblumen die Dachstuhlwinkel an der Spitze der Organe gemessen, wie alle seine Vorgänger und wie demgemäss auch ich. Wenn also JOST behauptet, dass die ganze Streitfrage, die zwischen SCHWENDENER und seinen Schülern einerseits, SCHUMANN und ihm andererseits besteht, sich ausschliesslich um das Verhalten der Organe an der Basis drehe, so ist das ein Irrthum, denn bisher haben beide Parteien bei den Compositen sich an die Oberflächenansichten gehalten.

Zum Beweise nun dafür, „dass es sich bei diesem Einwande gegen die Schlussfolgerungen LEISERING's nicht um eine blosse Möglichkeit handelt“, theilt JOST folgende Beobachtung mit. Er hat von einer Sonnenblume eine kleine Randstelle mit dem Zeichenprisma abgezeichnet und nach der Entfernung der Früchte auch eine Skizze von den Ansatzpunkten entworfen. Dann hat er an fünf verschiedenen Organen die Parastichenwinkel oben und unten gemessen und dabei eine Verschiedenheit der entsprechenden Winkel gefunden, die im Durchschnitt 13° , im Maximum 23° betrug. Er ist deshalb geneigt, die von mir constatirten Dachstuhlwinkeländerungen auf diese von ihm beobachtete Verschiedenheit der Verhältnisse an der Spitze und der Basis zurückzuführen. Ehe also die Verschiebungen nicht auch an der Basis nachgewiesen seien, müsse er ihre Existenz überhaupt bestreiten.

Ich entschloss mich nun gleich beim Erscheinen der angeführten Kritik, eine dem entsprechende ergänzende Untersuchung noch im selben Sommer vorzunehmen, wobei mir die Witterung in so fern günstig war, als in Folge des kühlen Frühlings und Sommers die Vegetation noch so weit im Rückstand war, dass ich nicht aufgeblühte Sonnenblumen noch mit Leichtigkeit erhalten konnte.

Um nun zunächst festzustellen, ob JOST's Angaben sich bestätigen, untersuchte ich eine Reihe von Sonnenblumen in ganz derselben Weise. Waren die Köpfe noch jung, so wurden die betreffenden Stellen der Scheibenoberfläche bei sehr schwacher Vergrößerung mittels des ABBÉ'schen Zeichenapparates aufgenommen, bei den abgeblühten Exemplaren wurden die Oberflächen der Früchte sowohl, wie auch die Insertionsstellen derselben auf Pauspapier mit Bleistift durchgepaust, nachdem für die letzteren die Spreublättchen bis zur Basis abgeschnitten waren, so dass die Mitten der Insertionspunkte deutlich durch das Pauspapier hindurch zu erkennen waren. An den so gewonnenen Copien wurden nach genauer Identificirung der einzelnen Organe die Dachstuhlwinkel an der Oberfläche und der Basis der Blüten resp. Früchte gemessen, bei jedem Exemplar etwa an 12 in der Nähe des Randes der Scheibe nahe bei einander stehenden Organen. Von diesen je 12 Messungen wurde dann stets der Durchschnitt berechnet.

Dabei stellte es sich heraus, dass thatsächlich Verschiedenheiten in den Winkeln auf verschiedenem Niveau manchmal vorliegen, wenn dieselben auch nur höchst selten den Betrag erreichen, den JOST an seinem Exemplar gefunden hat. Bei den drei Köpfen an welchen ich die grössten Unterschiede fand, war der Dachstuhlwinkel an der Basis um $18,1^\circ$, $11,7^\circ$ und $11,1^\circ$ grösser als an der Spitze. Bei den übrigen 12 untersuchten Exemplaren war der Unterschied z. Th. beträchtlich kleiner.

Nun ist aber ohne Weiteres klar, dass mit dieser Verschiedenheit der Winkel an der Spitze und Basis noch so gut wie gar nichts constatirt ist, und wenn JOST aus seiner einen Messung bereits schliessen zu dürfen meint, dass dadurch meine Ergebnisse hinfällig würden, so ist dieser Schluss mindestens etwas voreilig. Denn es kommt selbstverständlich darauf an, wie die verschiedenen Entwicklungsstadien der Sonnenblumen sich in Bezug auf die Winkelverschiedenheit verhalten. Denn gesetzt den Fall, der Winkel wäre überall zu allen Zeiten der Entwicklung um den gleichen Betrag an der Basis grösser als an der Spitze, — nun, dann änderte sich der Winkel an der Basis auch in demselben Masse wie oben, und dann wäre man natürlich ohne Weiteres berechtigt, die an Photographien der Oberflächenansicht erhaltenen Resultate auch auf die Insertionsstellen zu übertragen.

JOST wäre also zu seinem verneinenden Urtheil erst berechtigt gewesen, wenn er constatirt hätte, dass der Unterschied der Dachstuhlwinkel in den verschiedenen Ebenen während der Entwicklung verschieden gross sei.

Die Prüfung dieses Punktes, die JOST obgelegen hätte, habe ich in diesem Sommer vorgenommen. Ich habe zu diesem Zweck je 5 Exemplare

1. während des Aufblühens oder kurz vorher,
2. in einem mittleren Stadium, d. h. etwa zu der Zeit, wo sich die Randblüthen bereits abstreifen liessen, und
3. bei der Reife


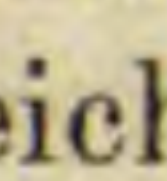
in der oben angedeuteten Weise untersucht. Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Es sind für jedes Exemplar nur die Durchschnittszahlen der Messungen angeführt; wie erwähnt, wurden die Winkel stets an ungefähr 12 Stellen oben und unten gemessen. Bei einigen Köpfen wurden Messungen an zwei verschiedenen Gegenden des Umfanges vorgenommen, die Ergebnisse einer solchen zweifachen Messung am selben Exemplar sind dann beide gesondert als a) und b) aufgeführt. In der Columne, welche den Unterschied der beiden Winkel angiebt, drückt ein Pluszeichen aus, dass der Winkel an der Basis grösser ist, als an der Spitze, ein Minuszeichen das Entgegengesetzte.

Anfangsstadium.				Mittelstadium.				Endstadium.			
No. des Exemplars	Winkel an der		Unterschied	No. des Exemplars	Winkel an der		Unterschied	No. des Exemplars	Winkel an der		Unterschied
	Spitze	Basis			Spitze	Basis			Spitze	Basis	
1. a)	96,5	99,1	+ 2,6	6. a)	99,4	93,3	- 1,1	11.	102,5	102,3	- 0,2
b)	110,4	113,2	+ 2,8	b)	94,0	93,8	- 0,2	12.	105,2	113,7	+ 8,5
2. a)	108,2	101,2	- 7,0	7. a)	101,0	111,6	+ 10,6	13.	58,5	67,1	+ 8,6
b)	105,9	96,7	- 9,2	b)	61,7	64,3	+ 2,6	14.	76,2	81,7	+ 5,5
3.	71,4	71,0	- 0,4	8.	68,8	86,9	+ 18,1	15.	64,7	69,5	+ 4,8
4. a)	58,5	57,5	- 1,0	9.	93,6	104,7	+ 11,1				
b)	70,4	60,4	- 10,0	10.	75,9	87,6	+ 11,7				
5.	66,3	76,4	+ 10,1								
Durchschnittlicher Unterschied des Winkels an Spitze und Basis bei Exemplar 1-5 ¹⁾ : - 0,2°				Durchschnittlicher Unterschied bei Exemplar 6-10: + 9,4°				Durchschnittlicher Unterschied bei Exemplar 11-15: + 5,4°			

Bevor wir die Ergebnisse der Messungen einer näheren Besprechung und einem Vergleiche mit den von mir angegebenen Dachstuhlwinkeländerungen unterziehen, wollen wir zunächst kurz die Frage erörtern, wie solche Verschiedenheiten der Winkel an Spitze und Basis überhaupt möglich sind, und worauf ihr thatsächliches Bestehen zurückzuführen ist. Von vorn herein erwartet man die Verschiedenheit nicht, denn es ist ohne Weiteres klar und bedarf keines näheren Beweises, dass die Winkel völlig gleich sein müssen in

1) Bei Exemplar 1, 2, 4, 6 und 7 ist natürlich immer der Mittelwerth zwischen a) und b) in Rechnung zu stellen.

allen Höhen der Blüten resp. Früchte, wenn dieselben alle genau senkrecht zur Insertionsfläche stehen; das gilt für gekrümmte Scheiben in genau gleicher Weise wie für ebene.

