

Ueber Regeneration und Verzweigung der Rhizome einiger Asparagoideen, insbesondere von *Paris quadrifolius*.

Von M. SCHWARZ (Kiel).

EINLEITUNG.

Unter Regeneration versteht man das Vermögen der Organismen, verloren gegangene Teile aus der Wundfläche oder ihrer Umgebung wieder herzustellen oder durch Ausbildung neuer Organe an anderer Stelle zu ersetzen.

So überraschend solche Erscheinungen in der Tierwelt - z.B. die Neubildung einer verlorenen Extremität bei einem Lurchechs - für den Laien häufig sind, so selbstverständlich pflegt man ähnliche Vorgänge in der Pflanzenwelt aufzunehmen. Die Neubildung der Kronen bei Weiden, Pappeln oder Linden fällt als alltäglich keinem auf; der Grund liegt wohl darin, dass jede Pflanze wächst, d.h. Neubildungen erzeugt, solange sie lebt, im Gegensatz zu den Tieren, deren Wachstum in einer verhältnismässig frühen Lebensperiode abgeschlossen ist.

Der Ersatz verloren gegangener Teile findet bei Pflanzen gewöhnlich durch Austreiben mehr oder weniger latenter Vegetationspunkte statt und nur äusserst selten durch Neubildungen aus der Wundfläche oder deren Nähe. Dieses Verhalten hat dazu geführt, den Begriff "Regeneration" bei der Pflanze anders zu fassen als im Tierreich und ihn zu zerlegen. So sagt PFEFFER (1) in seiner Pflanzenphysiologie: "Sofern dieser Ersatz durch Neubildungen, Auswachsen von Anlagen u.s.w. zustande kommt, pflegt man von Reproduktion zu reden, während eine Regeneration dann vorliegt, wenn von einem Organe der hinweggenommene Teil selbsttätig wieder hergestellt wird". Da aber zwischen Regeneration und Reproduktion im PFEFFERschen Sinne keine scharfe Grenze zu ziehen ist, ist es üblich geworden, unter Regeneration alle Erscheinungen, welche zur Ergänzung oder Wiederherstellung eines Pflanzenkörpers nach einer Verletzung führen, zu verstehen, ohne Rücksicht darauf, wie sie zustande kommt, während "Reproduktion" und "Restitution" nur für besondere Vorgänge im Sinne ihrer Autoren gebraucht werden. In der vorliegenden Arbeit soll dem entsprechend Regeneration für die Gesamtheit der Erscheinungen und Reproduktion im PFEFFERschen Sinne gebraucht werden.

Für die praktische Pflanzenzucht der Gärtnereien spielen die Regenerationsvorgänge eine ausserordentlich grosse Rolle. Die gesamte Stecklingsvermehrung beruht darauf. In Anbetracht dessen liegen noch nicht viel wissenschaftliche Untersuchungen über diesen Gegenstand vor. Die meisten Versuche und zusammenfassenden Arbeiten stammen von GOEBEL. Von ihm stammt auch folgende Zusammenfassung der Ergebnisse, die zugleich Richtlinien enthält für alle Regenerations-Untersuchungen und aus diesem Grund hier angeführt werden soll (2): "Bei Regenerations-Erscheinungen handelt es sich um eine Entfaltung schlummernder (latenter) Anlagen. Sie lassen sich deshalb nicht scharf trennen von den Fällen, in welchen die Entfaltung normal angelegter Organe durch äussere und innere Reize veranlasst wird, mit andern Worten, die Regeneration ist bedingt durch "Korrelation".

Bei verletzten Pflanzen wird der entfernte Teil neu gebildet (restituiert) im allgemeinen nur bei embryonalem Gewebe. Bei Pflanzenteilen, die in den Dauerzustand übergegangen sind, wirkt die Abtrennung und Verletzung dahin, dass ein Teil der Zellen wieder in den embryonalen Zustand übergeht und dadurch zu Neubildungen befähigt wird. Es reagiert also auch hier nur das "Keimplasma" ebenso wie im ersten Fall, nur nicht direkt, sondern indirekt, weil es in den Dauerzellen sozusagen im inkrustierten Zustand vorhanden ist. Keimpflanzen sind in manchen Fällen durch ein besonderes Regenerationsvermögen ausgezeichnet.

Da bei den Pflanzen also gewöhnlich abgetrennte Teile nicht neugebildet werden (ein Spross z.B., der die Blätter verliert, entwickelt nicht neue Blätter,

sondern neue blattbildende Sprosse), so spielt bei ihnen eine besondere Rolle die Anordnung der neu gebildeten oder zur Weiterentwicklung veranlassten Teile. Sie hängt nur in untergeordneter Weise ab von der Einwirkung äusserer Faktoren. Im wesentlichen ist sie bedingt durch die Struktur des betreffenden Pflanzenteils, namentlich durch die Bahnen, in welchen sich die Bildungstoffe in denselben bewegen und durch den Wundreiz.

Die Qualität der Neubildungen ist abhängig von dem Zustand, in welchem sich die ganze Pflanze befand zu der Zeit, wo die zur Regeneration führende Verletzung stattfand".

Alle neueren Untersuchungen bestätigen diese Sätze und auch für die vorliegende Arbeit waren sie massgebend für die Fragestellung.

Regenerationsversuche an Rhizomen scheinen bisher nicht gemacht zu sein, jedenfalls fand ich in der Literatur nur eine Angabe von GOEBEL (3) über *Iris Pseud-acorus* vor. Untersuchungen anderer Art von Herrn Prof. SCHROEDER am Rhizom von *Paris gaudrifolius* gaben Anlass zu der Frage und ich erhielt die Aufgabe, Regenerationsversuche an einigen Rhizomen auszuführen, insbesondere *Paris* dabei zu berücksichtigen, da in der Literatur gerade über diese Pflanze einschlägige Fragen noch verschieden beantwortet werden.

Nicht trennen liess sich, wie sich bald herausstellte, von der Ersatzbildung die Frage nach der Verzweigung von Rhizomen, und so wurde auch diese, soweit nötig, mit behandelt. Da das Rhizom von *Paris*, wenigstens der Literatur nach, recht selten Verzweigungen bilden sollte, nahm ich *Polygonatum multiflorum* hinzu, das häufig solche trägt, und *Majanthemum bifolium*, dessen ausgewachsener Wurzelstock sich stets verzweigt.

I. PARIS QUADRIFOLIUS.

Sieht man die Literatur über *Paris quadrifolius* durch, so findet man darin Widersprüche in den Angaben über das Vorkommen und die Entstehung von Verzweigungen des Rhizoms.

K. SCHUMANN (4) sagt in seiner Arbeit über Spross- und Blütenentwicklung von *Paris* und *Trillium*: "Jeder meiner Fachgenossen, der *Paris quadrifolius* gesammelt hat, wird sicher die Beobachtung gemacht haben, dass er nur selten, vielleicht niemals, eine verzweigte Grundaxe aus der Erde genommen hat, selbst wenn er sie in der ganzen 20 - 25 cm und mehr messenden Länge herausgehoben hat".

Nicht mit dieser Angabe übereinstimmend heisst es (5) in der Lebensgeschichte der Pflanzen Mitteleuropas: "Da jedes Rhizomblatt eine Blütenknospe stützt, sollte man glauben, dass eine Verzweigung des Rhizoms ausgeschlossen wäre, und doch trifft man nicht sehr selten verzweigte Rhizome an, wenn man eine grosse Anzahl Individuen untersucht".

Dem gegenüber spricht ALEXANDER BRAUN (6) in seiner Arbeit das Individuum der Pflanze etc. von einer vegetativen Vermehrung durch Verzweigung des Rhizoms, zeichnet auch eine Grundaxe mit einem Seitenzweig.

IRMISCH (7) schreibt: "In unsern thüringischen Waldungen habe ich von der Einbeere schon seit einer längeren Reihe von Jahren, wenn ich nur danach suchte, zahlreiche Keimpflanzen gefunden, und ihre Vermehrung durch Samen kann daher keineswegs als ungewöhnlich betrachtet werden". Daraus geht hervor, dass ihm vegetative Vermehrung - dafür kommt nur Verzweigung des Rhizoms infrage - selbstverständlich ist.

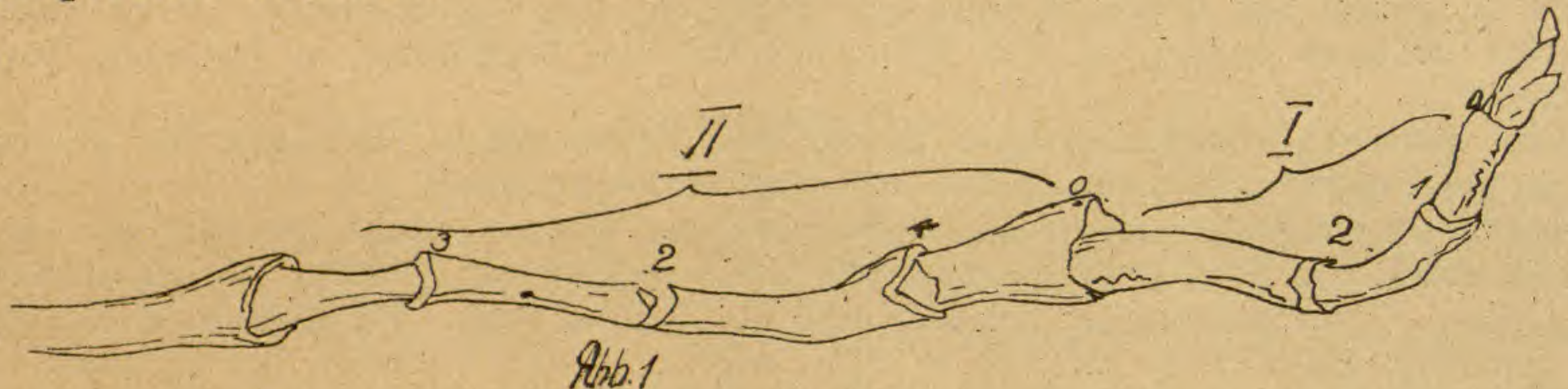
Von neueren Forschern betonen das durchaus nicht seltene Vorkommen von Verzweigungen P. STARCK (8) und H. SCHROEDER (9).

Da SCHUMANN in der oben zitierten Arbeit Seite 159 angibt, dass verletzte Rhizome Seitentriebe tragen, befasst sich der erste Fall der Arbeit mit Regenerationen an verwundeten Grundaxen von *Paris quadrifolius*. Um solche experimentell zu prüfen, wurden im Februar - April 1921 eine grössere Anzahl Rhizome gesammelt. Die Pflanzen fingen infolge der ungewöhnlich günstigen Witterung dieses Jahres bereits an zu treiben. Die Laubsprosse der nächsten Vegetationsperiode, die in der vorhergehenden schon angelegt worden, waren bereits auf eine Länge von 1 - 6 cm

vorgetrieben, die Rhizomknospen zeigten eine Länge von 1 - 3 mm.

Abbildung 1 gibt das Aussehen der Versuchspflanzen wieder.

Um die Beschreibung zu vereinfachen, bezeichne ich den diesjährigen Zuwachs des Rhizoms mit 0, den der vorjährigen Vegetationsperiode mit I etc. Mit arabischen Ziffern 0, 1, 2, 3 etc. deute ich die Ansatzstellen der Niederblätter des Rhizoms an, sodass I 1 die Narbe des jüngsten Niederblattes der vorjährigen Vegetationsperiode bedeutet.



Die Versuchspflanzen wurden in Holzkästen mit Gartenerde gesetzt und in einen nach Osten liegenden Halbkeller gebracht, wo sie nur morgens einige Stunden Sonne hatten.

Die Fragestellung war folgende: Wie regenerieren die Rhizome bei Verletzungen verschiedener Art? Damit war die Art der Versuche klar vorgezeichnet. Es wurden Rhizome verletzt und kultiviert. Folgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht über den ersten Teil der Versuche.

Nr.	Dauer d. Versuchs	Beschreibung des Rhizoms	Art des Versuchs	Ergebnis
1.	23. II. bis 6. VII.	Kräftiges Rhizom m. 4 Jahresabschnitten, V kurz und schwach.	Entfernung der ganzen Rhizomknospe.	Laubspross vollständig entwickelt. An Stelle d. abgeschn. Rhizomknospe findet sich ein formloses Wundgewebe. Bei I. 1. kräftiger, 2 cm langer Seitentrieb. An sämtlichen folgenden Niederblattnarben kleine 2 - 3 mm lange Knospen, nur an 3 nicht mehr.
2.	23. II. bis 6. VII.	Kurzes, stark bewurzeltes Rhizom.	Sprossknospe entfernt.	Rhizomknospe klein, aber normal ausgebildet. Verzweigungen nicht vorhanden. Keine Spur eines Ersatzes des Laubsprosses.
3.	23. II. bis 6. VII.	Rhizom mittelstark 10 cm lang, schwach bewurzelt.	Beide Knospen abgeschnitten.	Bei I. 1. kleiner Seitentrieb.

Nr.	Dauer d. Versuchs	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs	Ergebnis
7.	17. III bis 6. VII.	Rhizom 19 cm lang, mittelstark, 4 Sprossnarben.	Rhizomknospe entfernt.	An der Amputationsstelle zeigt sich Kallusgewebe, von d. seitwärts ein 1 cm langer Seitenzweig ausgeht. Die nächsten 3 Niederblattnarben I.1, I.2 u. II.1 tragen 1-1,5 cm lange Seitentriebe. Auffällig sind d. Wülste am Grund der Seitenzweige bei I.1 u. I.2, deren Durchmesser das 2-3fache der aus ihnen hervorgehenden Seitenzweige beträgt.
8.	17. III bis 6. VII.	Rhizom 12 cm lang, mittelstark. Sprossknospe 2 cm lang.	Sprossknospe ganz entfernt, aber so, dass Rhizomknospe sicher unverletzt geblieben.	Rhizomknospe klein geblieben, etwa 1 cm lang. Keine Verzweigung. Keine Andeutung eines Erastzes des Laubsprosses.
19.	17. III bis 7. VII.	Rhizom 10 cm lang, mittelstark, stark bewurzelt. 2 Sprossnarben.	Rhizom senkrecht gepflanzt Spitze nach unten. Rhizomknospe entf.	Krümmungsversuch d. vorderen Teiles des Rhizoms. Seitentriebe bei I.1. und II.1, letzterer weiter entwickelt.
25.	17. III bis 7. VII.	Mittelstarkes Rhizom.	Zwischen I.1. u. I.2. zerschnitten. Vorderen Teil gepflanzt.	Laubsprosse 4 cm hoch. Rhizomknospe klein aber normal entwickelt.
12.	6. IV. bis 7. VII.	Mittelstarkes, schwach bewurzelt. Rhizom, 12 cm lang.	Rhizomknospe v. Niederblättern befreit, dann 3/4 entfernt.	An der Verwundungsstelle dicker Wulst von Kallusgewebe. Es scheint sich ein Seitentrieb zu bilden aus der stehengebliebenen Niederblattachsel der Knospe.

Aus den angegebenen Versuchen folgt, dass eine Regeneration im PFEFFERschen Sinne in keinem Falle erfolgt ist, weder beim Verlust der Spross- noch der Rhizomknospe. Auch die Versuche 7 - 12 müssen in diesem Sinne gedeutet werden, wie später erklärt werden wird, wenn es zunächst auch anders aussieht.

Dass die Laubspross-Knospe nicht regeneriert wird, liess sich auch im Freien an einer grossen Anzahl von Fällen beobachten. Der Laubspross ist ausserordentlich empfindlich, jede Knickung oder verhältnismässig geringfügige Verletzung d. Stengels führt sein Absterben herbei. Solange die jungen Sprosse noch in der Erde stecken, sind sie eine beliebte Nahrung von allerhand Wurzelfressern, an den oberirdischen Teilen habe ich allerdings nur zufällige Verletzungen gesehen, keine Frasstellen. In keinem dieser Fälle - es sind im ganzen über 30 beobachtet worden - liessen sich auch nur Andeutungen von Regeneration des Laubsprosses bemerken.

Diesem gleichen Verhalten von Laubspross und Rhizom hinsichtlich der Regeneration steht ungleiches bezüglich der Reproduktion gegenüber. Für den verloren gegangenen Laubspross wird in keiner Weise für Ersatz gesorgt. Ich muss hier wiederholen, was ich gelegentlich der Regeneration sagte. Weder bei einer der Versuchspflanzen noch bei einem der zahlreichen Fälle am natürlichen Standort liess sich auch nur eine Spur von Ersatz der Assimilationsorgane finden.