Die beobachtete Winkelverschiedenheit ist nur möglich dadurch, dass die Organe in irgend einer Richtung, in tangentialer oder radialer, schief zu einander stehen. Einige schematische Figuren mögen dies veranschaulichen. Fig. 1 stelle 2 Zeilen von Sonnenblumenfrüchten vor, einen Dachstuhl, dessen Winkel 90° beträgt. Die Früchte sollen zunächst genau senkrecht zur Scheibe stehen; auf einem Längsschnitt in der Richtung der Höhe des Dachstuhls, des Radius der Scheibe, würden sich also die beiden Organe *a* und *b* im Profil in einer Lage zu einander darstellen, wie in Fig. 2 angedeutet. Nehmen wir nun aber an, dass sich die Organe schief zur Oberfläche stellen, also so wie in Fig. 3 oder 4 dargestellt, so ergibt sich, dass dadurch die Spitze des Dachstuhles verschoben wird, z. B. in dem Fall der Fig. 3 nach der Peripherie der Scheibe zu vorrückt; dadurch ändert sich natürlich auch die Grösse des Dachstuhl winkels. In dem durch Fig. 3 veranschaulichten Fall muss der Dachstuhlwinkel oben an der Spitze der Organe grösser sein als unten, bei Fig. 4 umgekehrt oben kleiner als unten. Man kann den Betrag dieser Verschiedenheit der Dachstuhlwinkel leicht durch Construction annähernd bestimmen, sobald man den Winkel, um welchen das eine Organ gegen das andere geneigt ist, kennt. In Fig. 3 z. B. steht Organ *a* senkrecht zur Scheibe, während *b* um 10° zur Verticalen geneigt ist. Dadurch wird seine Spitze um die durch den Bogen  bezeichnete Länge der Spitze von *a*, oder besser der Basis des Dachstuhles genähert. Da nun Fig. 1 und 3 in gleichen Grössenverhältnissen gezeichnet sind, so braucht man nur diese durch  bezeichnete Strecke von der Spitze des Dachstuhles nach unten hin abzutragen, wie das in Fig. 1 geschehen ist, und kann dann den neuen, durch die punktirten Linien angedeuteten Dachstuhlwinkel mit dem Winkelmesser messen; er beträgt unter den gedachten Bedingungen in Fig. 1 104° , d. h. in diesem Falle wäre also der Winkel an der Spitze der Früchte um 14° grösser, als an der Basis. Ich darf mich wohl mit diesen Andeutungen begnügen, eine mathematische Behandlung des Problems, die im Uebrigen nicht besonders schwierig wäre, würde zu weit führen, es handelt sich ja hier auch nur darum, eine allgemeine Erklärung für das Zustandekommen der Winkelverschiedenheit zu geben.

Nun fragt es sich, ob von einer solchen Schiefstellung der Organe zur Ansatzfläche bei den Sonnenblumen etwas zu beobachten ist, speciell in den Fällen, in welchen eine grössere Verschiedenheit der Winkel constatirt wurde? Zur Entscheidung dieser Frage habe ich eine Anzahl der untersuchten Sonnenblumen der Länge nach

durchschnitten, den Kopf also in zwei Hälften gespalten und dann die Schnittfläche nebst dem Profil der auf ihr stehenden Organe mittelst Pauspapier möglichst genau aufgenommen. So präparirt wurden die Exemplare No. 1—3, 6—13 und 15 der in der Tabelle aufgezählten Sonnenblumen. Wenn man nun die so erhaltenen Ansichten der Längsschnitte genau betrachtet, so erkennt man in der That, dass bei den Fällen, wo eine bedeutendere Winkelverschiedenheit constatirt wurde, die Organe zum Theil etwas schief zur Oberfläche der Scheibe orientirt sind, und vor allen Dingen immer in verschiedenem Grade schief; d. h. nahe benachbarte Organe unterscheiden sich von einander durch den Grad der Schiefstellung. Als Beispiele hierfür füge ich zunächst Theile der Längsschnitte von Exemplar 8 und 9 (Unterschied $18,1^\circ$ und $11,1^\circ$) in den Figuren 5 und 6 bei. Man beachte, dass in Fig. 5 die Oberfläche der Scheibe zwischen den Insertionsstellen der beiden mit + versehenen Organe ziemlich wenig gekrümmt ist, während diese beiden Früchte beträchtlich schief zu einander stehen; in dieser Randgegend des Kopfes sind auch die Messungen der Dachstuhlwinkel vorgenommen. Ein ganz ähnliches Divergiren der Organe nach aussen bei ziemlich ebener Scheibenoberfläche liegt auch in Fig. 6 vor. Aus beiden Figuren erhellt übrigens, dass die Schiefstellung nie einen beträchtlichen Werth annimmt und nur bei einer ad hoc vorgenommenen Betrachtung bemerkt wird.

Es muss überdies besonders hervorgehoben werden, dass es darauf ankommt, dass nahe benachbarte Organe in verschiedenem Maasse schief zur Oberfläche stehen müssen, wenn eine Winkelverschiedenheit an der Basis und der Spitze resultiren soll; wenn alle Organe in gleichem Sinne und gleich stark zur Oberfläche geneigt sind, so ist, selbst bei bedeutender Neigung, keine Winkelverschiedenheit vorhanden. Dies zeigt z. B. sehr schön der in Fig. 7 reproducirte Längsschnitt durch den Kopf von Exemplar 11. Die Früchte sind sämmtlich sehr stark geneigt zur Insertionsfläche, aber, da sie alle genau parallel stehen und nicht nach oben divergiren, so ist, wie die Messung zeigt, der Winkel in den beiden Ebenen nur um einen sehr kleinen Werth ($0,2^\circ$) verschieden. Wie sehr es auf diese Verschiedenheit in der Schiefstellung nahe zusammenstehender Organe ankommt, zeigen auch in instructiver Weise die beiden Längsschnitte der Köpfe 1 und 2 (Fig. 8 und 9). Die Bilder ähneln einander in Bezug auf die ganze Form des Kopfes sehr, vor allem darin, dass in beiden die Blüthen in der Randgegend stark nach innen, dem Centrum zu geneigt sind. Aber während der Grad der Neigung bei Exemplar 1 bis ziemlich weit nach dem Centrum zu ungefähr gleich gross bleibt und dann nur allmählich abnimmt, verringert sie sich bei Kopf 2 viel rascher schon

in der Gegend des Randes. Und dementsprechend ist bei Exemplar 2 der Unterschied der Winkel an der Spitze und der Basis bedeutender als bei No. 1. Die vergleichende Betrachtung dieser und der übrigen Längsschnitte, deren eingehende Besprechung zu weit führen würde, führt mich dazu, den Grund für die beobachteten Winkelunterschiede in der That in der wenn auch geringfügigen Schiefstellung der Organe zu einander und zur Oberfläche zu suchen.

Nun wollen wir zu dem Vergleiche unserer Messungen mit den in der „Flora“ von mir angegebenen Dachstuhlwinkeländerungen schreiten. Auf unserer Tabelle (S. 617) ist am Grunde jeder Columne der Durchschnitt der Messungen für die Exemplare der betreffenden Gruppe angegeben worden. Da es sich allerdings in jedem der drei Stadien nur um je 5 Exemplare handelt, so ist es etwas misslich, auf ein solches nicht gerade ausgedehntes Untersuchungsmaterial Schlüsse aufzubauen, zumal da die Köpfe sich in Bezug auf den fraglichen Punkt, wie die Tabelle ergibt, ziemlich verschieden verhalten. Zu einer sorgfältigen und allseitigen Untersuchung je eines Sonnenblumenkopfes für diesen Zweck gehören aber mehrere Stunden; eine grössere Vollständigkeit und dementsprechende grössere Genauigkeit in den Durchschnittszahlen ist also nur mit beträchtlichem Aufwande von Zeit zu erreichen, die mir leider im vergangenen Sommer wegen dringender anderweitiger Inanspruchnahme nur in beschränkter Masse zur Verfügung stand. Da es ja aber hier für unsere Zwecke auch nicht auf grosse Genauigkeit ankommt, so glaube ich doch berechtigt zu sein, auf meine Angaben Schlussfolgerungen aufzubauen.

Aus der Tabelle geht also zunächst hervor, dass in der That der Unterschied zwischen den Winkeln an der Oberfläche und der Basis sich im Laufe der Entwicklung der Köpfe ändert. Zur Zeit des Aufblühens sind die Dachstuhlwinkel an der Oberfläche und der Basis der Blüten ungefähr gleich gross, dann beginnt der Unterschied zuzunehmen, nach unseren Beobachtungen um etwa $9\frac{1}{2}^{\circ}$, so dass zur Zeit des Verblühens der Randblüthen der Winkel an der Basis den an der Spitze um diesen Betrag übertrifft, und schliesslich nimmt der Unterschied wieder um einige, etwa 4, Grade ab, so dass am reifen Kopf der Winkel unten nur noch um ungefähr $5\frac{1}{2}^{\circ}$ grösser ist, als an der Oberfläche. Nehmen wir also an, dass die Winkel, wie JOST behauptet, auf der Insertionsfläche, an der Basis der Organe im Verlaufe der ganzen Entwicklung der Köpfe gleich gross blieben, so entspräche der von uns constatirten Aenderung der Winkelverschiedenheit folgende Winkeländerung an der Oberfläche der Organe im Verlaufe der Entwicklung: Zuerst nimmt der Winkel hier ab um den angeführten Betrag von $9\frac{1}{2}^{\circ}$, dann nimmt

er wieder zu um 4° . Denn da der Winkel an der Basis im Anfangs- und Endstadium gleich gross sein soll und im Anfangsstadium der Winkel an der Spitze eben so gross ist, wie an der Basis, im Mittelstadium aber um $9\frac{1}{2}^\circ$ kleiner, so folgt daraus für die Zwischenzeit eine Winkelabnahme an der Spitze.