Man mag hier einwenden, dass vielleicht der Zeitpunkt für Neubildung eines Laubsprosses bei den Versuchen nicht der rechte sei, denn nach GOEBEL (3) hat "eine Reihe von Erfahrungen gelehrt, dass die Beschaffenheit des Regenerates abhängt von dem Zustand, in welchem sich die Pflanze zur Zeit der Regeneration befindet". Ich möchte dagegen den Zeitpunkt, an dem die Amputation vorgenommen wurde, als günstig bezeichnen. Günstig darum, weil die Vorbedingung für jede Regeneration, das Vorhandensein der Baustoffe für das Regenerat, sicher erfüllt ist, wenn man die Entfernung zu der bei den Versuchen angegebenen Zeit ausführt. Bei den im Freiland gefundenen Exemplaren konnte ich aus den Resten der Laubspresse feststellen, dass die Verletzung zu den verschiedensten Zeiten stattgefunden hatte. Auch hier nirgends Ersatz.

Der Verlust der Assimilationsorgane führt nicht zum Tode. Er führt nur dazu, dass der Zuwachs des Jahres nicht so lang und kräftig wird wie bei normalen Individuen. Die Pflanze ist aber in allen Teilen wohl entwickelt, sodass sie im nächsten Frühjahr zweifellos einen neuen Laubspross über die Erde schicken wird. Ob die Pflanze den Verlust des Laubsprosses in zwei oder noch mehr aufeinander folgenden Vegetationsperioden erträgt, konnte ich noch nicht entscheiden. Selbstverständlich wird sie bei dauerndem Verlust schliesslich verhungern müssen.

In einem besondern Fall hatte ich auf Ersatz der abgeschnittenen Laubspross-Knospe gerechnet. Um das zu erklären, muss ich zunächst auf den Bau der Rhizomknospe näher eingehen. Ich zitiere die Beschreibung aus dem früher genannten Werk "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas".

"Zu gleicher Zeit, wenn der Seitenspross im Frühjahr anfängt auszutreiben, beginnt die Endknospe des Rhizoms die drei nächsten Stengelglieder zu entwickeln, welche den Zuwachs dieses Jahres ausmachen. Bisweilen werden in jeder Wachstumsperiode zwei, bisweilen vier Internodien hervorgebracht, aber konstant ist, dass nur in der Blattachsel des letzten Stengelgliedes die Knospe steht, die im folgenden Jahr einen blühenden Seitenspross hervorbringt. Die Tatsache, dass jedes Jahr nur ein Blütenpross entwickelt wird, in Verbindung mit der Beobachtung, dass jedes Rhizomblatt eine Knospe stützt, in der man eine Blüte angelegt findet, hat zu der unrichtigen Auffassung Veranlassung gegeben, dass diese Blütenknospen ebenso viele Jahrgänge repräsentieren als Knospen vorhanden sind, also in der Regel 3, und dass die Blüten 3 Jahre vor ihrer Entfaltung angelegt werden".

Nach meinen Beobachtungen steht nun zwar nicht in jeder Achsel eines Rhizomblattes eine Knospe, wenigstens ist sie nicht überall ohne mikroskopische Untersuchung erkennbar, wohl aber trifft es für die Mehrzahl zu. Die Knospen entwickeln sich im günstigsten Fall bis zu einer Länge von 1 cm und Laub- und Blütenblattkreise sind deutlich erkennbar. Dann verkümmern diese Knospen und man sieht äusserlich keine Spur mehr von ihnen. Je nach den Witterungs- und Standortsverhältnissen findet man diese Knospen im Juni - Juli an dem Rhizom-Zuwachs. Fig. 2 zeigt den vorderen Teil einer Grundaxe in diesem Stadium.

Auf diese Beobachtung gründete ich meinen Versuch. Ich nahm Anfang Juli eini-

ge kräftige Rhizome und schnitt die bereits deutlich erkennbare Laubsprossknospe und Rhizomspitze ab. Der diesjährige Zuwachs der Grundaxe war bereits 6 cm lang, sodass die Operation ohne Verletzung der folgenden Niederblätter mit ihren Achselknospen sich vornehmen liess. Darauf kultivierte ich sie. Nach einem Monat nahm ich die Pflanze aus der Erde und sah nun, dass die Achselknospen der jüngsten Niederblätter sich wirklich entwickelt hatten, aber nicht zu Laubsprossknospen, sondern zu Rhizom-Seitentrieben.

Dies Ergebnis stimmt mit den Beobachtungen am natürlichen Standort überein.



Abb 2a

Die Niederblätter, die die Knospe umhüllen, sind entfernt.



2b



2c

Ich selbst habe, obwohl ich über 300 Exemplare aus der Erde nahm und von vornherein besonders auf Pflanzen achtete, bei denen die Stellung der Laubspresse diesen Fall vermuten liess, keine einzige gefunden, die mehr als einen Laubspross trug, vorausgesetzt natürlich, dass keine Rhizomverästelung vorlag. Auch Herr Prof. SCHROEDER, der aufgrund seiner Arbeiten die letzten Jahre viele *Paris*-Pflanzen untersuchte, bestätigte mir das.

In dem früher schon genannten Werk "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas" ist allerdings die Abbildung von *Paris* durch 2 Laubspresse ausgezeichnet. Doch halte ich diese Angabe für wenig beweiskräftig. Erstens weil es von vornherein nicht glücklich ist, einen sicher sehr seltenen Fall als typisches Beispiel abzubilden, zweitens weil die Zeichnung der Niederblätter an der Ursprungsstelle des zweiten Sprosses sicher falsch ist.

Anders steht es mit einer Angabe STARKs in der bereits genannten Arbeit. Der Autor beschreibt diese Fälle folgendermassen: "Ich fand nun 3 Rhizome, die ein abweichendes (d.h. von dem üblichen Typus mit 1 Laubspross) Verhalten zeigten. Bei beiden ersten folgten dem Schema b (Fig. 2), besaßen also 2 hintereinander gelegene Laubspresse, das dritte war gebaut wie Schema c, verfügte also sogar über 3, von denen 2 sich an Stelle der sonst vorhandenen, verkümmerten Blüten entwickelt hatten!" Bei der Bewertung dieser Fälle ist zu berücksichtigen, dass STARCK eine ausserordentlich grosse Anzahl (über 60000) untersuchte. - Der Ersatz für die Rhizomknospe tritt regelmässig ein, und zwar durch Ausbildung von Seitentrieben in den Achseln abgestorbener Niederblätter.

Beweis dafür sind zunächst die Versuche 1, 3, 7, 19. Die Zusammenstellung der folgenden soll diese Behauptung weiter stützen.

Nr.	Dauer d. Vers.	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
4.	17.III. bis 7. VII.	Kräftiges Rhizom.	Kultiviert Jahreszuwachs I.	Laubspross u. Rhizomknospe sehr kräftig, bei I.1. ein 3 mm langer Seitentrieb.
5a.	17.III. bis 7.VII.	1. 4.	Internodium II,III u. IV des Rhizoms von 4 kultiviert.	11 mm langer Seitentrieb bei II.1.
5.	17.III. bis 7.VII.	Rhizom von 4 mm Durchmesser. 2 Sprossnarben.	Zwischen I und I.1. eine Einkerbung, 0,3 - 0,5 des Durchmessers nach dem Aussehen vom vorigen Jahr. Bei II.1. ein 1 cm langer Seitentrieb. Bei II.2. scheint sich einer vorzubereiten. Unverändert gepflanzt.	Rhizomknospe sehr kräftig; der Seitentrieb II.1. nicht weiter gekommen, scheint vorn abgestorben. Dafür II. 2. weiter gewachsen, aber nur bis 2 mm Länge.
6.	17.III. bis 17.VII.	Mittelstarkes Rhizom, 14 cm lang, von hinten ab mit abgestorbenen Eindruck, wurde in 4 Teile (A-D) zerlegt und die Teilstücke einzeln kultiviert.		
6 A	.....	.....	.....	2 mm langer Seitentrieb.
6 B	.....	.....	.....	Schwache Andeutung eines Seitentriebs.
6 C	.....	.....	.....	Keine Verzweigung, aber zu beachten, dass die einzige Niederblattnarbe nur 2 mm von der hinteren Schnittfläche entfernt ist.
6 D	.....	.....	.....	Laubspross und Rhizomknospe sehr kräftig. Bei I.1. eine 2 mm lange Verzweigung, ebenso bei 02 eine 4 mm lange.
13.	6. IV. bis 7. VII.	Rhizom kräftig, stark bewurzelt, 16 cm lang.	Rhizomknospe ca. 1 cm lang v. Niederblatt entfernt. Unterseite d. Kn. i. d. Mitte ca. bis zu 1/2 eingekerbt.	Verwundung verheilt. Laubspross u. Rhizomknospe sehr kräftig. Bei I.1. ein langer, kräftiger Seitentrieb.

Nr	Dauer d. Versuchs	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
27.	10. IV. bis 8. VII.	Kräftiges Rhizom.	In der Mitte zwischen I.0. und I.1. zerschnitten und dicht vor II.0. Dieses Teilstück kultiviert.	Bei I.1. 1 cm langer Seitentrieb. Bei I.2. 2 mm langer Seitentrieb.
28.	8. VII. bis 6.VIII.	3 kräftige Rhizome (A, B u. C). Rhizomknospe 6-8 cm lang.	Vorderspitze d. Knospe 0,5 cm vor O.1. abgeschnitten.	A. Seitentrieb bei O.1. und O.2. B. Seitentrieb bei O.1. und O.2. Ausserdem bei I.1. C. Seitentrieb bei O.1.
29.	8. VII. bis 6.VIII.	Wie vorige.	Vordere Spitze 0,5 cm vor O.2. abgeschnitten.	A. Seitentrieb bei O.2. B. Seitentrieb bei O.2. C. Seitentrieb bei O.2.
14.	6. IV. bis 8. VII.	Gleichmässig kräftiges Rhizom, sehr stark bewurzelt.	Rhizomknospe 3 mm lang. Einschnitt in der Mitte d. Knospe, etwa $\frac{1}{3}$ Durchmesser tief.	Spross und Rhizom kräftig. Einschnitt gut verheilt. Bei I.2. eine Verzweigung.

Aus den Versuchen ergibt sich somit: Reproduktion der Assimilationsorgane findet in keinem Falle statt, Reproduktion der Rhizomknospe in jedem Falle. Die Beobachtungen im Freiland führen zum selben Ergebnis wie die Versuche. Mehr als 300 Rhizome wurden daraufhin untersucht und zwar an verschiedenen Standorten. Der grösste Teil der Pflanzen stammt aus der Umgebung von Lübeck, ein Teil aus dem Gebiet des Königsees (bis 1400 m am Watzmann hinauf) und der Rest aus dem mittleren Saalegebiet. Ohne jede Ausnahme fand sich an den Grundaxen, an denen Verlust oder grössere Beschädigung der Rhizomknospe vorlag, eine Ersatzknospe.

Mit zwei scheinbaren Ausnahmen (Versuch 7 und 12) geht der Ersatz nicht aus dem Gewebe der Wundfläche hervor, sondern er entsteht durch Auswachsen von Anlagen. Diese Anlagen liegen in den Achseln der Niederblätter des Rhizoms und sind die Reste der abortierten Laubsprossknospen, die früher schon beschrieben wurden. Das ist schon von SCHUMANN angegeben worden. Er schreibt darüber (l.c. p. 159): "Wenn man nämlich solche Exemplare sammelt, welche durch einen Zufall beschädigt sind, so findet man in den Achseln der verwitternden Niederblätter einen weissen quergedehnten, etwas wulstigen Körper, welcher gerade so aussieht, als wäre er imstande, einen Seitentrieb hervorzubringen. Durch den Vergleich mit andern Pflanzen wird es offenbar, dass der weisse Wulst nichts anderes ist, als der angeschwollene Fuss einer abortierten vetrockneten und später abgefallenen Laubsprossknospe". Ausserdem entstehen die Seitenzweige stets an den Stellen, an denen einst die Blütenknospe sich befand. Da diese in einer bald rechts, bald links verlaufenden Schraubenlinie derart stehen, dass jede folgende gegen die vorhergehende um 90° gedreht erscheint, so kann man an jedem Rhizom die Stellen voraussagen, an

denen Seitenzweige sich bilden können, wenn man sich orientiert hat, ob die Schraubenlinie rechts oder links dreht. Darüber kann man sich aus der Lage der Laubsprossnarben und der Zahl der dazwischen liegenden Niederblattspuren leicht informieren. Auf die Frage, ob sich auch die Niederblattnarbe voraus bestimmen lässt, an der die Reproduktion stattfinden wird, komme ich später.

Die Fälle, in denen scheinbar von der Wundfläche aus eine Regeneration erfolgt ist, erkläre ich folgendermassen: Die Rhizomtriebe waren bei Beginn des Versuchs noch sehr kurz und bei der Amputation ist der Schnitt dicht vor einer Niederblatt-Ansatzstelle geführt worden. Nach der Behandlung hat sich die Rhizomknospe nur wenig gestreckt und das entstehende Kallusgewebe hat sich rückwärts über die Ursprungstelle des Niederblattes gelegt. Aus der Achsel dieses Niederblattes geht d. Seitentrieb hervor, der scheinbar aus dem Kallus kommt. Die Richtung des Seitentriebes senkrecht zur Längsrichtung des Rhizoms und die anatomische Untersuchung bestätigen das.

Wäre SCHUMANNs Ansicht richtig, dass nur nach Verlust der Rhizomspitze ein Seitentrieb gebildet würde, dürfte man kaum von Verzweigungen reden, da dann an einer Grundaxe stets nur eine Stelle vorhanden wäre, die für das Weiterwachstum sorgte. Aber erstens treten nach der Verwundung nicht selten mehrere Seitentriebe auf, u. zweitens kommen solche auch ohne vorausgegangene Verletzung vor. In diesen Fällen wird man mit Recht von Verzweigung reden.

Es sollen zunächst einige Versuche beschrieben werden, die das Ziel hatten, auch ohne Entfernung der Rhizomknospe Verzweigungen zu erzielen:

Nr.	Datum	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
15.	6.IV. bis 7.VII.	Kräftiges, stark bewurzeltes Rhizom m. 2 Sprossnarben.	Rhizomknospe mittels Pinzette gequetscht; Loslösung der Knospe sicher vermieden.	An Stelle der gequetschten Knospe Kallusgewebe. Verzweigung bei I.2.
17.	7.IV. bis 7.VII.	Kräftiges Rhizom.	Rhizomknospe längs gespalten. In den Spalt dünnes Holzstückchen eingeschoben um die Verwachsung zu verhindern	Die eine Hälfte eingegangen, aus d. andern Hälfte, u. zwar an d. ältesten Niederblattachsel ein Seitentrieb. Ausserdem Seitentriebe bei II.1.
18.	8.IV. bis 9.VII.	Mittelstarkes Rhizom.	Rhizomknospe gegen eine Stein wachsen gelassen.	Rhizomknospe ist durch fast rechtwinklige Krümmung dem Stein ausgewichen.
20.	8.IV. bis 7.VII.	Schwaches Rhizom.	Sprossknospe entfernt. Rhizom senkrecht, Knospe nach oben gepflanzt.	Schwache Krümmung d. vorderen Rhizomteiles. Rhizomknospe erscheint gestaucht.
19.	8.IV. bis 9.VII.	Mittelstarkes Rhizom.	Rhizomknospe entfernt, senkrecht, Spitze nach unten, gepflanzt.	Krümmungsversuch d. vorderen Teils. Seitentrieb bei I.1. und II.1., letzterer weiter entwickelt.

Nr.	Datum.	Beschreibung des Rhizoms.	Art des Versuchs.	Ergebnis.
22.	10.IV. bis 6.VII.	Mittelstarkes Rhizom, 16 cm lang.	Zwischen II.0. und III.0, die nur 3 cm auseinander, ge- quetscht.	Seitentrieb bei III.2.
23.	10.IV. bis 6.VII.	Mittelstarkes Rhi- zom.	In der Zwangslage kultiviert, dass d. hintere Teil hori- zontal lag, der vor- dere einen nach oben konvexen Bogen bil- dete.	Aufwärtskrümmung d. Rhizomknospe. Keine Verzweigungen.
24.	10.IV. bis 6.VII.	Schwaches Rhizom.	In d. Zwangslage kult., dass der hin- tere Teil d. Rhiz. einen nach oben kon- vexen Bogen bildete, der vordere Teil ho- rizontal lag.	Wächst unverändert weiter; keine Ver- zweigungen.

Nach den Versuchen sind also in keinem Fall durch andere mechanischen Beeinflussungen als Verletzungen, Verzweigungen erreicht worden. Der Satz SCHUMANNs, dass Verzweigungen nach Verwundungen eintreten, ist demnach richtig, nicht aber, dass nur nach solchen die Grundaxe Seitentriebe bildet.