Wie stimmen nun diese Ergebnisse mit den in der „Flora“ angegebenen Dachstuhlwinkeländerungen? Es ergab sich hier ebenfalls eine Abnahme des Dachstuhlwinkels vom Aufblühen bis zum Verblühen der Randblüthen und eine darauf erfolgende Zunahme. Der Sinn der Aenderung ist also in beiden Beobachtungsreihen derselbe, ein Theil der in der „Flora“ angegebenen Dachstuhlwinkeländerungen dürfte also in der That auf das Conto der Verschiedenheit der Winkel an der Spitze und der Basis der Organe zu stellen sein. Es fragt sich aber, in welchem Verhältniss die Dachstuhlwinkeländerungen zu den heute constatirten Aenderungen der Winkelunterschiede in den verschiedenen Niveaus stehen. Zu diesem Zweck habe ich ein Zusammenfassen der Angaben meiner früheren Arbeit in der Weise vorgenommen, dass ich den Betrag der anfänglichen Abnahme und der darauf erfolgenden Zunahme von allen Exemplaren, bei denen dieselben gemessen worden sind, zusammenstellte und den Durchschnitt der gesammten anfänglichen Abnahme und der späteren Zunahme berechnete.

Die Tabelle ist im Folgenden abgedruckt. Da die Zunahme bei mehr Exemplaren gemessen wurde, als die Abnahme, so ist der Durchschnittswerth für die erstere zuverlässiger. Nur die Köpfe, in denen ein Vergleich des Mittelstadiums mit einem der beiden anderen Stadien ausgeführt ist, die also allein für unseren Zweck brauchbar sind, wurden in die folgende Tabelle aufgenommen:

Exemplare	Abnahme vom Anfangs- bis zum Mittelstadium	Zunahme vom Mittelstadium bis zur Reife	Exemplare	Abnahme vom Anfangs- bis zum Mittelstadium	Zunahme vom Mittelstadium bis zur Reife
2	11°	$13,9^\circ$	11	ca. $12,5^\circ$	$23,9^\circ$
3	—	$16,2^\circ$	12	„ $14,5^\circ$	$8,5^\circ$
6	34°	$11,4^\circ$	15	„ 10°	$22,8^\circ$
7	$11,7^\circ$	$21,7^\circ$	16	„ $29,5^\circ$ 1)	$21,5^\circ$
8	—	$13,5^\circ$	17	—	$12,9^\circ$
9	$12,4^\circ$	$16,5^\circ$	18	—	$16,2^\circ$
10	17°	$17,7^\circ$			

Abnahme im Durchschnitt: 17° . Zunahme im Durchschnitt: $16,7^\circ$.

1) Infolge eines Versehens ist in meiner citirten Arbeit, S. 413, in der Zusammenfassung für Exemplar 16 nicht dieser, sondern ein falscher Werth für die anfängliche Abnahme angegeben.

Ein Vergleich dieser Zahlen mit den oben angeführten Ergebnissen der ersten Tabelle ergibt also, dass ein gewisser Betrag der „Dachstuhlwinkeländerungen“ in der That wohl auf die Verschiedenheit der Winkel an Basis und Spitze zurückzuführen ist, von der angegebenen anfänglichen Abnahme ist etwa die Hälfte, von der schliesslichen Zunahme dagegen nur ein Viertel auf dieses Factum zu rechnen. Die Verschiebungen sind also an der Basis der Organe höchst wahrscheinlich etwas andere als an ihrer Spitze und sind auch nicht ganz so gross, wie dort, aber in der Hauptsache gelten unsere in der früheren Arbeit für die Oberflächenansichten aufgestellten Angaben über die Aenderung der Dachstuhlwinkel auch für die Insertionspunkte: Auch an der Basis der Blüthen auf den Scheiben der *Helianthus*-Köpfe findet nach dem Aufblühen zuerst eine Abnahme und dann eine Zunahme des Dachstuhlwinkels statt.

Diesem Vergleiche der diesmaligen und der vorjährigen Messungen habe ich nun noch folgendes hinzuzufügen: Ich glaube, dass die ersteren, d. h. die in der Tabelle auf S. 617 zusammengestellten Beobachtungen ein für mich zu ungünstiges Ergebniss, eine zu grosse durchschnittliche Aenderung in der Winkelverschiedenheit zwischen Spitze und Basis ergeben; ich glaube, dass auf einem umfangreicheren Material fussende Untersuchungen erkennen lassen würden, dass ein kleinerer Betrag der an der Spitze der Organe constatirten Dachstuhlwinkeländerungen auf Rechnung der Winkelverschiedenheit in den verschiedenen Höhen der Organe zu setzen ist, als unsere oben angegebenen Zahlen vermuthen lassen. Und zwar stützt sich diese Ansicht vor allem auf folgende wichtige Erwägungen.

Bisher war nur immer die Rede von den Veränderungen, die der Dachstuhlwinkel erleidet, denn JOST hat nur diesen Punkt meiner Beweisführung einer kritischen Beachtung gewürdigt. Das ist aber durchaus nicht das Einzige, was ich im vorigen Jahre an den Photographien constatirt habe, sondern zwei Dinge, die JOST in seiner Kritik mit keinem Worte berücksichtigt, sind mindestens ebenso wichtig: ich meine die Divergenzänderungen und die Aenderung des Verhältnisses zwischen Organdurchmesser und Scheibenumfang. Was den ersten dieser beiden Punkte anbetrifft, so war es mir gelungen, an mehreren Exemplaren eine Aenderung der Divergenz um einen kleinen Betrag nachzuweisen, und ich hatte von 2 Exemplaren die betreffenden Photographien veröffentlichen können. Die Divergenzänderung zeigte sich darin, dass immer das Organ, welches in einem Stadium sich genau senkrecht über dem Organ O befand, im nächsten sich seitlich um ein Beträchtliches verschoben hatte. Zum besseren Verständniss füge ich Ausschnitte aus den Photographien des einen Exemplars (No. 18 der Arbeit in der „Flora“) auf Tafel XXVIII bei. Die

in unserer Fig. 10 dargestellte Aufnahme stammt von dem 23,5 cm im Durchmesser fassenden Kopf, während Fig. 11 einen Ausschnitt aus der späteren Aufnahme des reifen 29 cm breiten Kopfes zeigt. Während der Zunahme des Durchmessers in der Zeit zwischen den beiden Aufnahmen hat eine Zunahme des Dachstuhlwinkels um 16° stattgefunden und dem entsprechend hat sich die Divergenz dem Grenzwert angenähert, d. h. das Organ, welches in Fig. 10 genau radial über O steht und durch das Kreuz angedeutet ist, ist in Fig. 11 nach der Seite gesunken, so dass es etwa um $\frac{3}{4}$ seiner Breite vom Radius, den der schwarze Strich darstellt, entfernt steht. Wollte man nun mit JOST behaupten, dass auch diese seitliche Verschiebung nur in der Oberflächenansicht vorgetäuscht werde, und dass die Divergenz an der Basis in beiden Stadien doch genau dieselbe sei, so käme man nothgedrungen zu der Folgerung, dass das betreffende bezeichnete Organ sich um so viel schief stelle, dass die Oberflächenansicht um den in der Figur sichtbaren Betrag nach der Seite verschoben erscheine, während die Basis, die Insertionsstelle nach wie vor über O stehe. Da nun aber die Früchte nur höchstens etwa dreimal so lang sind wie breit, so müsste diese Schiefstellung in tangentialer Richtung eine ausserordentlich beträchtliche sein, und ungefähr der Fig. 12, die entsprechend den Grössenverhältnissen dieses Falles entworfen ist, gleichen. Von einer nur einigermaßen bemerkenswerthen Schiefstellung der Früchte in tangentialer Richtung habe ich aber nie etwas gesehen. Ich bemerke übrigens noch, dass die Entfernung der Früchte vom Radius natürlich bei den weiter nach dem Centrum zu stehenden Früchten noch entsprechend bedeutender ist. Aus diesen Betrachtungen geht also hervor, dass die von mir durch Photographien veranschaulichten Divergenzänderungen mit Hilfe der JOST'schen Interpretation nicht zu erklären sind und nur vom Standpunkt der mechanischen Blattstellungstheorie aus verständlich werden.

Das Gleiche gilt nun vollends von der Aenderung des Verhältnisses zwischen Organdurchmesser und Umfang. Von Exemplar 6 z. B. hatte ich auf S. 425 meiner citirten Arbeit eine Zunahme dieses Verhältnisses von 1 : 174,2 bis auf 1 : 126,2 constatirt, und von drei anderen Exemplaren hatte ich analoge Messungen angeführt. Wie man diese beträchtliche, mit meinen übrigen Messungen und dem ganzen Verschiebungsprocess auf's Beste zusammenstimmende Veränderung mittels einer Verschiedenheit der Verhältnisse an Oberfläche und Basis der Früchte erklären oder in Zusammenhang bringen will, ist mir bis auf weiteres unklar — ich halte es für völlig unmöglich. JOST bemerkt in seiner zweiten Abhandlung „Ueber die Theorie der Verschiebung seitlicher Organe“ S. 42: „Sollte sich Jemand die Mühe nehmen und das Verhältniss $\frac{\text{Blüthenabstand}}{\text{Systemumfang}}$ wirklich bei Erwachsenen

und jungen Köpfen empirisch feststellen — dann könnte weiter über diese Frage discutirt werden.“ Nun, ich habe mir inzwischen diese „Mühe genommen“, die versprochene Discussion der Frage von Seiten JOST's ist aber in seiner Besprechung der Arbeit, in der die Resultate der betreffenden Untersuchungen mitgetheilt sind, leider nicht erfolgt, sondern im Gegentheil, dieser Punkt ist in der Kritik mit absolutem Stillschweigen übergangen.