Zunächst sei als Beweis dafür folgender Versuch beschrieben: Im gut durchlüfteten Kasten wurden 8 Rhizome verschiedener Stärke gepflanzt, um die Wirkung reichlicher Sauerstoff-Zufuhr auf die Verzweigung zu prüfen. Die reichliche Luftzufuhr wurde gewährleistet: 1. durch 2 Schichten von Laub und modernden Zweigen, wie man sie auf Waldboden findet, mit denen die Erde in dem Kulturkasten durchlegt wurde. 2. Durch zahlreiche Löcher von 1 cm Durchmesser, die in die Seitenwände und den Boden des Kastens gebohrt wurden. Die Rhizome wurden ein wenig schräg nach oben gelagert, sodass sie je nach der Länge ein bis zwei solcher luftigen Schichten kreuzten. Es wurden nur solche Pflanzen genommen, die sorgfältig auf etwa schon erkennbare Verzweigungsknospen durchmustert waren. Selbstverständlich waren alle unverwundet und wurden mit grösster Vorsicht eingesetzt, um jede Knickung oder sonstige Verletzung zu vermeiden. - Ergebnis: An sechs von den 8 Rhizomen zeigten sich bei der Herausnahme am 12. Juni ein bzw. 2 Seitentriebe. Der Kulturkasten stand vor einem nach Osten gehenden Fenster und hatte somit in diesem Jahr ziemlich viel Sonne. Da die Bodenoberfläche von andern Pflanzen frei war, wirkte die Besonnung schnell austrocknend, sodass die Pflanzen jedenfalls sonniger und trockener standen als an den meisten natürlichen Fundorten. Ob die Durchlüftung des Bodens für die verhältnismässig zahlreichen Verzweigungen von Einfluss war, wage ich nicht zu entscheiden wegen der Ergebnisse folgenden Kontrollversuchs:

6 Rhizome ohne Verzweigungen oder Andeutungen von solchen wurden unter sonst genau denselben Bedingungen, aber ohne die besonderen Durchlüftungseinrichtungen gepflanzt. Während die Pflanzen im Versuch 2 bis 3 Seitentriebe an den jüngsten Knoten zeigten, hatten im Kontrollversuch fast sämtliche Achseln ausgetrieben (bis zu 7 an einer Grundaxe). Allerdings waren die Verzweigungen an den ältesten Knoten sehr klein, 2 - 3 mm lang, aber alle deutlich erkennbar.

In demselben Kasten befanden sich noch eine grössere Anzahl verwundeter Grundachsen. Sie trugen am Schluss des Versuchs sämtlich Verzweigungen, die aber wesent-

lich weiter entwickelt waren. Die Länge betrug bei diesen 10 - 12 mm.

Am natürlichen Standort konnte ich an sämtlichen von mir beobachteten Fundstellen Verzweigungen an unverletzten Grundaxen feststellen. Als unverwundet bezeichne ich solche Pflanzen, bei denen keine Spur einer Verletzung sichtbar war und die ausserdem normal entwickelten Laubspross und Rhizomknospe an Haupt- und Seitenaxe trugen. Der erste Standort liegt 3 km südlich Lübeck auf sandigem Boden. Er ist nur etwa 4 qm gross und dicht mit Gräsern und Kräutern bewachsen, sodass es schwer hielt, Rhizome unverletzt herauszunehmen. Der dichte Bewuchs und der mangelnde Kalk sind offenbar dem Gedeihen von *Paris* hinderlich, denn Laubsprosse und Grundaxen waren verhältnismässig schwach. Die ersten Rhizome holte ich an dieser Stelle Anfang Februar. Um das zu dieser Jahreszeit nicht immer leicht zu beschaffende Material zu schonen ging ich sehr vorsichtig vor und nahm nur etwa 15 Exemplare heraus. Sie waren alle unverzweigt. Später, als die Spitzen der Laubsprosse aus dem Boden hervorkamen, durchsuchte ich den ganzen Platz und fand stellenweise ein dichtes Gewirr von Rhizomen. Darunter waren eine Anzahl verzweigter. Von der Gesamtzahl der Rhizome waren etwa 20% durch Seitentriebe ausgezeichnet.

Der zweite Fundort liegt bei Schwartau, 5 km nördlich Lübeck in einem Bruchwald, der mit verschiedenen Laubholzarten bestanden ist. Der Boden ist reich mit *Anemone* und *Polygonatum* bewachsen. Auf eine 20 cm dicke Schicht von lockerem Humus folgt erst Sand, dann Lehm. Der Platz liegt nur wenig über dem Normalspiegel der Trave, ist also meistens recht feucht. Die *Paris*-Exemplare standen einzeln und waren sehr kräftig. Die Rhizome lagen dicht unter der Oberfläche, meistens nur etwa 2 cm tief. Häufig lagen sogar Teile der Grundaxe völlig frei. Fast 50% der herausgenommenen Pflanzen waren verzweigt.

Die dritte Untersuchung nahm ich im Lauerholz vor, 3 km nordöstlich Lübecks. Eine 10 qm grosse Stelle im Laubwald, Eschen mit Unterholz von *Prunus Padus*, war so dicht mit der Einbeere bewachsen, dass keine andere Pflanze hochkommen konnte. Auf die Humusschicht folgte sandiger Lehm. Infolge starker Beschattung war der Boden stets mässig feucht. Der ganze Grund war von einem dichten Gewirr der *Paris*-Rhizome durchzogen. Verzweigte Exemplare waren 30% vorhanden. - Weiter hatte ich, wie früher schon erwähnt, Gelegenheit, im Gebiet des Königsees bei Berchtesgaden die Einbeere zu beobachten. Die Pflanze stand hier meist einzeln oder genauer gesagt in kleinen Grüppchen zu zwei oder drei. Von den 20 Rhizomen, die ich an verschiedenen Stellen aus dem Boden nahm, waren 4 verzweigt, also 20%.

Schliesslich fand ich noch bei Bad Kösen, also im mittleren Saaletal, auf Kalkboden eine Anzahl Einbeeren. Hier grub ich an einer Stelle 15 Exemplare aus dem Boden, davon waren 14 verzweigt. Die Verzweigungen waren sämtlich bei I.1. oder I.2, also erst in diesem Jahr entstanden. Sie trugen dem entsprechend weder Laubsprosse noch Narben von solchen. Sämtliche Exemplare waren auffallend kräftig, sie wuchsen im Überschwemmungsgebiet eines kleinen Bächleins, das nur zur Zeit der Schneeschmelze Wasser führt. Dieser Standort war der trockenste von den mit bekannten.

Die Angaben der Prozentzahlen lassen ausser acht, ob es sich um Rhizome mit Verletzungen oder Spuren von solchen handelt oder nicht. Feststellen konnte ich frühere Verwundungen, jedoch nur in ganz wenigen Fällen der hier benützten Angaben. Um die Ergebnisse der Versuche und der Beobachtungen am natürlichen Standort richtig zu werten, erinnere ich an die in der Einleitung gemachten Literaturangaben. Ausser mit SCHUMANN stimmen meine Feststellungen mit denen sämtlicher Forscher überein. Die Vorsicht, mit der man trotzdem von dem Vorkommen von Verzweigungen spricht, ist zurückzuführen auf die Anerkennung der Angabe des bekannten Morphologen. Zusammenfassend glaube ich sagen zu dürfen: Das Rhizom von *Paris quadrifolius* trägt, auch wenn es nicht verletzt ist, öfters Seitenzweige. Die Häufigkeit der Verzweigungen wechselt an den einzelnen Standorten von 20 - 80%.

Die Seitentriebe erscheinen zunächst als kleine weisse Wülste in den Achseln der Nebenblätter, und zwar an Stellen, die durch die benachbarten Laubsprossnarben und die 1/4-Spirale bestimmt sind. Aus diesem Wulst, dem, wie früher schon gesagt, angeschwellenen Fuss einer abortierten Laubsprossknospe, bricht dann der

Seitentrieb hervor. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist in der ersten Vegetationsperiode nach ihrer Entstehung bei verschiedenen Exemplaren sehr ungleich. Sie hängt ab: 1. von der Ursache der Verzweigung und 2. von der Zahl der Seitentriebe. Ist Verlust der Rhizomknospe das auslösende Moment und a) nur eine Verzweigung vorhanden, so wächst diese sehr schnell und ist in ihrer Entwicklung gleich denen an der Spitze unverletzter Grundachsen. Es entstehen 2 - 4 Internodien und in der Blattachsel des jüngsten Stengelgliedes steht die Knospe, die im folgenden Jahr den Laubspross hervorbringt. Die Entwicklung geht dann im selben Rhythmus weiter, wie bei den Hauptrhizomen. Jedenfalls fand ich an Seitenzweigen stets 2 - 4 Niederblattnarben zwischen 2 Sprossnarben.

b) Sind mehr als eine Verzweigung vorhanden, so kann das Wachstum sehr ungleichmässig sein. Ein Seitenzweig pflegt sich wie im Falle a) zu verhalten, der oder die andern können zurückbleiben und im Anfangsstadium (1 - 5 mm Länge) verharren. Was aus diesen in der nächsten Vegetationsperiode wird, kann ich aus den Versuchen noch nicht angeben, da diese dazu längere Zeit fortgesetzt werden müssen. Doch liess sich bei der Beobachtung im Freien aus dem Aussehen der Seitentriebe feststellen, dass sie in solchen Fällen über das Anfangsstadium nicht herauszukommen brauchen. Ich betone nochmals, dass die ungleichmässige Entwicklung vorhanden sein kann, aber nicht muss. Exemplare, bei denen 2 Seitentriebe desselben Entstehungsjahres gleichmässig sich entwickelt haben, sind durchaus nicht sehr selten. Gelegentlich finden sich sogar solche, bei denen beide Blattachsen zwischen 2 Laubsprossnarben getrieben haben und gleich starke Seitenzweige mit Laubspross tragen.

Handelt es sich um unverletzte Mutterpflanzen, so ist die Triebkraft der Seitenzweige geringer. So kommt es, dass in solchen Fällen gelegentlich auch ein einziger Trieb nicht über das Anfangsstadium hinauskommt. Sonst sind die Verhältnisse die gleichen wie in den vorigen Fällen. Da die Rhizome stets erst ein gewisses, mindestens mehrere Jahre betragendes Alter und damit auch eine gewisse Länge haben müssen, ehe eine Verzweigung eintritt, ist die Frage von Interesse, an welcher Stelle der Grundaxe oder genauer, an welchem Internodium letztere aufzutreten pflegen; dann falls letzteres gegeben ist, ist der Platz auf dem Umfang ja schon früher angegeben. Die aufgeworfene Frage lässt sich nicht eindeutig beantworten, da ja einmal nicht selten mehrere Verzweigungen zugleich entstehen, andererseits die Ursachen der Verzweigung eine Rolle spielen. Entwicklungsfähig sind bestimmt noch die Anlagen in 5 Jahre alten Niederblattachsen, da ich an einem solchen Teilstück einen Seitentrieb erhielt. Doch halte ich es nicht für unwahrscheinlich, dass auch noch ältere Teile solche hervorbringen. Denn man findet häufig Rhizome, bei denen die 7 oder 8 Jahre alten Internodien kräftiger und frischer aussehen, als z.B. das Teilstück A im Versuch 6. - Leider hatte ich beim Ansetzen des Versuchs kein solches zur Verfügung. Im Versuch 28 haben nach der Amputation sämtliche Niederblattachsen des diesjährigen Zuwachses Seitentriebe erzeugt, daneben steht in einem Fall noch einer am vorjährigen Internodium. Bei den anderen Versuchen, bei deren Beginn der diesjährige Zuwachs noch ganz klein war, stehen die Seitentriebe fast ausnahmslos (Ausnahme nur Kontrollversuch 30) an den Knoten der vorjährigen. Die jüngsten ausgebildeten Knoten sind somit die bevorzugten Stellen. Dies Ergebnis möchte ich folgendermassen formulieren: Die Entwicklungsneigung der abortierten Laubsprossknospen nimmt mit zunehmendem Alter ab. Dass man nur ganz selten an den Narben ausgebildeter Laubspresse Seitentriebe findet, stimmt gut überein mit dem Satz GOEBELS (2), dass in den allermeisten Fällen es sich bei Pflanzen bei der Regeneration entweder um Entwicklung schlummernder (latenter) Anlagen oder um eine Umbildung vorher schon vorhandener Anlagen oder Organe handelt. Die an den genannten Stellen vorhanden gewesene Anlage hat sich erschöpft bei der Bildung des Laubsprosses und ist nach dem Absterben desselben erledigt.

Die Frage nach den Ursachen der Verzweigung ist schwer zu beantworten. Ich möchte mich der Ansicht GOEBELS anschliessen, der bei Erörterung dieser Frage sagt: "Diese Erfahrungen zeigen, dass die Hemmung der blattbürtigen Sprossanlagen eine korrelative ist. Sie wurden am Austreiben verhindert durch ihren Zusammenhang mit den Vegetationspunkten der Pflanze, zunächst den Spross-Vegetations-

punkten". Die Hemmung kann experimentell überwunden werden durch Entfernung des Spross-Vegetationspunkts. Dies Mittel ist das radikalste und führt dementsprechend stets zum Erfolg.

Es gibt aber andere Mittel, deren Anwendung denselben Erfolg zeitigt. Das Auftreten von Seitentrieben auch beim Vorhandensein von intakten Spross-Vegetationspunkten beweist dies. Zunächst wird man an den Ernährungszustand denken. Aber das Vorhandensein reichlicher Baustoffe allein genügt sicher nicht. Sonst müssten besonders grosse und kräftige Rhizome häufiger Verzweigungen aufweisen als schwache. Das lehrt die Beobachtung nicht. Ich habe auffällig lange und starke Grundachsen häufig ohne Seitentriebe gefunden, obwohl hier von einem Mangel an Baustoffen keine Rede sein kann, während ich, wie früher schon erwähnt, weit unter dem Durchschnitt schwache Rhizome gefunden habe, die sogar an 2 aufeinander folgenden Knoten eines auffällig kurzen Jahreszuwachses 2 wohl ausgebildete, wenn auch zarte, Seitentriebe trugen. Auf den ersten Blick drängt sich die Frage auf: Wo haben diese Triebe die Baustoffe her? Dass es gewisse Reize gibt, die die Hemmungen der Achselknospen in weitgehendem Masse überwinden können, beweist das Ergebnis des Versuches und Kontrollversuches 30. Da in diesem Fall keine besonderen Versuchsbedingungen angewandt worden waren, kann ich über die Art nichts sicheres angeben. Den wesentlichen Unterschied zwischen den Versuchsbedingungen in diesen und den andern Fällen suche ich in der grossen Trockenheit des Bodens (siehe Beschreibung des Versuchs). Zu der Annahme, dass die grosse Trockenheit des Bodens von Einfluss sein könne, kam ich bei der Beobachtung der Einbeere an Fundort 5 im Saaletal. Alle 14 dort gefundenen Exemplare mit Verzweigungen trugen letztere an den Knoten des vorjährigen Zuwachses. Sie sind also im Laufe der diesjährigen Vegetationsperiode wahrscheinlich entstanden. Ich nahm die Grundachsen möglichst in ihrer ganzen Länge aus dem Boden, fand aber nirgends Verzweigungen an älteren Teilen. Nun lösen sich letztere freilich ohne Hinterlassung auffälliger Narben häufig von den Mutterpflanzen, also wohl frühestens nach 2 Jahren, meistens später. Daher war mir das Fehlen älterer Seitentriebe ausserordentlich auffällig, zumal ich auch keine scheinbar unabhängigen Grundachsen fand, aus deren Lage ich hätte schliessen können, dass sie von den vorhandenen durch Verzweigung hätten hervorgegangen sein können. Da lag die Vermutung nahe, dass besondere klimatische Verhältnisse dieses Jahres die Ursache dieser auffälligen Erscheinung sein könnten.

Die Vegetationsperiode 1921 wird aber durch besondere Trockenheit charakterisiert und auf Befragen erfuhr ich, dass das genannte Bächlein, in dessen Überschwemmungsgebiet ich die Pflanzen gefunden hatte, in diesem Jahre gar kein Schneewasser geführt hat. Worauf bei der Annahme des Einflusses der Trockenheit sich das verschiedene Verhalten der Pflanzen in Versuch und Kontrollversuch erklärt, weiss ich nicht anzugeben. (Das Ergebnis eines Versuches von Prof. SCHROEDER, der an einer in Leitungswasser amphibisch kultivierten Grundaxe eine Verzweigung erhielt, braucht der obigen Annahme nicht zu widersprechen, da Trockenheit des Bodens sicher nicht das einzige auslösende Moment ist.)

Zur Erklärung dieses Ergebnisses, der Suche nach Gründen für die Verzweigung, weise ich auf einen Ausspruch GOEBELS über ähnliche Versuche, in dem wiederholt genannten Werke hin: "Jedenfalls ist selbst diese oft untersuchte Pflanze (*Bryophyllum*), was die Bedingungen der Wurzel- und Sprossbildung angeht, noch nicht als vollständig aufgeklärt zu betrachten..." und weiter "Ich habe *Bryophyllum* eingehend besprochen, um zu zeigen, um ein wie verwickeltes, im einzelnen noch der Aufklärung bedürftiges Netz von Korrelationsbeziehungen und äusseren Bedingungen, es sich selbst bei einem scheinbar so einfachen Vorgange handelt".

Die verschiedenen Angaben über Verzweigung in der Literatur legen nahe, an ungleiches Verhalten aufgrund von Standorts-Eigentümlichkeiten zu denken. Ganz abgesehen davon, dass damit zwar ein Wort, sonst aber nicht viel gewonnen ist, glaube ich aber, dass ich nach den Ergebnissen der Versuche und Beobachtungen und mit Rücksicht auf die Literatur-Angaben sagen darf, dass der Standort keinen, oder doch nur geringen Einfluss ausübt. Gegen die eine Angabe SCHUMANNs (die auf ihn zurückgehenden Autoren darf man natürlich nicht mitzählen) stehen jetzt Beobachtungen aus Süd-, Mittel- und Norddeutschland von verschiedenen Bodenarten,

die sich auf ein weit umfangreicheres Material erstrecken. Das Resultat ist bei allen das Gleiche. Die Einbeere pflanzt sich nicht nur durch Samen fort, sondern vermehrt sich mindestens ebenso häufig vegetativ durch Rhizom-Verzweigung. Man findet gar nicht selten dichte Bestände mit hunderten von Exemplaren, deren Grundaxen in dichtem Gewirr den Boden durchziehen und deren Lage zueinander zeigt, dass diese Gruppen vegetativer Vermehrung ihr Entstehen verdanken. Gestützt wird diese Annahme durch einen Vergleich mit andern ähnlichen Pflanzenbeständen.

Dies Ergebnis gewinnt an Interesse zusammengehalten mit folgender Vermutung STARKS (8): Nur auf eins möchte ich noch kurz hinweisen. Es wurde im Abschnitt II als wahrscheinlich hingestellt, dass nach dem Norden zu die mittlere Gliederzahl abnimmt. Wenn sich nun als weiterer Unterschied ergeben sollte, dass im Süden die vegetative Vermehrung durch Rhizomverzweigung, im Norden aber die Vermehrung durch Samen vorherrscht, dann könnte man vielleicht diese beiden Tatsachen in Zusammenhang miteinander bringen. Da die erste Annahme nicht richtig ist, kann natürlich der angedeutete Zusammenhang nicht bestehen.

Die bisherigen Untersuchungen wurden nach äusserlich erkennbaren Merkmalen geführt. Sie sollen jetzt ergänzt werden durch den anatomischen Befund der inbe-

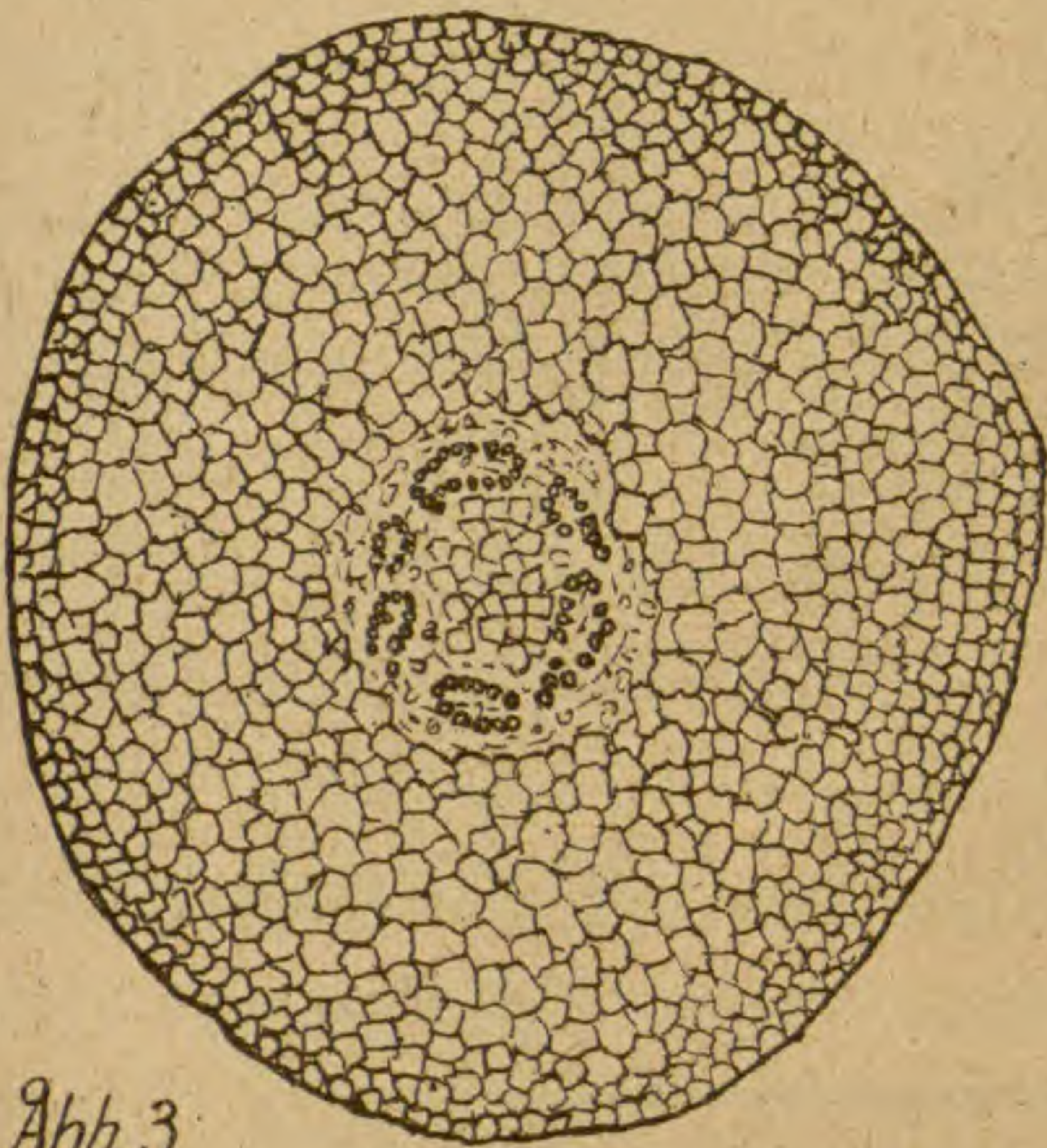


Abb. 3

tracht kommenden Teile. Schneidet man ein Rhizom von *Paris* an einer beliebigen Stelle nicht zu nahe am Knoten durch, und stellt einen Querschnitt von der Schnittfläche her, so sieht man das in Fig. 3. wiedergegebene Bild. Der Schnitt, nach dem die Zeichnung hergestellt ist, stammt aus einem 3 Jahre alten Rhizomteil. Auf die eine Zellreihe starke Epidermis folgen einige Reihen von Parenchymzellen, die durch ihren gleichmässigen Bau und Anordnung die Oberhaut verstärken, dann die Masse des Rindenparenchyms. Eine gut ausgebildete und verholzte Zylinderscheide ist nicht vorhanden. Im Zentralzylinder sind 5 - 9 Leitbündel eingelagert. Sie stehen im Kreise an der Peripherie, doch finden sich zuweilen einzelne Bündel nach der Mitte zu eingerückt. Die Gefässe der einzelnen Bündel bilden auf dem Querschnittsbild meist geschlossene Kreise. Gar-

nicht selten sind sie jedoch nicht völlig geschlossen oder, wenn doch, gehen von ihnen kürzere oder längere Reihen von Gefässen aus. Gewöhnlich treten 4 Gruppen hervor, von denen jede im Durchschnitt zwei grosse, mehr oder weniger geschlossene Bündel enthält, mit gelegentlich noch kleineren Gefässgruppen verschiedenster Form. Die 4 Gruppen sind also ungleichmässig geformt und verschieden gross, aber, wie gesagt, fast immer zu erkennen. In allen Parenchymzellen finden sich Stärkekörner. Im Frühling etwas weniger reichlich, den übrigen Teil des Jahres sind sie prall davon erfüllt.

Legt man weitere Schnitte durch eine Grundaxe, etwa 2 - 3 mm unterhalb eines Knotens, so sieht man, dass hier eine der 4 Gruppen etwas in den Zentralzylinder hineinrückt, um sich dann in flachem Bogen nach der Epidermis zu neigen. Die Fig. 4 zeigt das in 4 Schema-Bildern. Die beiden Bündel laufen auf die Achsel des Niederblattes zu, an dem der Knoten äusserlich erkennbar ist. Einige Gefässe bleiben in der ursprünglichen Richtung und ergänzen sich unter Beteiligung der beiden Nachbargruppen bald hinter dem Knoten zu einer neuen Gruppe, sodass die zunächst entstehende Lücke einige mm hinter dem Knoten wieder geschlossen ist.

Den Verlauf der Leitbündel und den Vorgang der Verzweigung zeigt am besten ein Längsschnitt durch ein Rhizomstück. Fig. 5 a stellt einen solchen dar. Man sieht, wie bei Knoten 2 Leitbündel nach rechts in die Ursprungsstelle eines Laubsprosses - an der starken Narbe zu erkennen - gehen. Es ist das die rechte von den 4 Bündelgruppen, die vorhanden. Im vorhergehenden und folgenden Knoten sind es die oben bzw. unten liegenden Gruppen, die aus dem Zentralzylinder an die Aussenwand treten. Man kann also in diesem Schnitt nichts davon sehen. Erst im 4.

gibt die Abbildung wieder, wie die linke Gruppe die dort liegende Anlage versorgt.

Die weitere Fig. 5 b gibt den Schnitt wieder, der durch das Rhitomstück, aber senkrecht zum vorhergehenden, geführt wurde. Hier kommen naturgemäss die Verzweigung der vorher unteren bzw. oberen, jetzt rechten bzw. linken Gruppe zur Darstellung. Diese Gruppierung der Leitbündel erklärt auch die Stellung der Seitentriebe

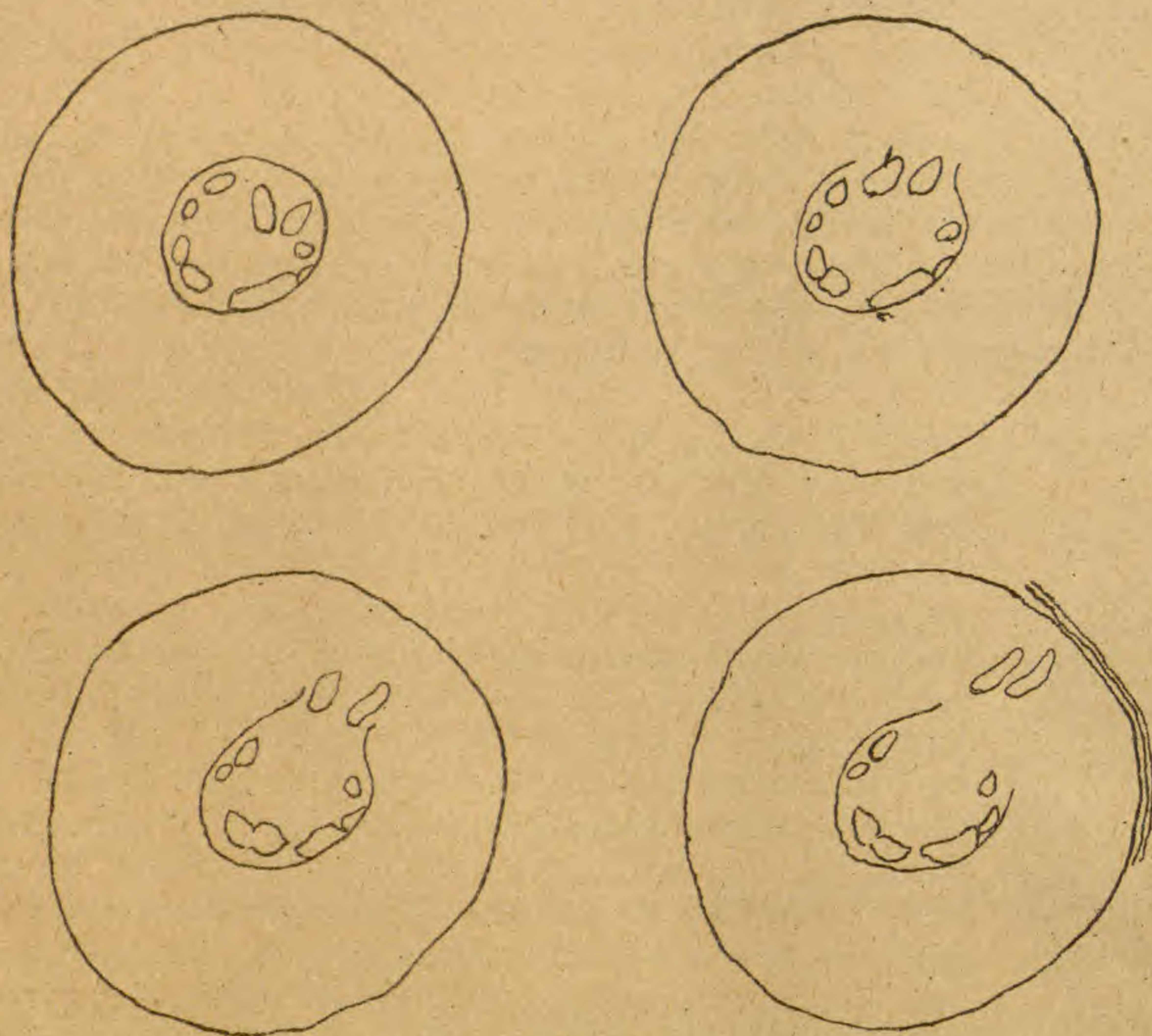


Abb. 4.

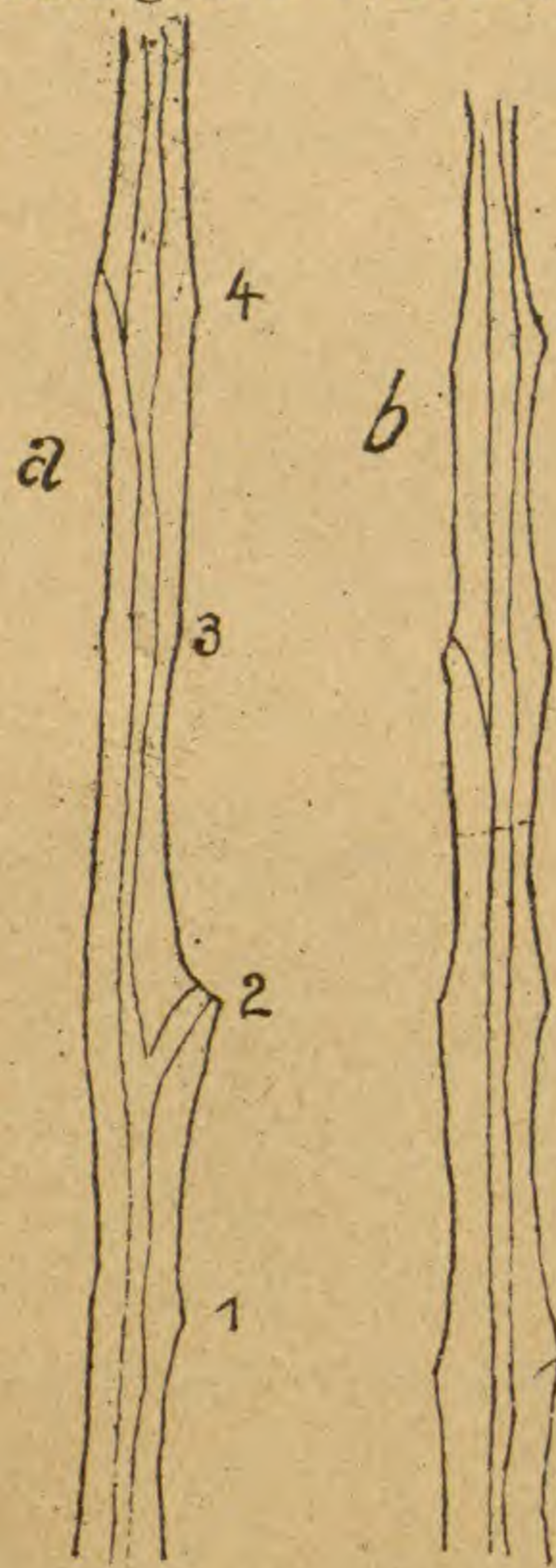


Abb 5.