Aus diesen Ueberlegungen schliesse ich mit noch weit grösserer Sicherheit als aus den oben angeführten Messungen der Winkelunterschiede an Spitze und Basis der Organe in den verschiedenen Stadien, dass JOST's Kritik unberechtigt ist, und dass die Behauptungen, die ich in meiner in der „Flora“ erschienenen Arbeit in Betreff der Verschiebungen an den *Helianthus*-Köpfen während der Zeit vom Aufblühen bis zur Reife aufgestellt habe, in allen ihren Hauptpunkten aufrecht zu erhalten sind.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1—4. Schematische Figuren, über deren Bedeutung der Text S. 618 Aufschluss giebt.
- „ 5. Längsschnitt durch Exemplar 8 der Tabelle auf S. 617, vergl. den Text S. 619.
- „ 6. Längsschnitt durch Exemplar 9 der gleichen Tabelle, vergl. Text S. 619.
- „ 7. Längsschnitt durch Exemplar 11 der gleichen Tabelle, vergl. Text S. 619.
- „ 8. Längsschnitt durch Exemplar 1 der gleichen Tabelle, vergl. Text S. 619.
- „ 9. Längsschnitt durch Exemplar 2 der gleichen Tabelle, vergl. Text S. 619.
- „ 10. Ausschnitt aus dem Kopf einer Sonnenblume in der Flächenansicht. Ein Radius der Scheibe ist eingezeichnet, derselbe geht durch das Organ O und das mit dem Kreuz bezeichnete Organ.
- „ 11. Derselbe Kopf in einem späteren Entwicklungsstadium. Wiederum ist der Radius, der durch das Organ O geht, eingezeichnet. Die mit dem Kreuz bezeichnete Frucht ist identisch mit der in Fig. 10. Näheres s. Text S. 623.
- „ 12. Schematische Figur, über deren Bedeutung vergl. Text S. 623.

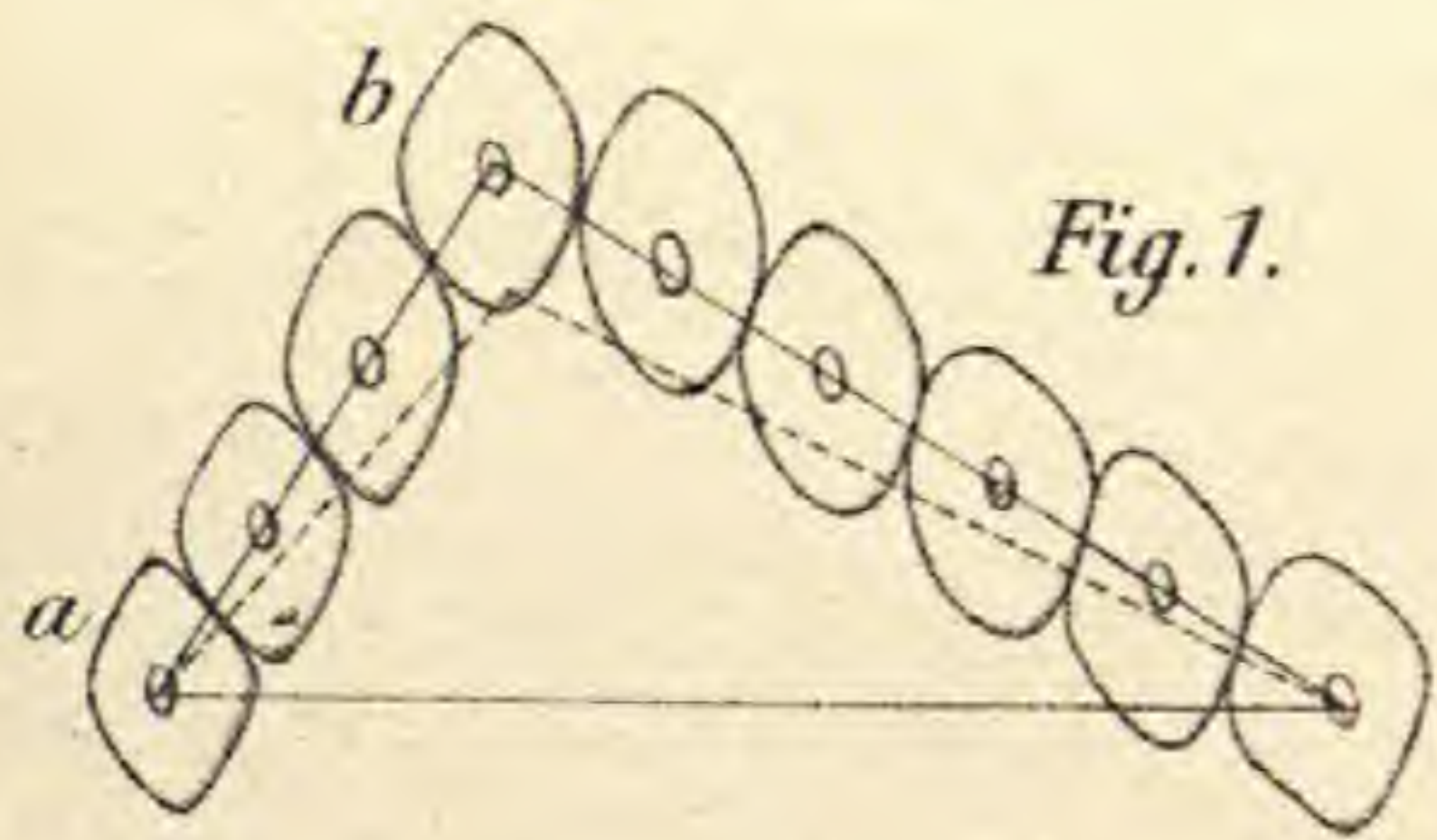


Fig. 1.

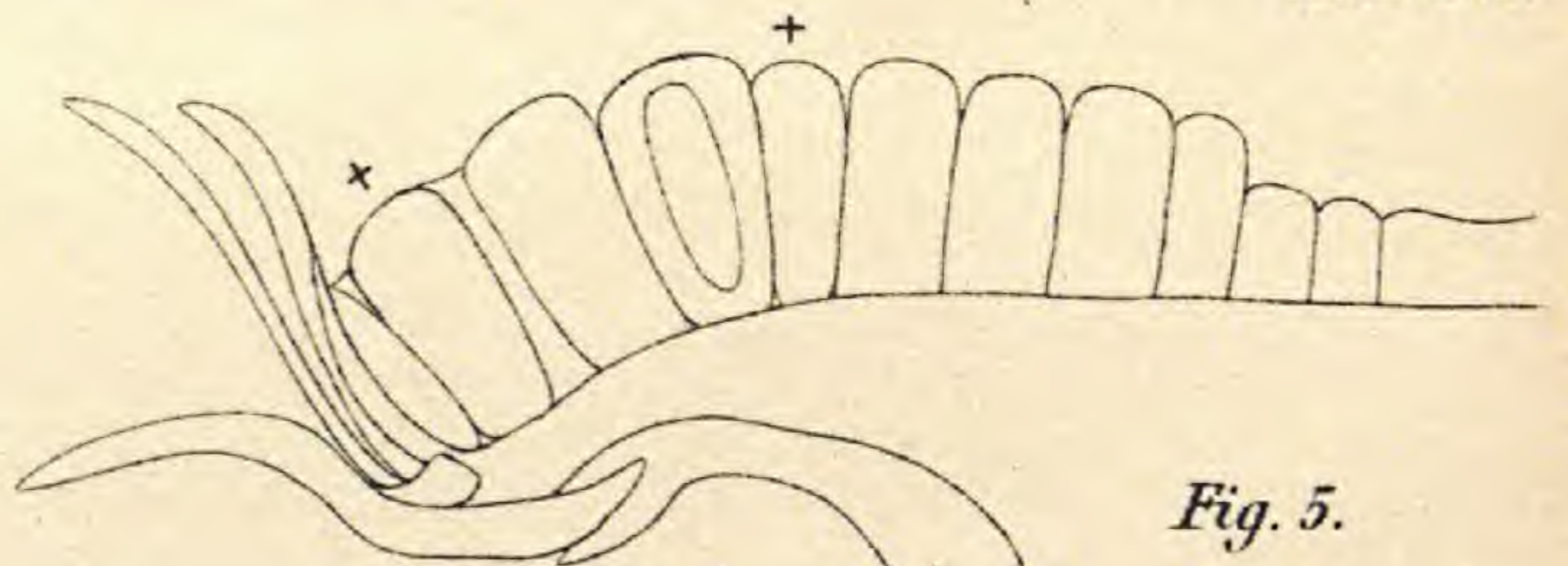


Fig. 5.