nach der $1/4$ -Spirale. Es geht eben jeder vierte Seitentrieb bzw. dessen Anlage auf dieselbe Bündelgruppe zurück und steht demnach an derselben Seite der Grundaxe. In den Achseln der Niederblätter bildet sich eine kleine Vorwölbung, die äus-

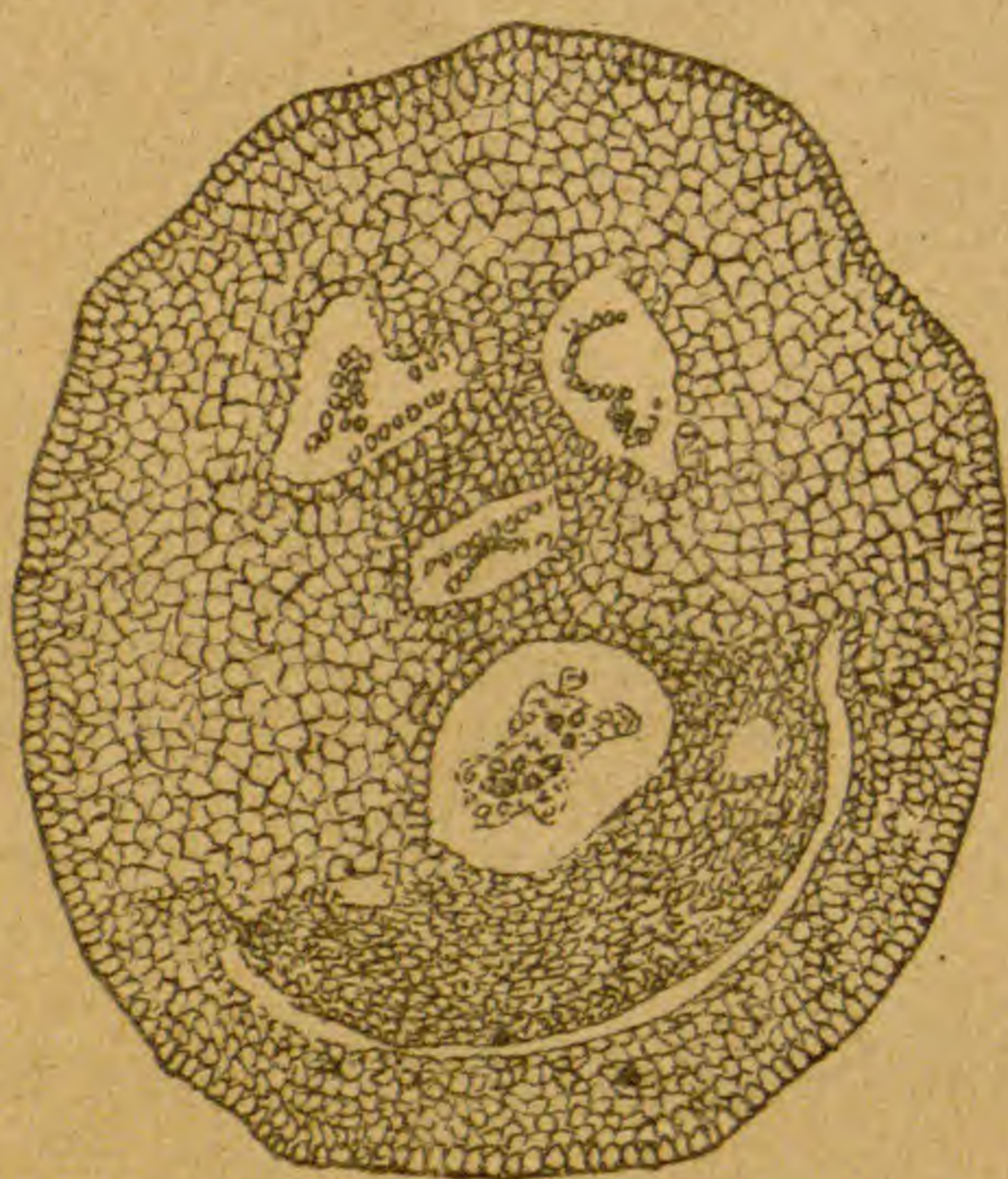


Abb. 6

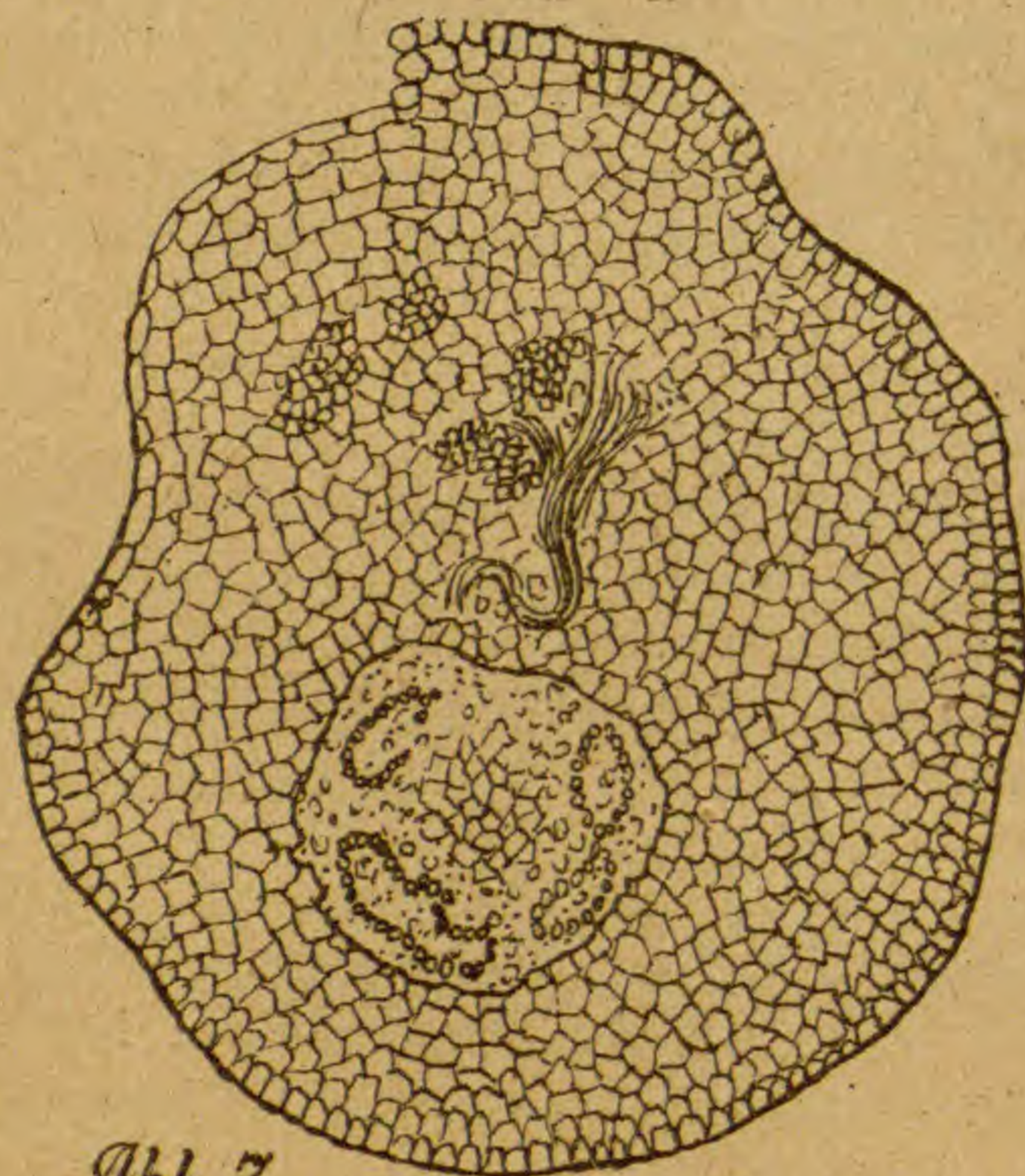


Abb. 7

serlich durchaus nicht immer erkennbar zu sein braucht und sich auf verschiedene Weise weiter entwickeln kann. einmal kann sie zu einem Laubspross auswachsen. In dem Fall sieht man schon, wenn der Vegetationspunkt nur so weit aus der Grundaxe

hervortritt, dass er eben mit blossen Auge zu erkennen ist, auf Querschnitten die Teilung der beiden Bündel in 4 Gruppen, die sich später von neuem teilen und die Bündel hervorbringen, die den Stengel des Laubsprosses durchziehen.

Fig. 6 gibt einen Schnitt durch den vorderen Teil des diesjährigen Rhizomzuwachs wieder. Die Laubsprossknospe war bereits 2 cm lang, die Rhizomknospe 3 mm. Der Schnitt ist etwa 1 mm unter der Trennungsstelle der beiden geführt. Man sieht an den grösseren und besser entwickelten Zellen, wie der Laubspross gegenüber der Rhizomknospe in der Entwicklung voraufgeeilt ist. Die eine der beiden Gefässgruppen im Laubspross hat sich bereits in 2 geteilt, die andere ist dabei.

Der zweite Fall ist der, dass zwar ein Laubspross angelegt wird, auch bis zu einer Länge von höchstens 2 cm heranwächst, dann aber degeneriert und abstirbt. Über das Vorkommen und den Ort der Entstehung ist früher bereits berichtet. Einen Schnitt durch einen solchen Knoten zeigt Fig. 7. Der fragliche Knoten war 2 Jahre alt. Man sah mit blossen Auge erst bei sehr aufmerkamer Betrachtung, dass hier ein kleiner Vorsprung war, den ich durch Vergleich mit vielen andern als Ursprungsstelle eines früh degenerierten Laubsprosses erkannte. Auf dem Bild sieht man die Vorwölbung, in die 2 Leitbündel schräg nach vorn hineingehen und daher zum Teil im Längsschnitt getroffen sind. In der Nähe der Gefässendigungen liegen 4 Gruppen, die bei stärkerer Vergrösserung kleine, noch in Teilung befindliche Zellen erkennen lassen. Zwischen ihnen verteilt sieht man einige wenige noch sehr zarte Gefässe, die mit denen der beiden ursprünglichen Bündel in Verbindung stehen. Die Zellen am Aussenrande der Ausbuchtung zeigen durch die zarten Wandungen und die

grossen Kerne, dass sie noch embryonal sind. Das Ganze ist also auf diesem unentwickelten Stande stehen geblieben. Aus dem Alter der Schnittstelle erklärt es sich leicht, dass hier, entgegengesetzt wie in Fig. 6, die Zellen im Rhizom voll entwickelt und die in der Laubsprossbasis zurückgeblieben sind.

Die dritte Möglichkeit, die in den weitaus meisten Fällen eintritt, ist die, dass man auch bei Anwendung einer Lupe äusserlich keine Spur einer Verzweigung erkennen kann. Fig. 8 zeigt dementsprechend keine Vorwölbung, wohl aber, dass eine Bündelgruppe aus dem Zentralzylinder nach der Achsel eines Niederblattes zu ausgetreten ist, und dass hier Zellgruppen liegen, die ihre volle Entwicklung noch nicht erreicht haben. Letztere sind also, da der Schnitt aus einem 4 Jahre alten Knoten stammt, während dieser Zeit in einem Jugendzustand stehen

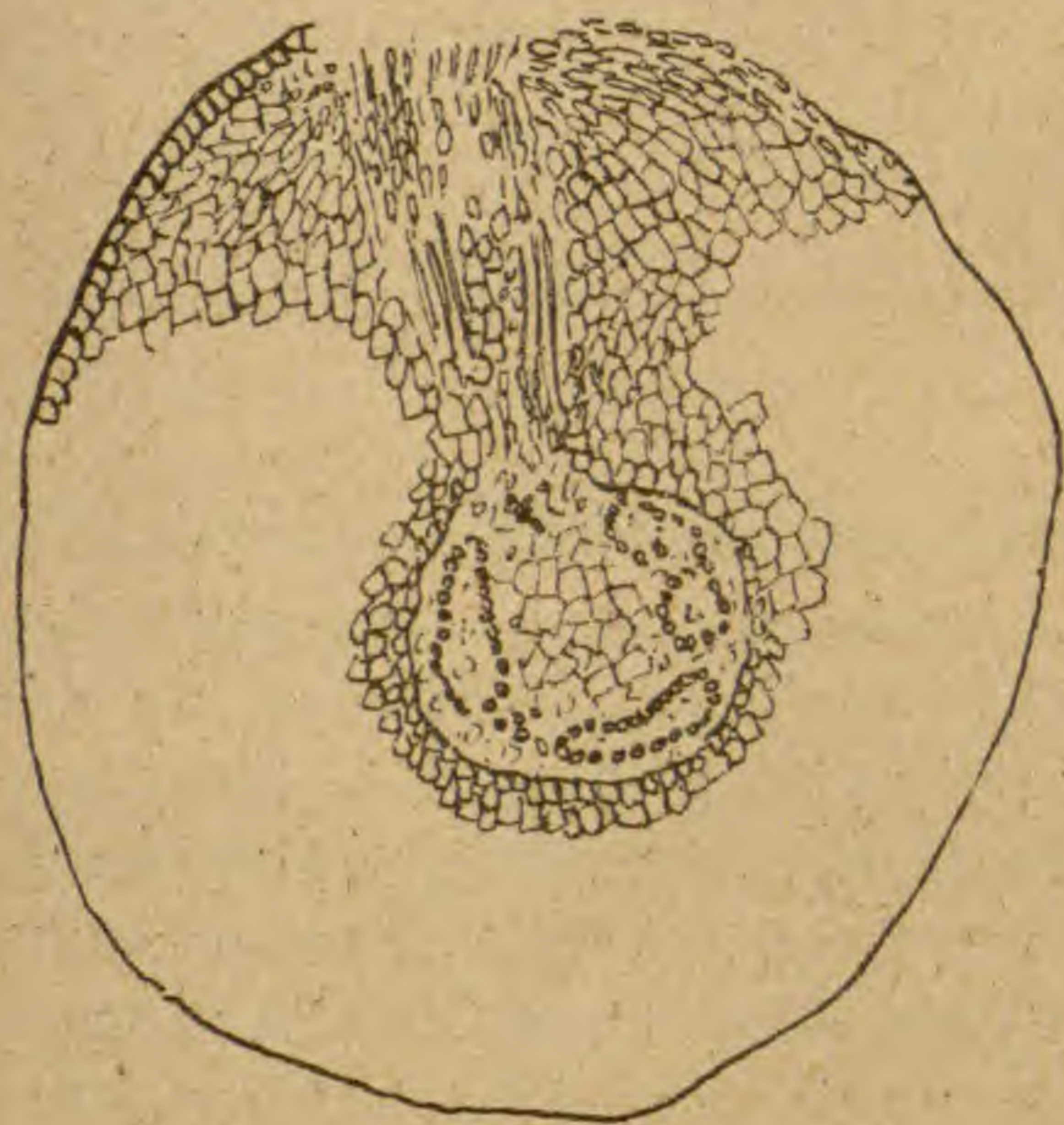


Abb. 8.

geblieben. Bilder dieser Art findet man in jedem Knoten. Es könnte der Einwand erhoben werden, diese Bündel dienten zur Innervierung des Niederblattes. Das ist sicher nicht der Fall. Natürlich gehen auch in die Niederblätter Gefässbündel, aber die sind so schwach und zart, dass sie erst bei stärkerer Vergrösserung zu erkennen sind. Sie liegen seitlich und treten viel früher aus dem Zentralzylinder aus, als die hier beschriebenen beiden Bündel. Die Gruppierung der Leitbündel im Zentralzylinder, von der früher die Rede war, tritt in diesem Schnitt besonders deutlich hervor. Die beiden Bündel der aus dem Zentralzylinder ausgetretenen Gruppe sind hier noch ziemlich geschlossen geblieben. Häufig findet man, dass sich die Bündel auflösen und die ganze mittlere Partie der Anlage in unregelmässiger Lagerung ausfüllen, sodass man nicht, wie in diesem Falle, mit Sicherheit voraussagen kann, in welcher Richtung sich gegebenen Falls der Seitentrieb entwickeln würde.

Fig. 9 führt einen Schnitt durch eine 8 mm lange Rhizomverzweigung vor. Man hat den Eindruck, dass die beiden Leitbündel sich zunächst gestaucht und dadurch die unregelmässige Verteilung, die allerdings in der Zeichnung nicht gut zum Vorschein kommt, erhalten haben. Dann sind einzelne Partien der Bündel, und zwar die äussersten, weiter gewachsen und treiben senkrecht zur Richtung des Mutterrhizoms den Seitentrieb vor.