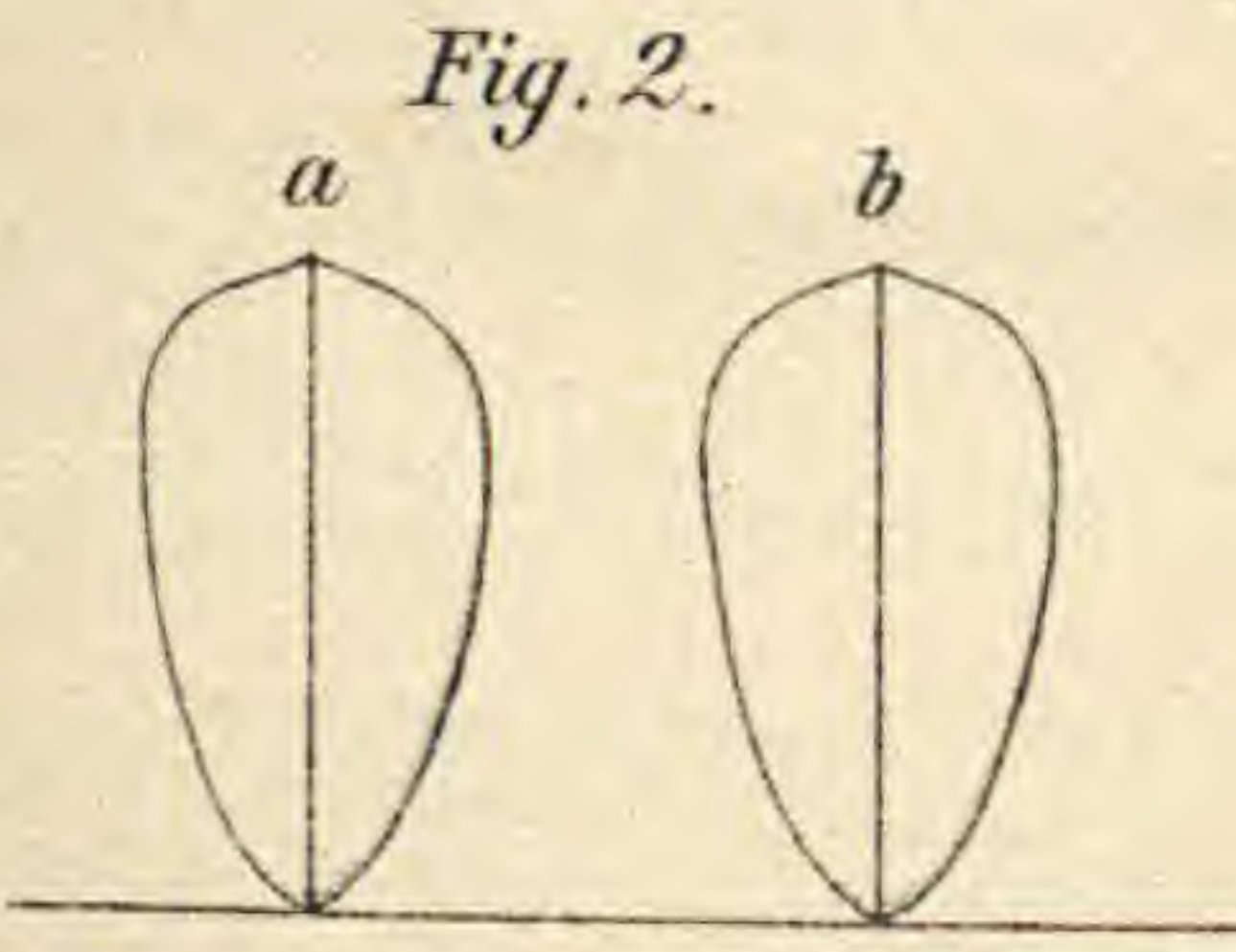


Fig. 2.

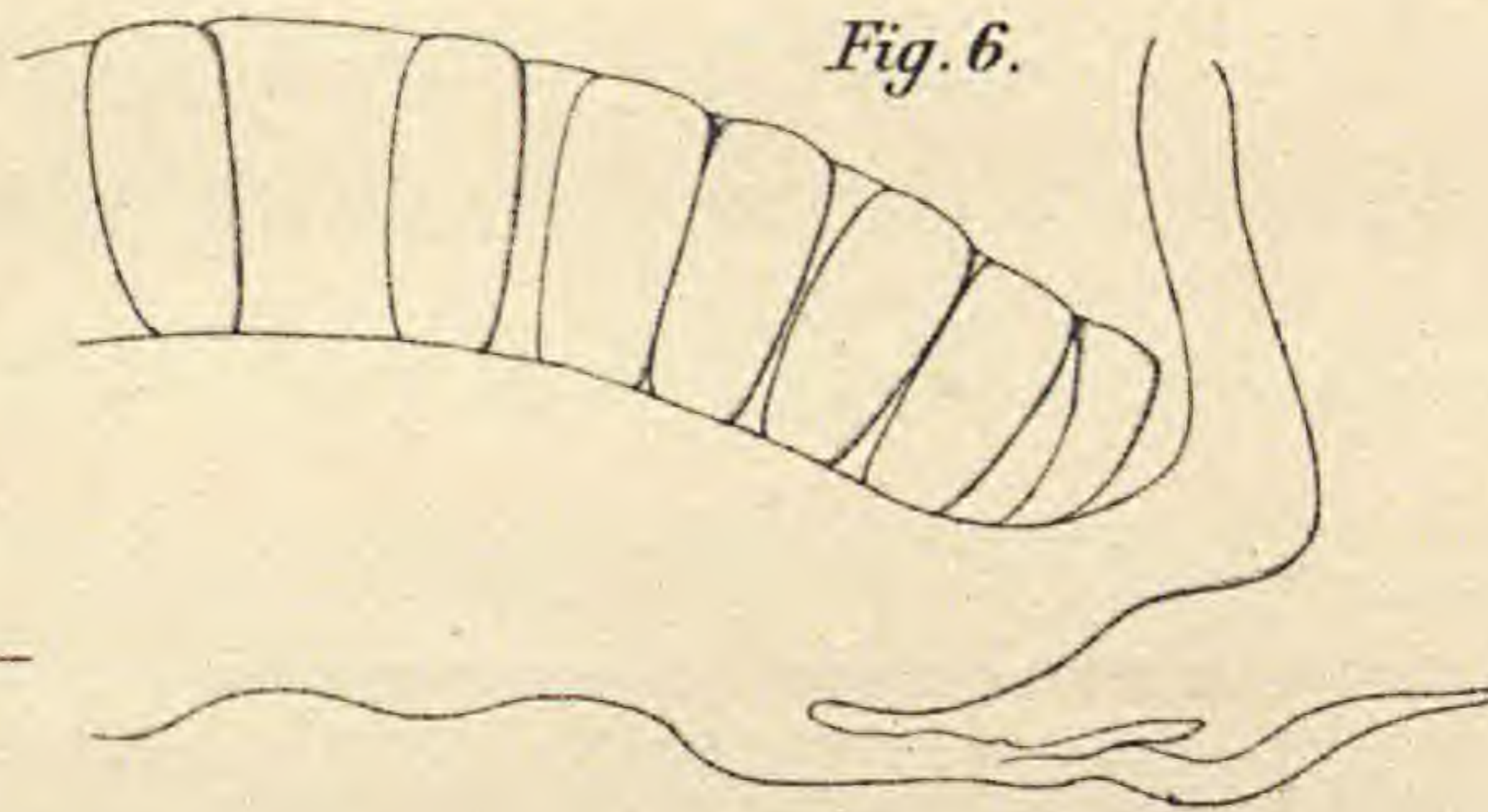


Fig. 6.

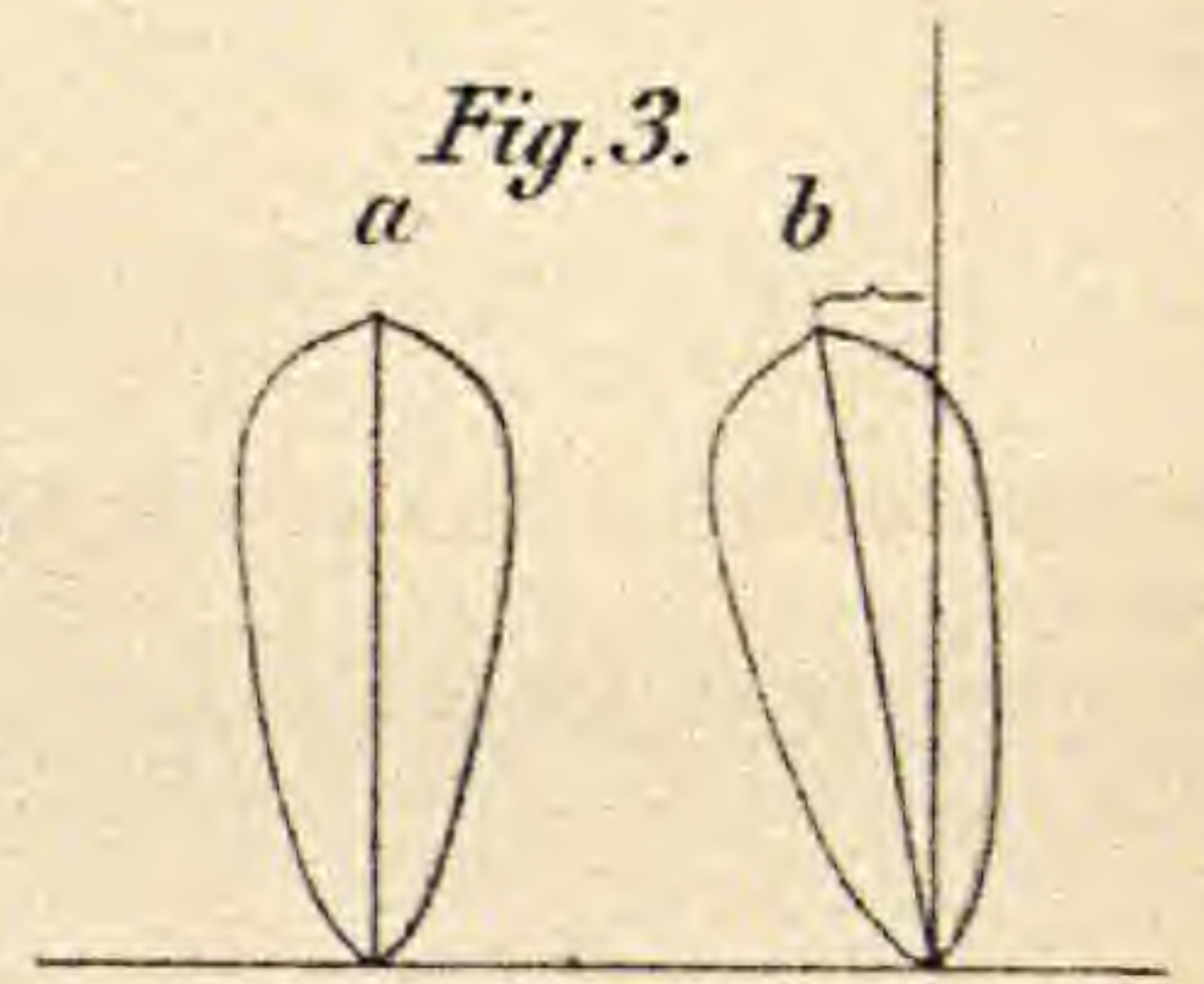


Fig. 3.

Fig. 10.

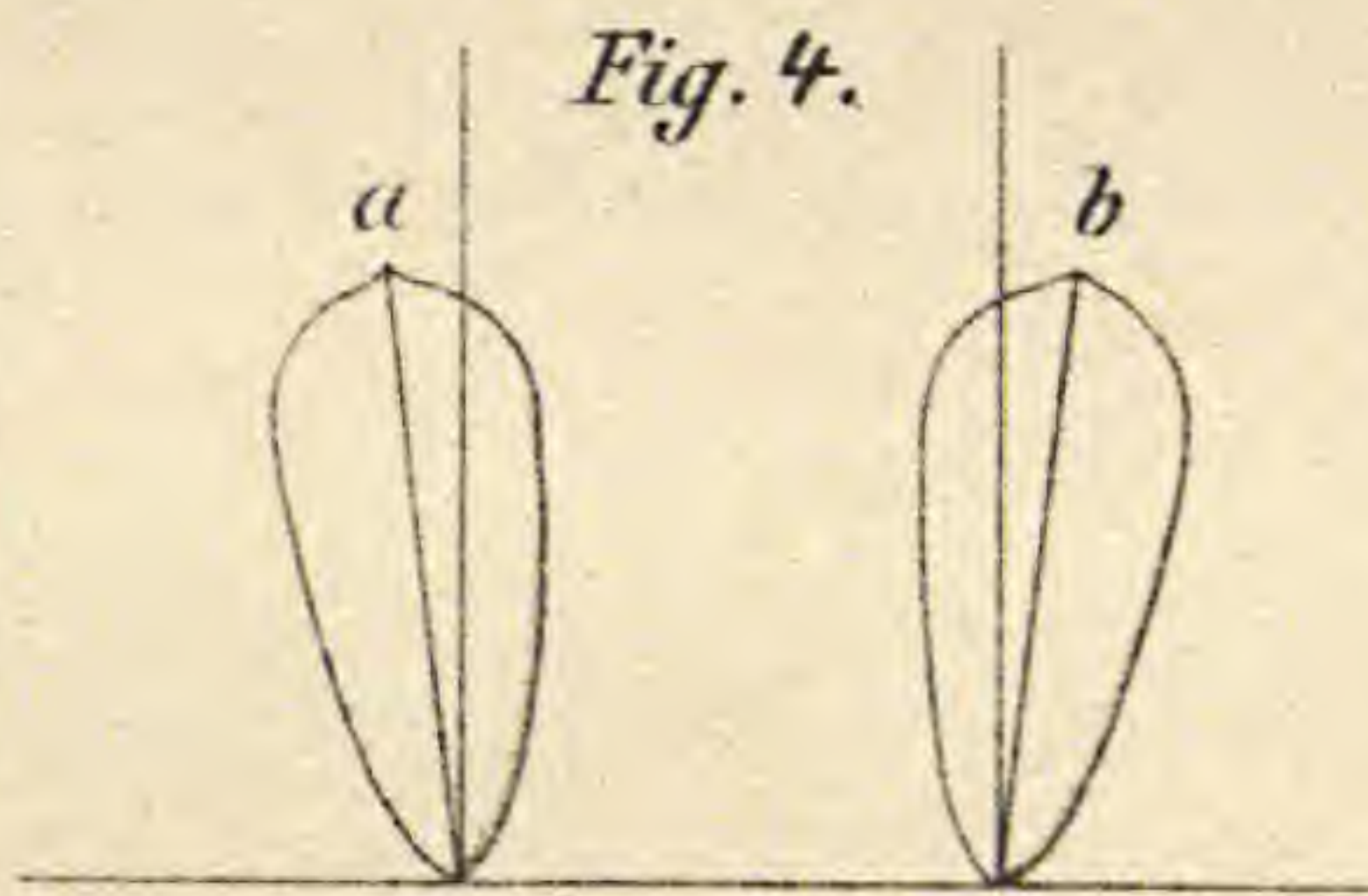
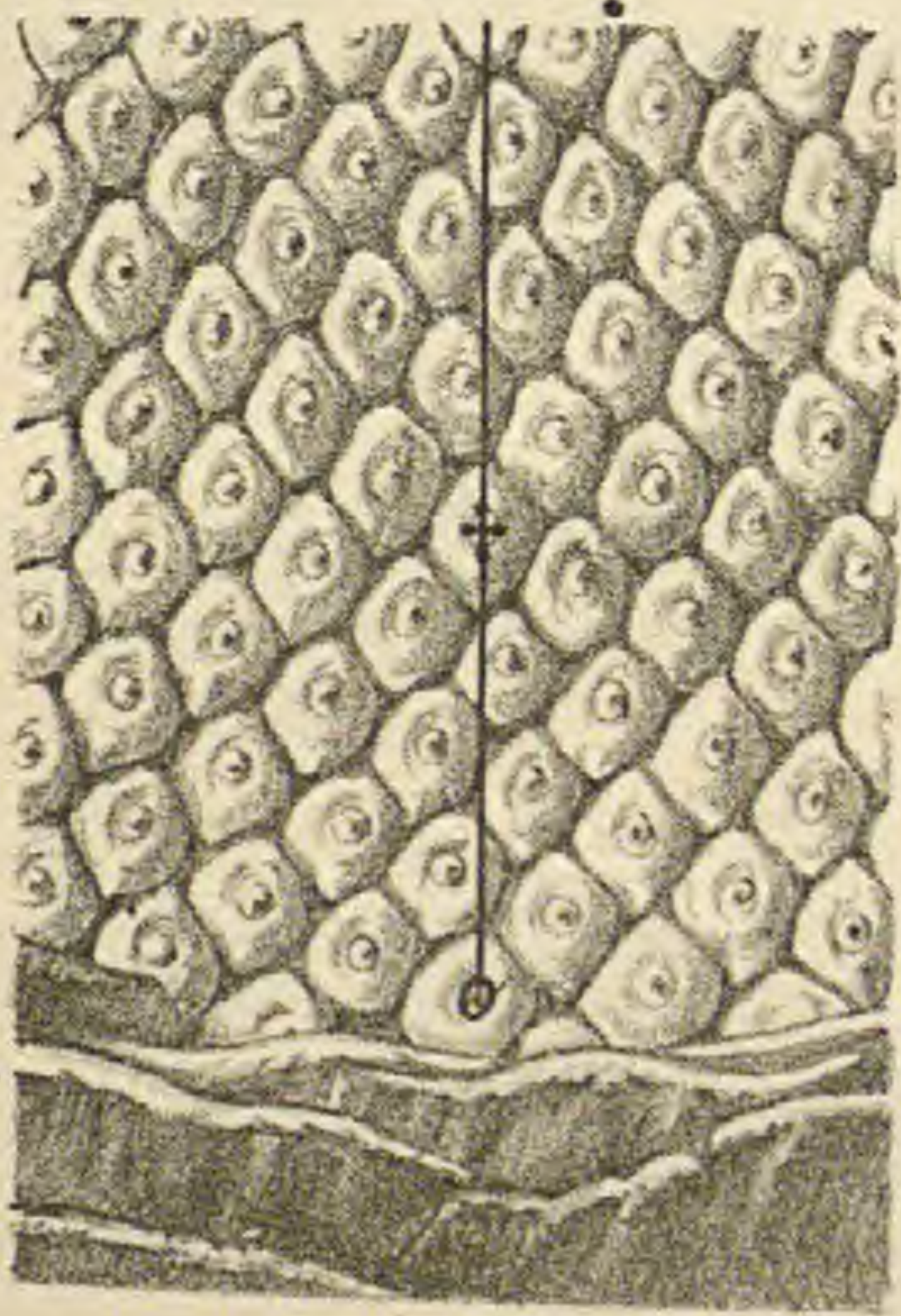


Fig. 4.