Die vielen Gefässgruppchen, die durch die Stauchung entstehen, beteiligen

sich nicht immer sämtlich an der Ausbildung des Seitentriebes, sondern häufig nur einzelne von ihnen. Da die Lage der beteiligten nicht bestimmt ist inbezug auf d. Richtung des Mutterrhizoms, kann der Seitentrieb alle möglichen Winkel mit diesem

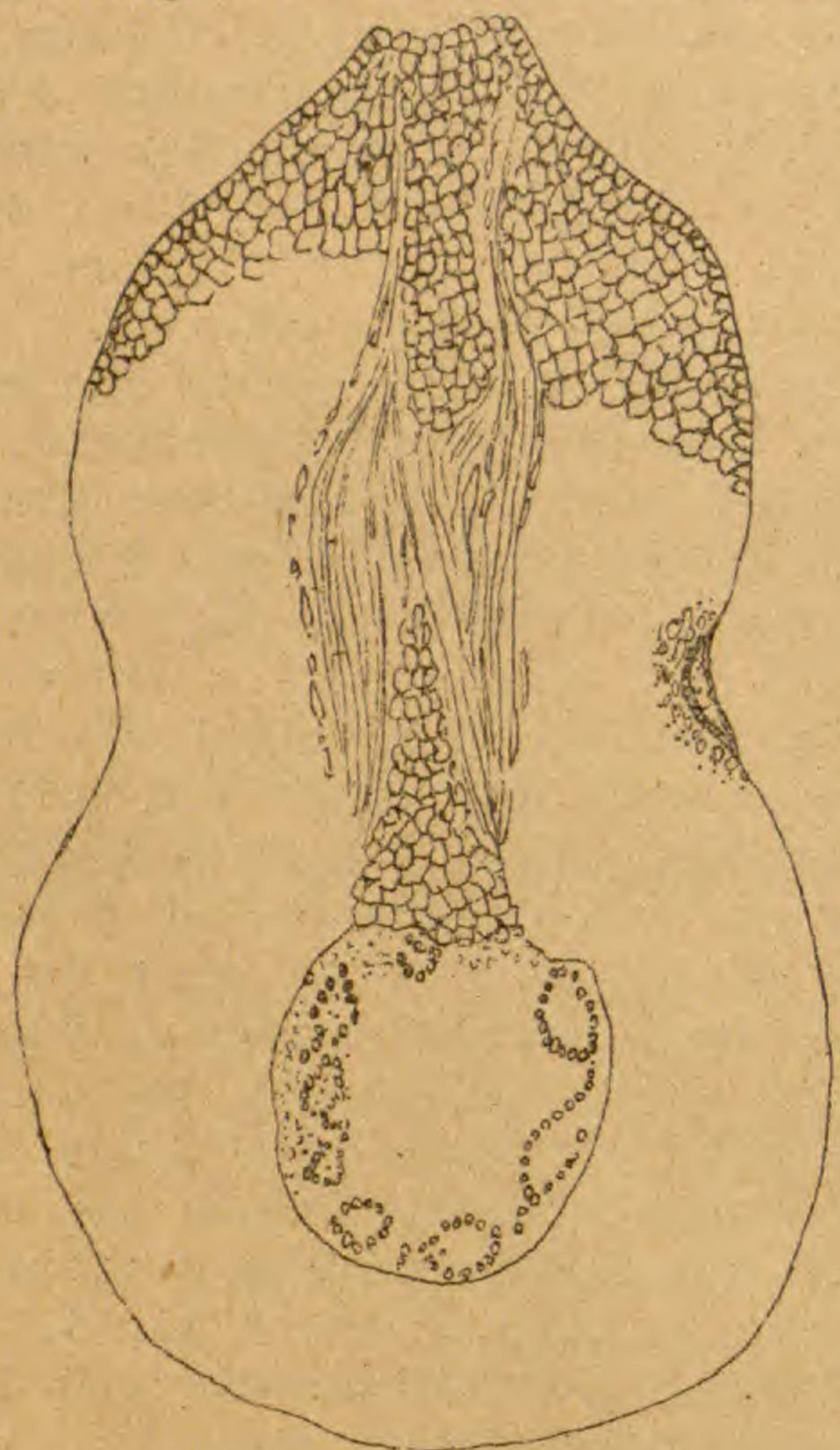


Abb. 9

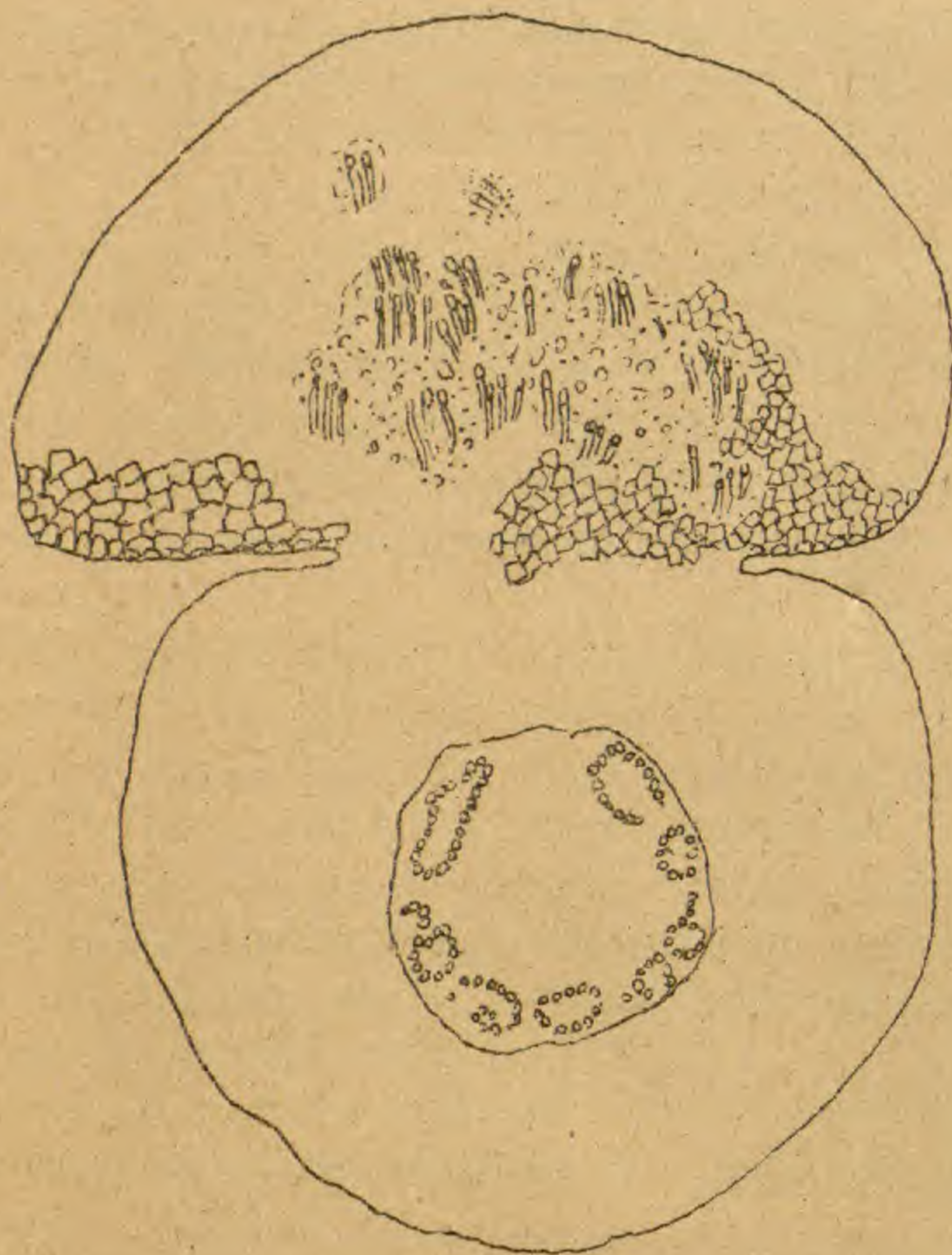


Abb. 9a



bilden, d.h. er kann, wie in Fig. 9, senkrecht zu ihm, er kann auch zunächst in entgegengesetzter Richtung wachsen. Gerade diesen letzteren Fall fand ich an einer Stelle so häufig, dass ich zunächst diese Wachstumsrichtung als die häufigste annahm und nach Gründen für die Entstehung und Bedeutung dieser Erscheinung suchte, aber nach dem äusserlichen Befund natürlich keine fand. Auch alle andern Winkel kommen vor. Damit findet auch folgende Angabe SCHUMANNs ihre Erklärung:

"Würde man nun nach dem Vegetationskegel an der Stelle suchen, welche die erste Berechtigung hätte, ihn zu erzeugen, nämlich am apikalen Ende des Wulstes (d.h. des Wulstes, aus dem ein Seitentrieb hervorgeht), so würde dieses ein vergebliches Beginnen sein, er liegt nämlich seitlich und erscheint, wenn man die obersten Gewebeschichten des Höckers abgehoben hat, in der Form einer wie poliert glänzenden Wölbung". Die Beobachtung SCHUMANNs kann also stimmen, ist aber keineswegs für alle Fälle gültig, sondern der Vegetationspunkt kann an den verschiedensten Stellen des Höckers er-

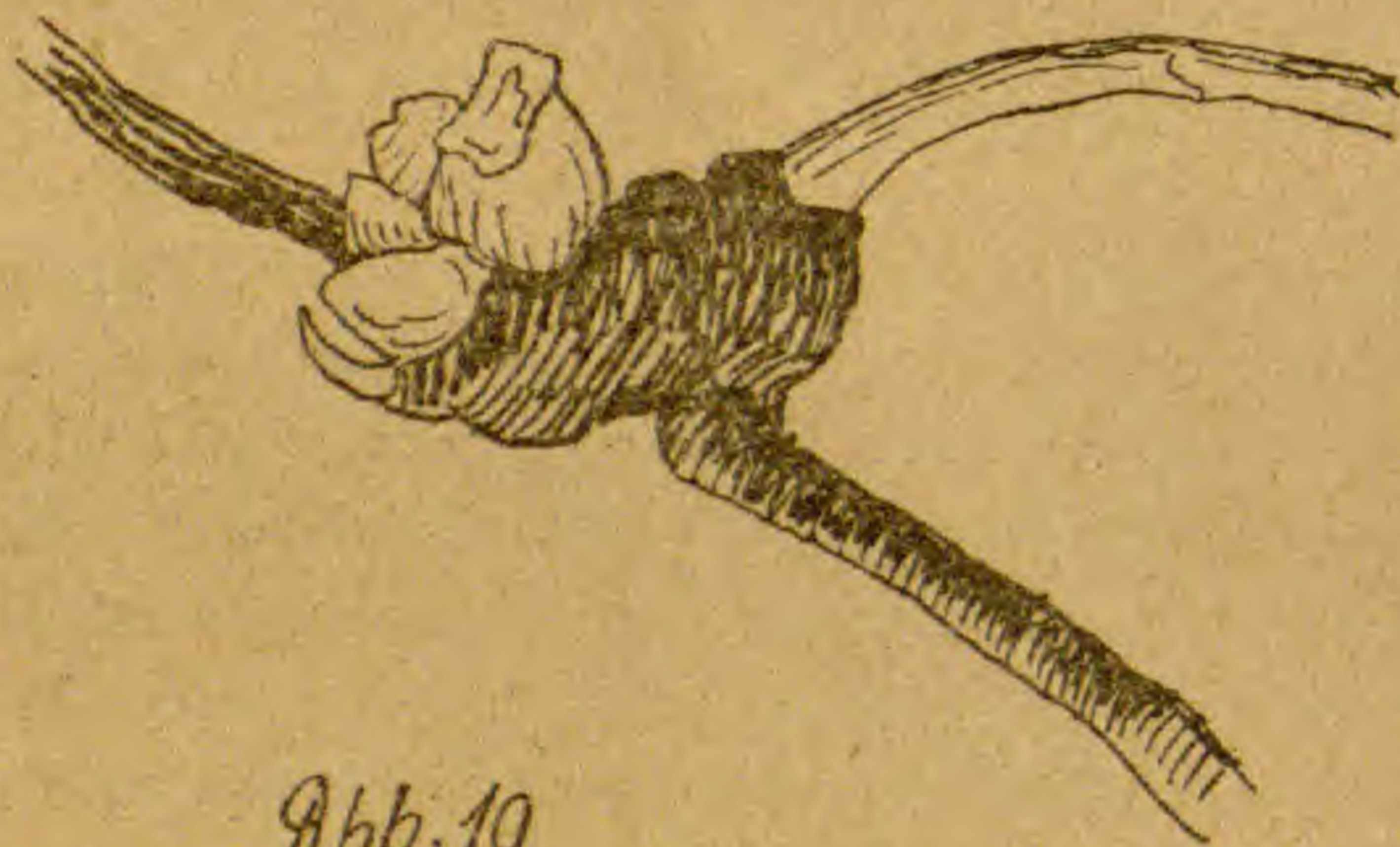


Abb. 10

scheinen.

Als Beweis für die Behauptung, dass auch einzelne Grüppchen der Gefässe fähig sind, Vegetationspunkte zu erzeugen, sollen die Figuren 10 - 13 dienen. Das Bild zeigt die äussere Ansicht. Man kann schon mit der Lupe erkennen, dass der Vegetationspunkt nur aus einem Teile des Wulstes hervorgeht. Das Mutterrhizom ist dicht über der Verzweigungsstelle durchschnitten, um die Verhältnisse klarer geben zu können. Querschnitte zeigten, dass von den 4 vorhandenen Bündeln nur ein

einziges mit dem Vegetationspunkt in Verbindung stand.

Aus diesen Angaben ergibt sich sofort die Frage, ob es dann nicht wahrscheinlich sei, dass gelegentlich einmal 2 oder noch mehr Bündelgrüppchen Vegetationspunkte hervorbringen und damit eine gegabelte Verzweigung entstehen kann. Für beide Möglichkeiten habe ich Belege gefunden. Fig. 11 zeigt eine Verzweigungsbasis,