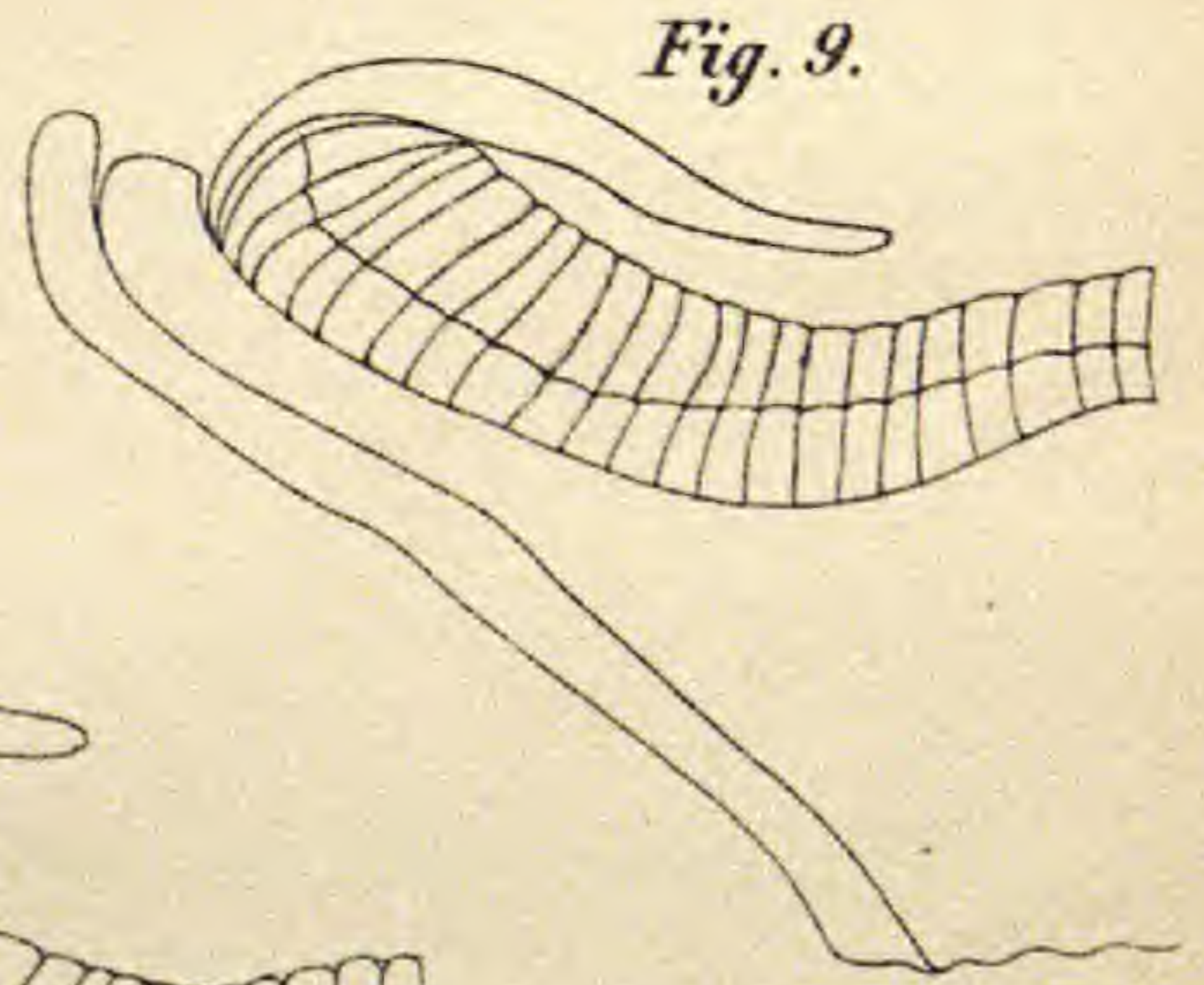


Fig. 9.

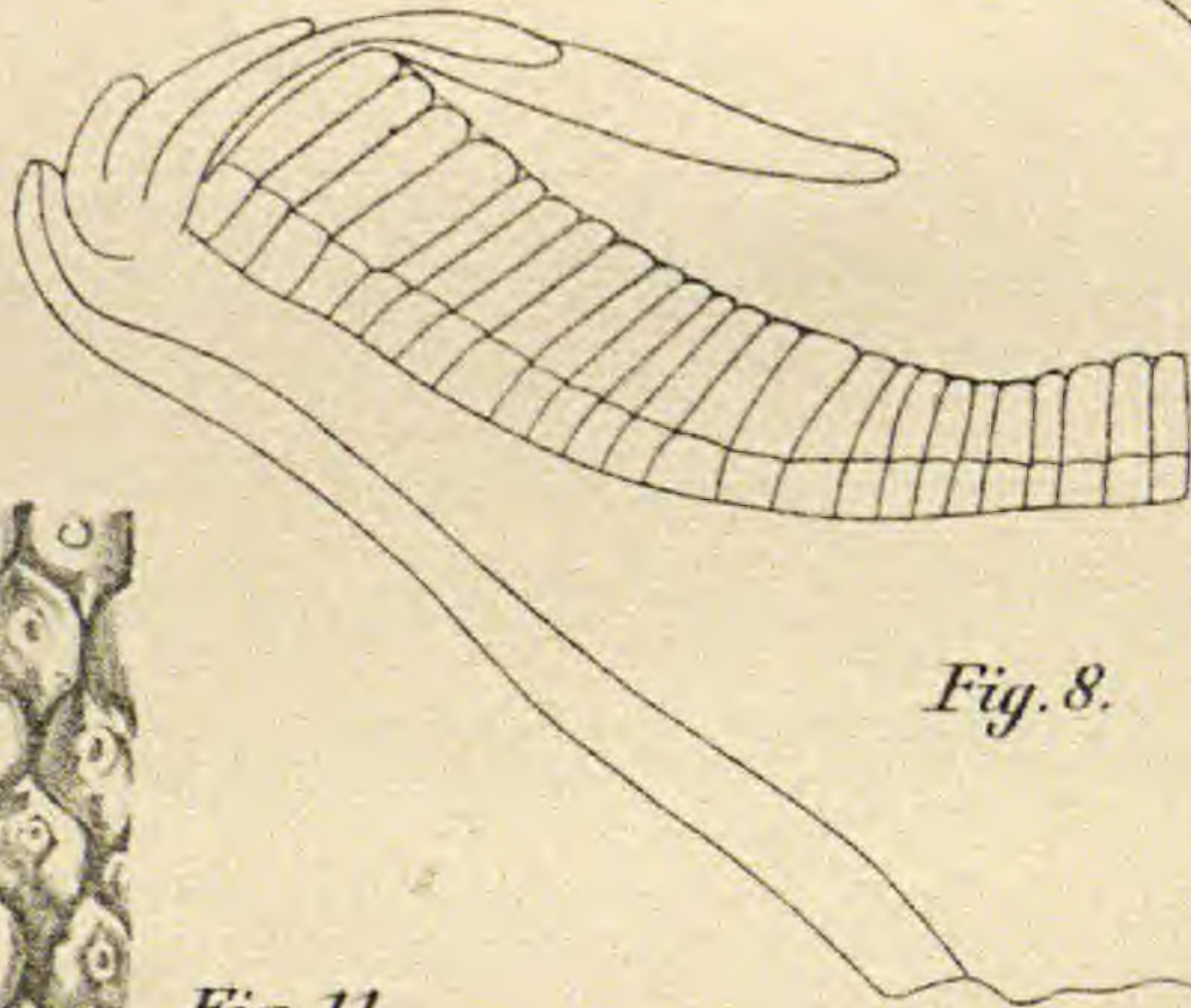


Fig. 8.

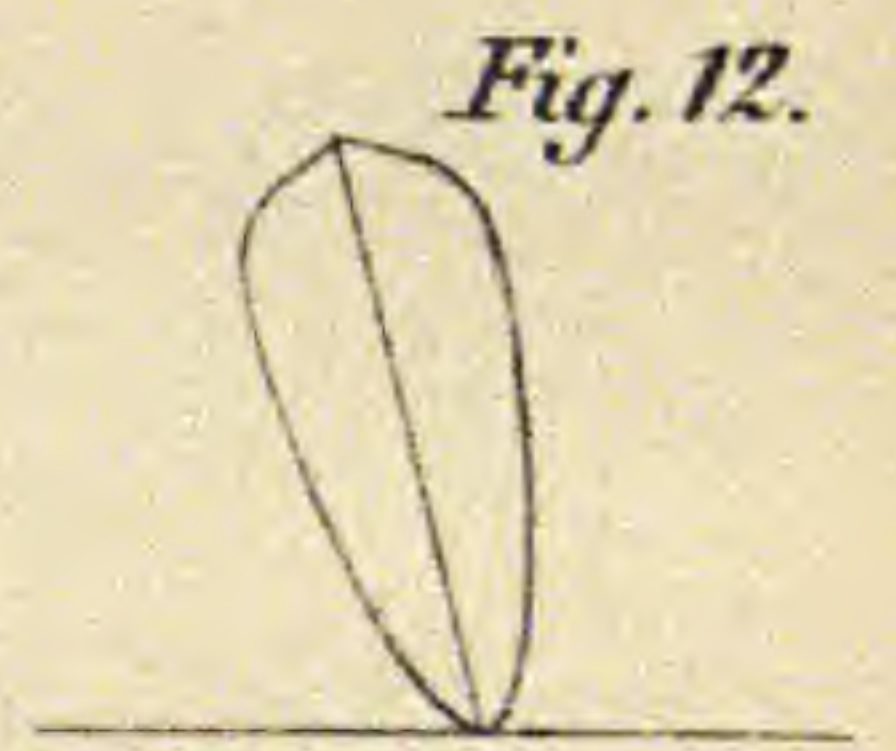


Fig. 12.

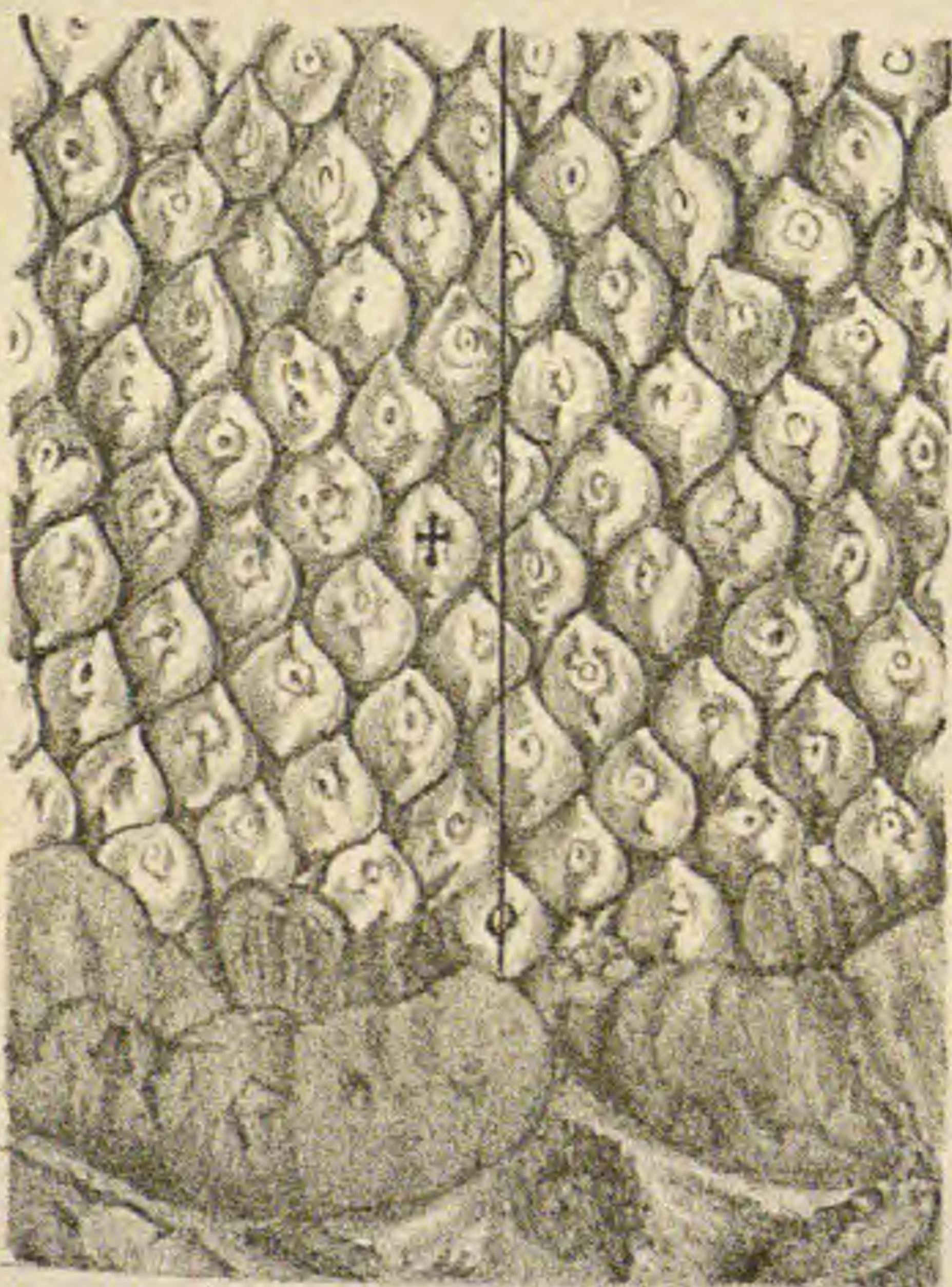


Fig. 11.

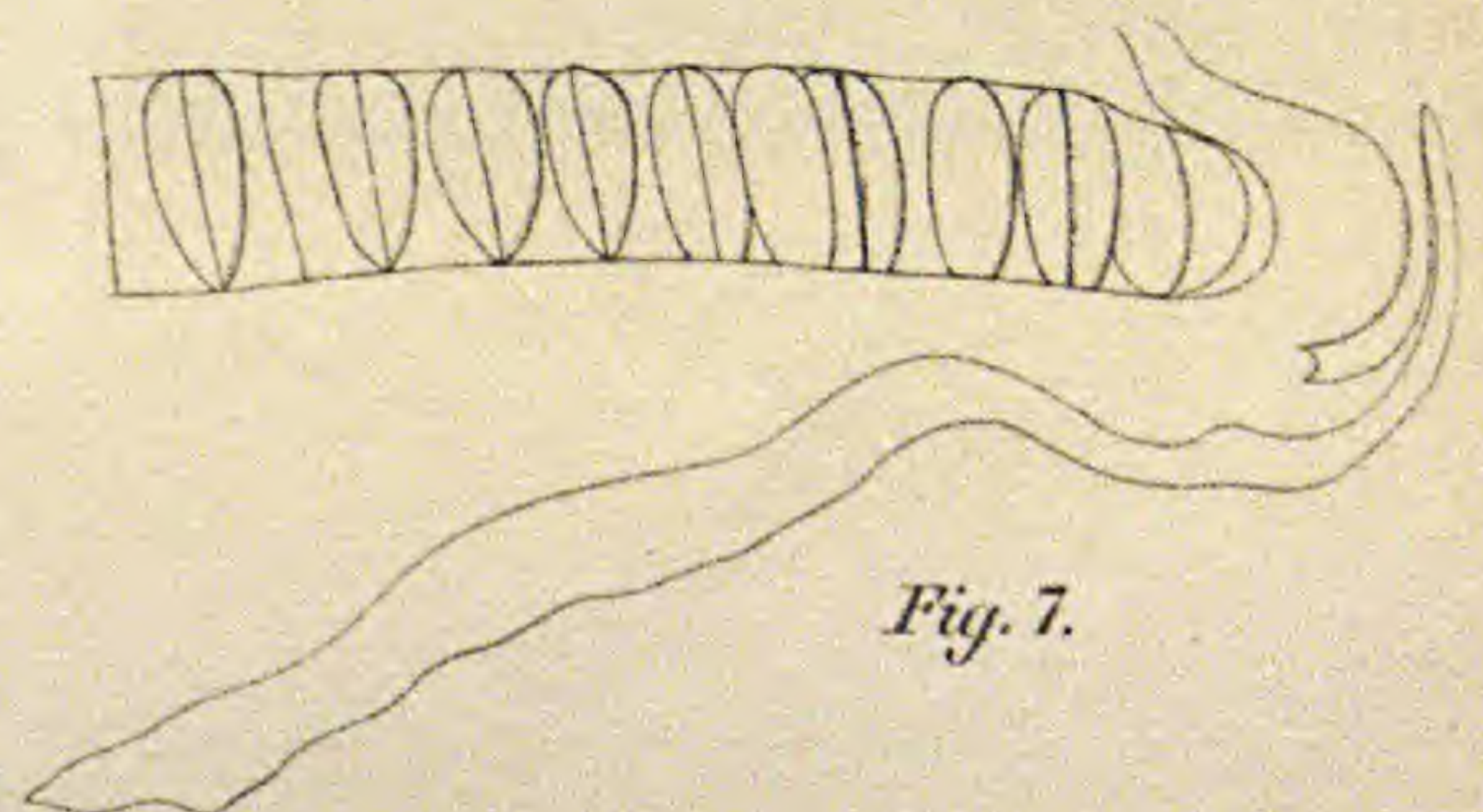


Fig. 7.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Leisering Bruno

Artikel/Article: [Zur Frage nach den Verschiebungen an Helianthus-Köpfen. 613-624](#)