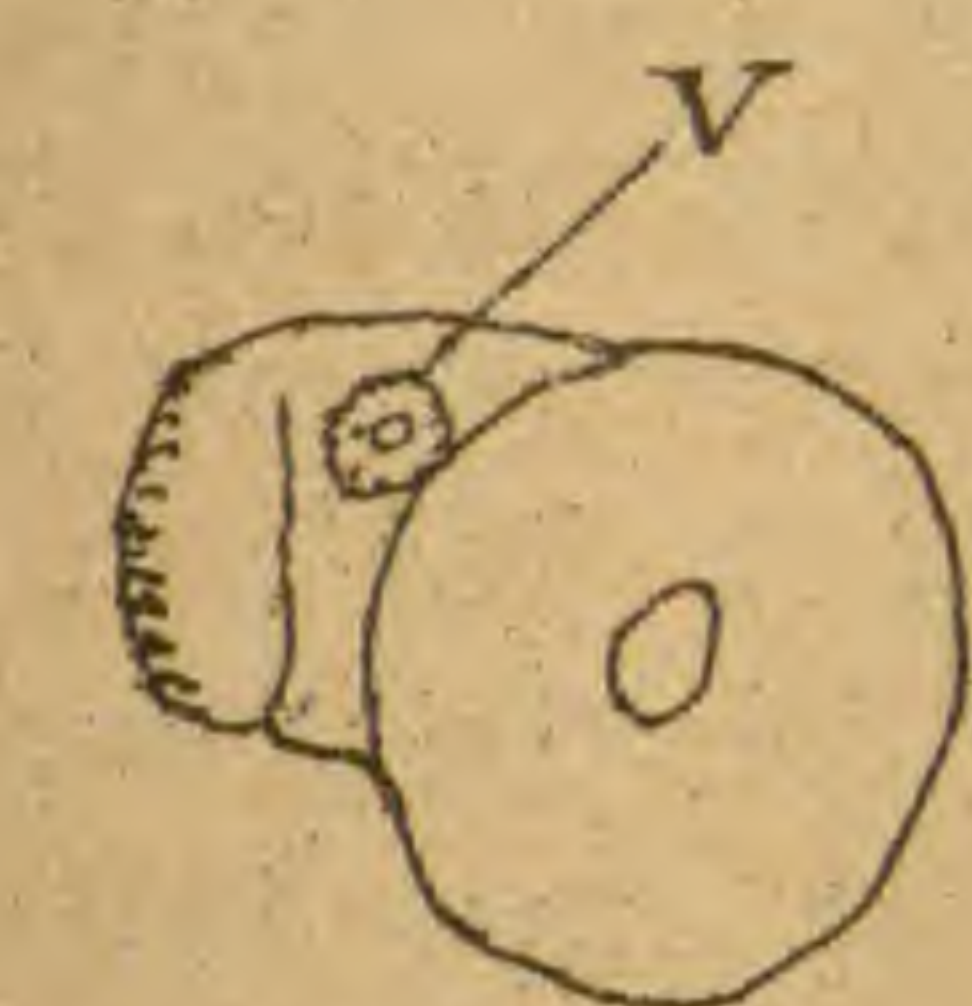


Abb. 10a

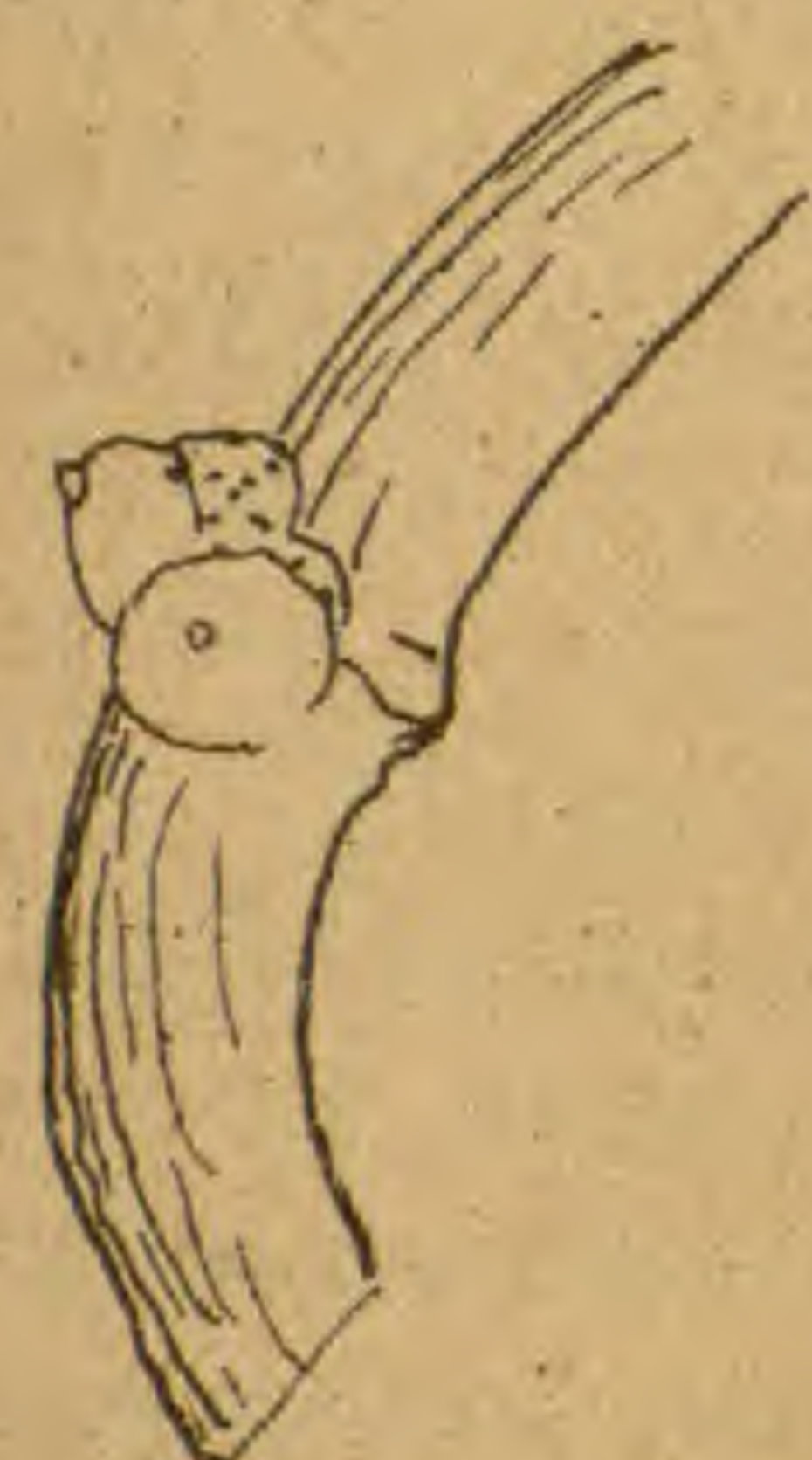
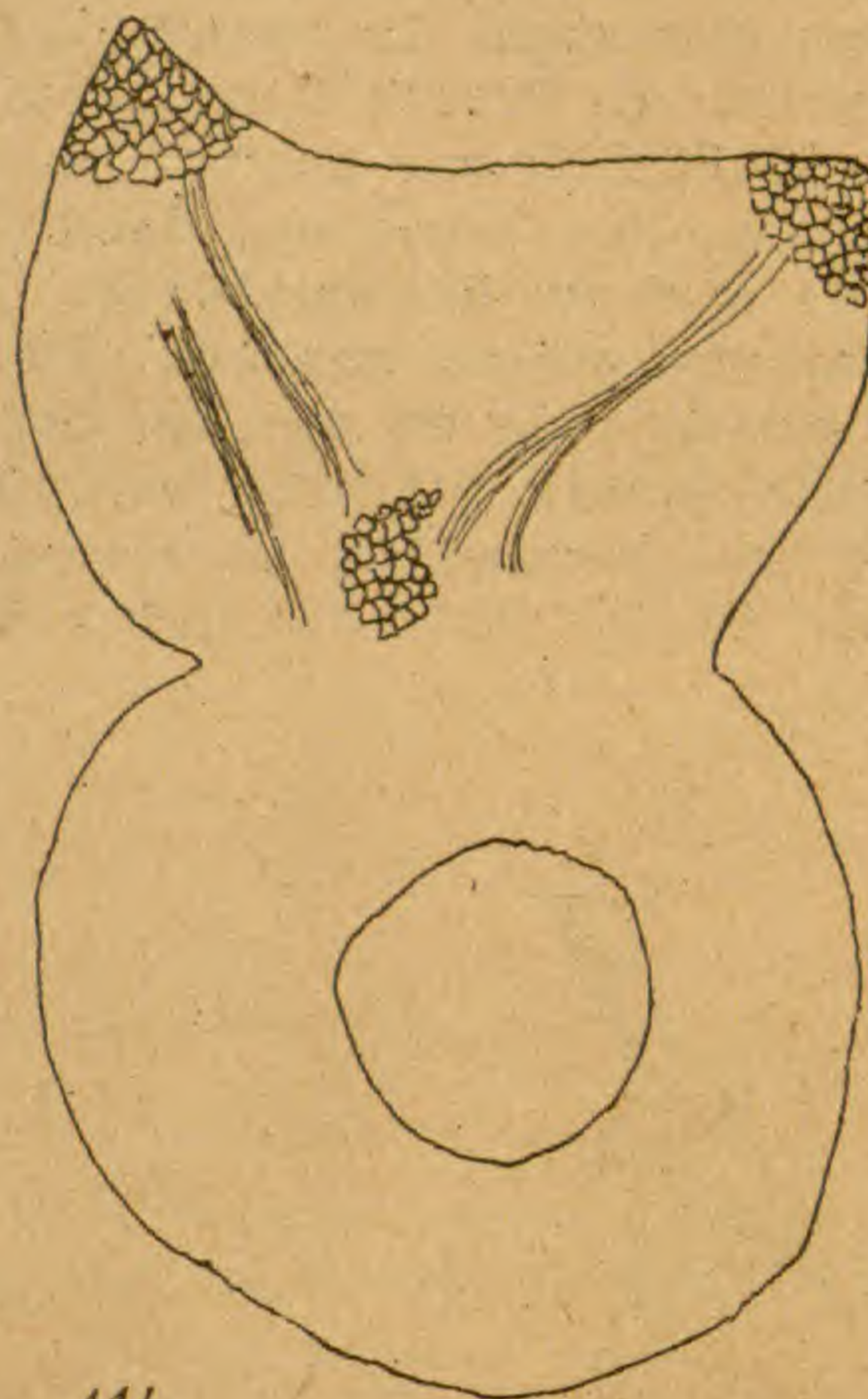


Abb. 11



11a



11b

die deutlich zwei Vegetationspunkte trägt. Ich habe mehrere dieser Art gefunden, jedoch keine, bei der beide sich zu vollständigen Seitentrieben entwickelt hatten. Es scheint demnach, dass eine der beiden im Laufe der Entwicklung die Oberhand gewinnt und die andere verhungert. Die beiden Querschnitte 11a und 11b zeigen den Verlauf der Leitbündel.

Nach diesen Befunden gehen die Seitentriebe wirklich aus abortierten Laubspross-Anlagen hervor. Dieselben Zellgruppen, die ursprünglich - wenn ich mich so ausdrücken darf - bestimmt sind, einen Laubspross hervorzubringen, erzeugen unter gewissen Bedingungen beim zweiten Entwicklungsantrieb eine Rhizomverzweigung. Je weiter die Entwicklung in der einen Richtung gegangen ist, umso schwerer geht sie in die zweite über. Nach dieser Auffassung muss man erwarten, dass die Rhizomverzweigungen meist an solchen Knoten entstehen, an denen es zu einer klaren Ausbildung eines wenn auch früh degenerierten Laubsprosses nicht erst gekommen ist und dass sie umso seltener werden, je weiter die Ausbildung des Laubsprosses an den betreffenden Knoten fortgeschritten war. Nun kann man aber allen Knoten, wie alt sie auch sein mögen, und nicht bloss denen ohne Verzweigung, sondern auch denen mit Verzweigung, äusserlich ansehen, ob die Laubsprossanlage in den ersten Entwicklungsstadien stehen geblieben, oder ob sie aus dem Mutterrhizom hervorgetreten ist. Im letzteren Falle bleibt eine Narbe zurück, die an Grösse fast $\frac{1}{4}$ der Narbe eines ausgewachsenen Laubsprosses erreichen kann. Diese Befunde benützte ich, um die Richtigkeit meiner Ansicht zu prüfen. Ich nahm 100 Rhizome mit über 1000 Knoten vor und sah sie daraufhin an. Von den 40 vorhandenen Verzweigungen liessen 39 an der Basis keine Spur einer Narbe erkennen. Nur in einem Falle war der Seitentrieb aus einem Knoten hervorgegangen, an dem die Narbe deutlich zeigte, dass hier die Entwicklung des Laubsprosses ziemlich weit vorgeschritten war. Nach Vergleich mit andern Fällen nehme ich eine Länge desselben von 2 cm an. Der Seitentrieb des Rhizoms ist in diesem Falle nicht die Verlängerung des ursprünglichen Laubsprosstengels, sondern geht seitlich aus der Basis

hervor. Er kann also die Narbe nicht verdecken, sondern nur beiseite drücken. Im ganzen fand ich an 171 Knoten solche mehr oder weniger grosse Narben. Ein Sechstel von allen Knoten trug also solche, während nur $1/40$ der Verzweigungen diesen ihren Ursprung verdankten.

An Knoten schliesslich, die einen voll entwickelten Laubspross über die Erde geschickt haben, darf man nie oder doch nur in Ausnahmefällen Seitentriebe des Rhizoms erwarten. Im ersten Teil der Arbeit ist schon erwähnt, dass ich selbst nie, weder im Freiland noch bei den Versuchspflanzen, solche gefunden habe. Herr Prof. SCHROEDER war zuerst lange Zeit derselben Ansicht, gab mir aber jetzt 2 Exemplare, die beweisen, dass dieser extreme Fall vorkommt. In beiden Fällen handelt es sich um Rhizomstücke, die also von vorn herein infolge der Verletzung zur Verzweigung neigen mussten. In einem Fall besass das Stück überhaupt nur diesen einen Knoten, da es von dem andern lebenden Teil des Bruchstücks durch eine abgestorbene Partie getrennt war. Die Restitutionskraft war hier stark genug, diesen Knoten zum Austreiben zu veranlassen.

Der zweite Fall ist unter ähnlichen Bedingungen entstanden. Es sind zwar 2 Knoten an dem Teilstück vorhanden, aber auch 2 Verzweigungen: Fig. 12 a und b geben die äussere Ansicht einer der beiden Verzweigungen, von verschiedenen Seiten gesehen, wieder.



Abb. 12. a u. b.

Aus den verschiedenen Beobachtungen geht hervor, dass nur an solchen Stellen Vegetationspunkte sich bilden, an denen Gefässendigungen vorhanden sind. Man könnte zunächst annehmen, dass teilungsfähige Zellen das wesentliche sind und sich die nötigen Gefässe erst sekundär dazu bilden. Dem widerspricht aber, dass sich die Verzweigungen nur dort bilden, wo bereits Leitbündel vorhanden sind.

Bei allen Restitutionsbildungen habe ich gefunden, dass Gefässendigungen das Zentrum bilden, von dem aus die Bildung vor sich geht.

Zu dieser Ansicht war ich bereits gekommen, als ich die Arbeiten von HABERLANDT (1914, 1919, 1920, 1921) zu Gesicht bekam, in denen ausgesprochen wird, dass bei Neubildungen z.B. an verletzten Teilen die Anwesenheit von Gefässen oder Gefässteilen nötig ist, und wahrscheinlich gemacht wird, dass sich in den Pflanzen Stoffe in der Art der Hormone bilden, die in den Leitbündeln wandern und an geeigneten Stellen Anregung zu Neubildungen geben. Es könnten demnach die Verzweigungen so entstehen, dass sich in den Rhizomen infolge von Verletzungen oder anderen Ursachen Stoffe bilden, die in den Leitbündeln wandern und von den Endigungen aus in das umgebende Parenchym eindringen und diese Zellen zu Teilungen anregen. Dabei werden nicht alle Zellen gleichmässig schnell ansprechen, sondern die am meisten, die am wenigsten in die Form des Dauerzweckes übergegangen sind. So erklärt sich die vorher beschriebene, nach den Entwicklungsstadien verschiedene starke Neigung der Niederblatt-Achseln zur Ausbildung.

Bestärkt wurde ich in dieser Auffassung durch die zwei Verzweigungen an Laubspross-Narben. Gerade von diesen beiden Fällen erwartete ich besondere Aufklärung über ihre Herkunft, da sie nicht aus der Basis abortierter Laubspresse hervorgegangen sein konnten. Woher sind sie nun gekommen?

Das Ursprungsgebiet der Seitentriebe sind die Parenchymzellen an der Grenze des Mutterrhizoms und des Laubsprosses, dort, wo die Achsel des ehemaligen Niederblattes war. Man sieht an der Abbildung 13 in dieser Partie die Zellen stärker frei und bei starker Vergrösserung, dass in der Mitte die Zellen sich zu Gefässen umbilden, und zwar im Anschluss an die noch lebenden Teile der Leitbündel des

Laubspross-Stumpfes. Daneben schliessen sich die neu entstehenden Bündel auch an die, allerdings sehr schwachen, Bündel an, die das Niederblatt innervieren.

Stets bilden also die Bündel der Verzweigung eine Fortsetzung schon vorhandener Bündel, die ursprünglich anderen Organen dienten. Danach kann man nicht annehmen, dass in den Zellen der Bündel die Fähigkeit liegt, bestimmte Organe unter

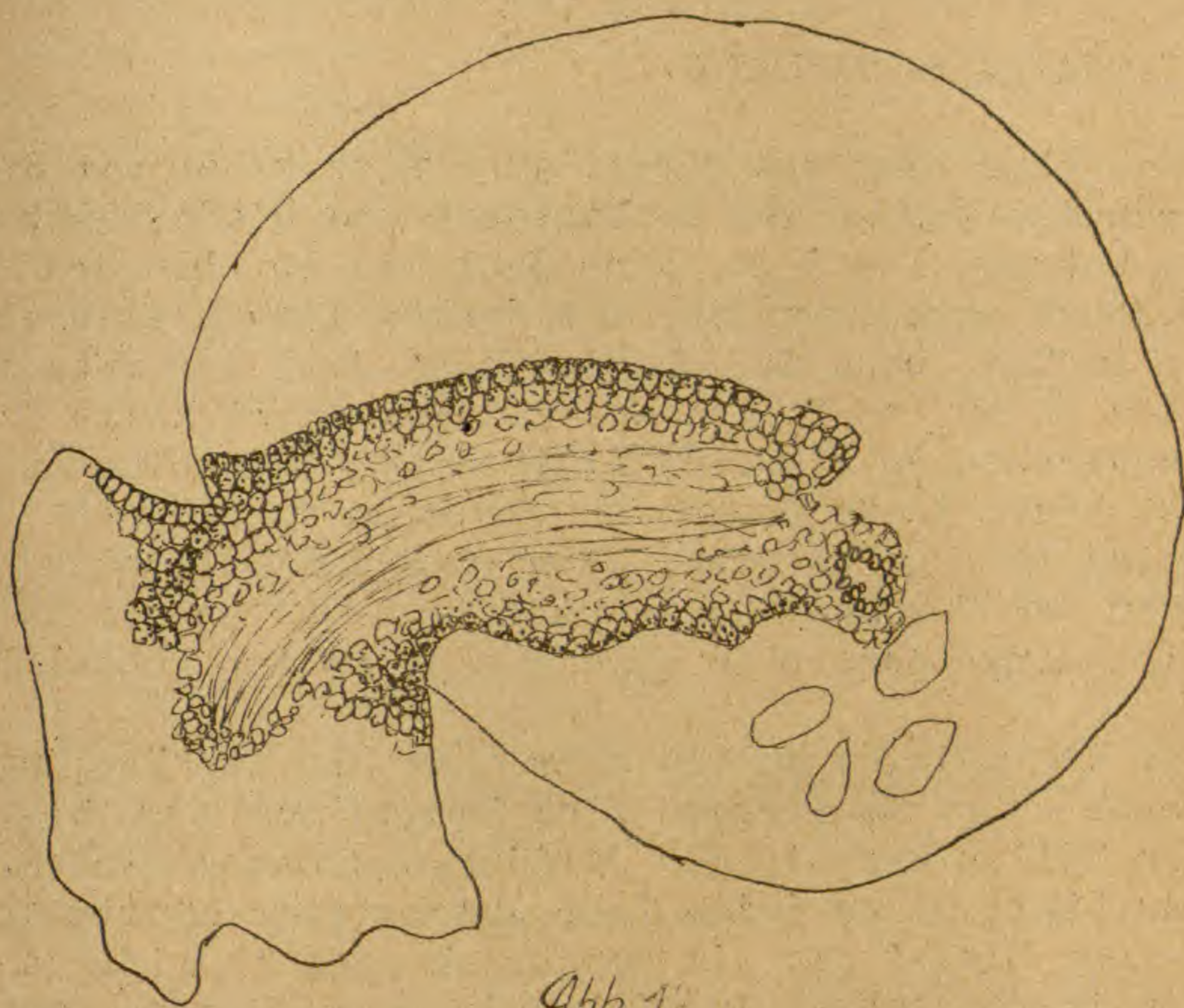


Abb. 13

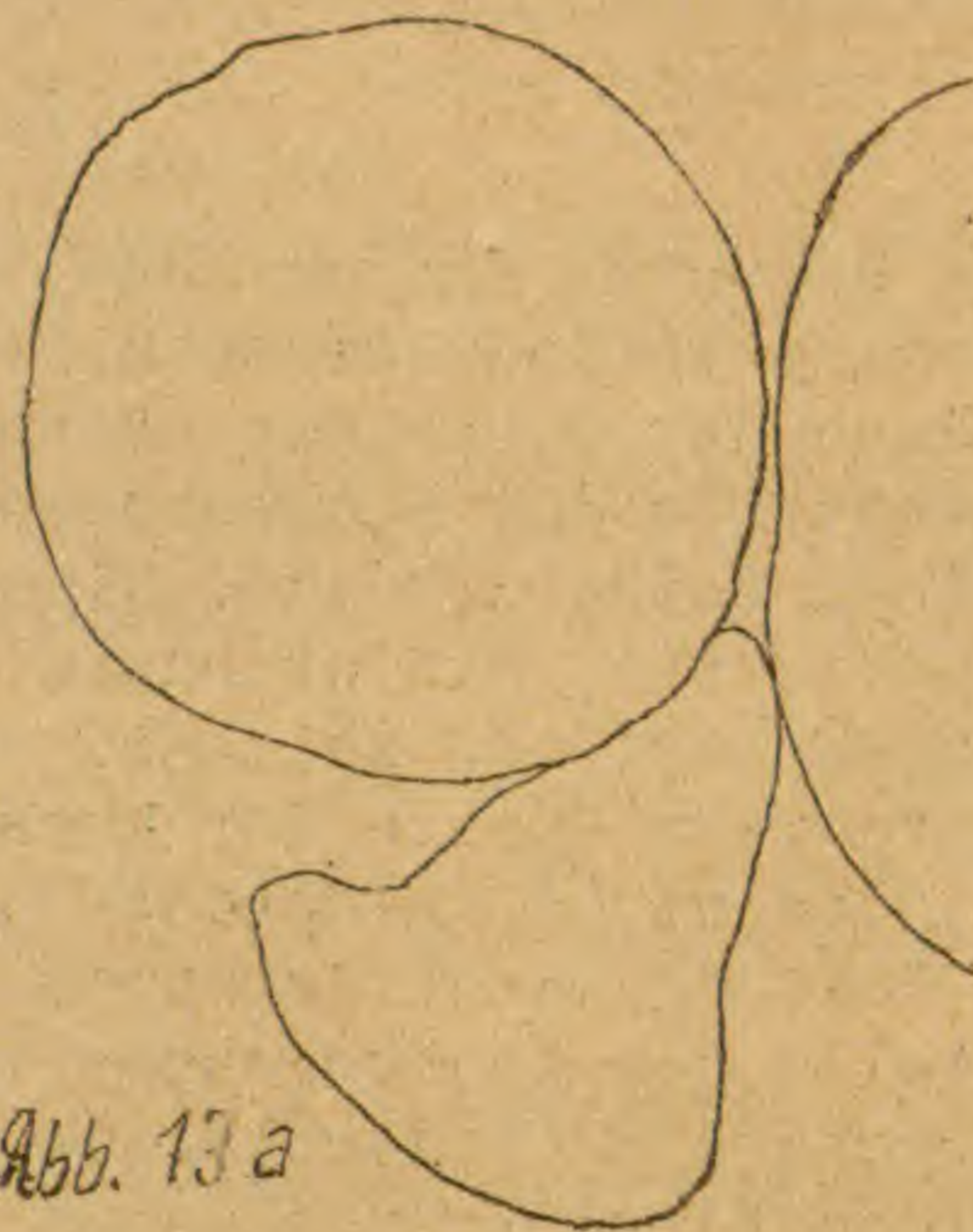


Abb. 13a

gegebenen Umständen hervor-
zubringen, sondern muss die-
se Eigentümlichkeit in den
Parenchymzellen suchen.
Vergleichsschnitte durch
Laubspross-Stümpfe ohne Sei-

tentriebe liessen aber in den fraglichen Teilen keine anatomische Besonderheiten erkennen.

Zusammenfassung.

I. Der Laubspross von *Paris quadrifolius* wird nach Verlust unter keinen Umständen ersetzt. Die Pflanze geht trotzdem nicht ein, sondern das Rhizom wächst weiter. Der Zuwachs ist in diesem Fall geringer, aber normal entwickelt.

II. Die verloren gegangene Rhizomknospe wird stets ersetzt. Der Ersatz entsteht nicht aus der Wundfläche, sondern bildet sich, wie in den allermeisten Fällen bei Pflanzen, durch Auswachsen latenter Anlagen. Diese Anlagen finden sich in den Achseln abgestorbener Niederblätter und sind die Reste abortierter Laubsprosse. Es können gleichzeitig mehrere Achseln Seitentriebe als Ersatz erzeugen.

III. Verzweigungen des Rhizoms sind nicht selten und kommen nicht nur infolge Verlusts des Vegetationspunktes vor. Ihre Häufigkeit wechselt an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Jahren. Sie kann bis zu 80% betragen. Die Seitentriebe entstehen erstens bei Verletzung des Hauptrhizoms und zweitens aus verschiedenen andern, noch nicht sicher bestimmten Gründen.

IV. Die Einbeere vermehrt sich mindestens ebenso erfolgreich auf vegetativem Weg wie durch Samen.

V. In den Achseln aller Niederblätter bilden sich Laubspross-Anlagen. In den ersten 2 - 4 Achseln des jeweiligen Zuwachses einer Vegetationsperiode kommen diese über die ersten Entwicklungsstadien nicht heraus. Sie können einmal aus dem Mutterrhizom gar nicht heraustreten, im entgegengesetzten Fall bis zu einer Länge von 2 cm sich entwickeln, dann aber degenerieren. Aus allen diesen Anlagen können beim zweiten Entwicklungs-Anstoss Rhizom-Seitenzweige hervorgehen. Die Leichtigkeit, mit der dies geschieht, hängt ab von dem Ausbildungsstadium, bis zu dem der betreffende Laubspross gekommen ist. Je weiter letzterer vorge-schritten ist, umso schwerer geht die Neubildung vor sich, sodass an Knoten, an denen ein ausgebildeter Laubspross sich befunden hat, nur unter besonders günsti-

gen Bedingungen eine Verzweigung erfolgt.

Die Zentren, von denen die Neubildungen ausgehen, sind die Endigungen der Leitbündel. Es brauchen nicht alle Leitbündel, die in die Anlage gehen, dabei beteiligt zu sein; dem entsprechend können gelegentlich im Anschluss an mehrere Bündel-Endigungen gleichzeitig Vegetationspunkte und damit gegabelte Verzweigungen entstehen.

II. POLYGONATUM MULTIFLORUM.

Das bekannte Rhizom ähnelt im Bau sehr dem von *Paris*. Auch hier haben wir die Gliederung in Jahresabschnitte durch die Narben der Laubsprosse und Niederblätter. Die Länge der einzelnen Abschnitte beträgt 1 - 3 cm, ihre Zahl bis 15. Die Ursprungsstelle der Laubsprosse ist stark angeschwollen, die Narben liegen alle an derselben Seite der Axe. Nimmt man im Mai, wenn der oberirdische Teil der Pflanze entwickelt ist, die Grundaxe aus dem Boden, so findet man die gut entwickelte Verjüngungsknospe des Rhizoms, eingeschlossen in ziemlich fleischige Niederblätter. Die vorderste Spitze der Knospe ist hier, im Gegensatz zu *Paris*, noch einheitlich, also nicht in Spross- und Rhizomteil geschieden. Auch im Schnitt lässt sich diese Teilung nicht erkennen. Ausser der Verjüngungsknospe findet man an der Ansatzstelle des Laubsprosses seitlich mindestens eine Nebenknospe in der Achsel des vorhergehenden Niederblattes.

Diese Verzweigungsknospe ist in den meisten Fällen schwächer als die Verjüngungsknospe. Doch variiert ihre Grösse sehr. Es liessen sich Längen von 2 mm bis zu 1,5 cm feststellen. In letzteren Fällen war sie der Verjüngungsknospe gleich. Ausserdem umhüllt auch das 2. Niederblatt eines jeden Jahr-abschnittes häufig eine Knospe, die allerdings viel kleiner bleibt als die vorhergehende. In einigen wenigen Fällen liess sich auch noch in der Achsel des folgenden eine Knospe feststellen. Immer fanden sich diese Seitenknospen noch an dem geschwollenen Teil des Rhizoms, niemals an den dazwischen liegenden Abschnitten. Die Lage der Seitenknospen zueinander ergibt sich aus der Stellung der Niederblätter, sodass Knospe 1 und 2 einander gegenüber, 1 und 3 auf derselben Seite der Grundaxe liegen.

Man findet nicht selten die Seitenknospen zu Zweigrhizomen ausgewachsen, und zwar geht dies Auswachsen meist im Jahre des Entstehens oder dem darauf folgenden

Jahre vor sich. Das lässt sich leicht durch Abzählen der Jahresabschnitte an Haupt- und Nebenrhizomen feststellen. Ob und wie lange auch später noch die Seitenknospen die Fähigkeit behalten, auszutreiben, werden

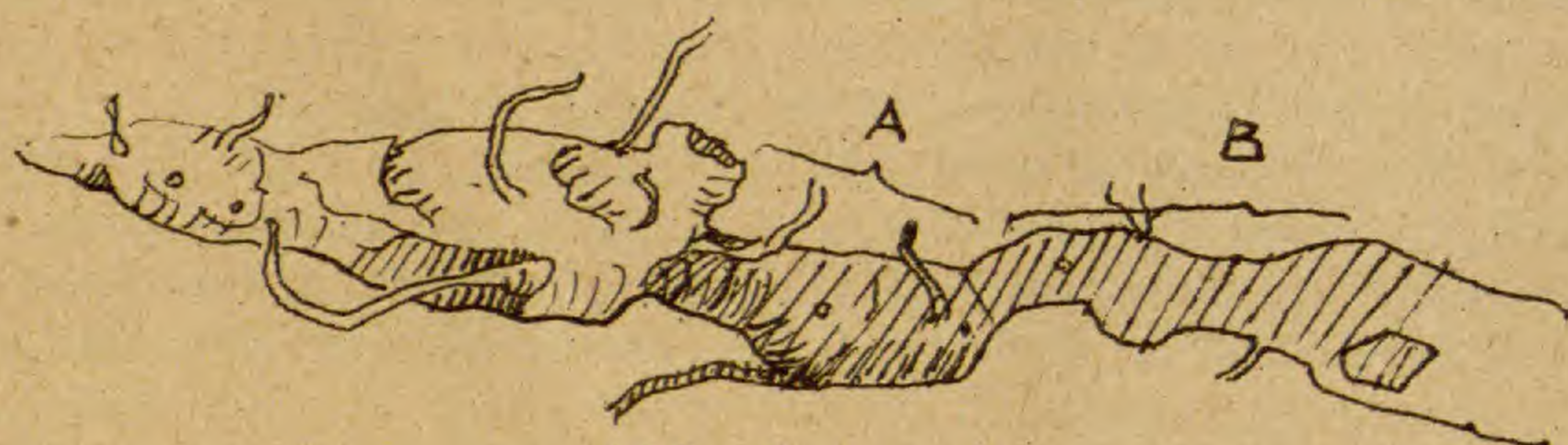


Abb. 14.

die später beschriebenen Versuch zeigen. - Fig. 14.

Prüfung der Regenerationsfähigkeit der Laubsprosse.

Alle Versuche wurden an je 10 Exemplaren ausgeführt.

1. Versuch. - 10 mittelstarke Rhizome, aus 6 - 8 Jahresabschnitten bestehend, wurden Mitte Mai in Kult-urkasten gebracht, nachdem die Laubsprosse dicht am Rhizom abgeschnitten waren. Ergebnis: Mitte Juli zeigte sich an keinem der benützten Exemplare irgend eine Spur von Ersatzbildung. Eine Schwächung der Verjüngungs- oder Seitenknospen durch Ausfall der Assimilation war nicht konstatierbar.

2. Versuch. Um etwaige Einflüsse der Umpflanzung auszuschalten, wurden 10 gleichmässig am natürlichen Standort verbliebene Pflanzen dicht über der Bodenoberfläche, d.h. dicht am Rhizom, da die Rhizome an dieser Stelle nur eben von Erde bedeckt waren, die Laubsprosse amputiert. Der Erfolge war derselbe wie beim Versuch I. Auch hier keinerlei Ersatzbildung.

3. Versuch. 10 Rhizomen wurde durch einen Schnitt senkrecht, an dem vordersten Rand des Laubsprosses die Verjüngungsknospe entfernt. Mitte Juli zeigte sich an der Wundstelle die äusserste Gewebepartie abgestorben, aber keine Spur irgend einer Ersatzbildung. Dagegen hat sich die Seitenknospe A 1 vergrössert und zwar um 2 - 5 mm. Sie übernimmt offenbar den Ersatz.

4. Versuch. Nur die Spitze der Verjüngungsknospe wird auf 1 mm Länge abgeschnitten, nachdem vorher die umhüllenden Niederblätter entfernt waren, um sicher zu gehen, dass auch wirklich die Vegetationsspitze getroffen wurde. Ergebnis: Die Verjüngungsknospen V 1 hatten sich wie im Versuch 3 vergrössert.

5. Versuch. Von der Verjüngungsknospe werden 3 mm amputiert, sodass die Ansatzstellen der vordersten 3 Niederblätter mit entfernt werden. Ergebnis wie in Versuch 4.

6. Versuch. Die Verjüngungsknospe und Seitenknospe A 1 wird entfernt. Ergebnis: in 8 Fällen war die Knospe A 2 deutlich vergrössert. Sie hatte sich um 1 - 3 mm verlängert. In einem Fall war die Knospe B 1 ausgewachsen. In einem Fall war keine Veränderung am Rhizom konstatierbar, obwohl alles gesund zu sein schien.

7. Versuch. (Für diesen Versuch standen nur 3 Grundaxen zur Verfügung) Ausser der Verjüngungsknospe wurden A 1 und A 2 entfernt. In der Achsel des drittletzten Niederblattes war eine sehr kleine Knospe vorhanden. Ergebnis: B 1 hatte sich vergrössert. An A 2 war eine Veränderung nicht festzustellen.

8. Versuch. Ausser der Verjüngungsknospe wurden A 1 und A 2 entfernt. Von A 2 war äusserlich keine Andeutung vorhanden. Ergebnis: B 1 hatte in allen Fällen sich vergrössert und war in lebhaftem Wachstum.

9. Versuch. a. Jahresabschnitt A entfernt

b. " A, B "

c. " A, B, C "

d. " A, B, C, D " u.s. fort bis zum 8. Jahreszuwachs.

Im letzten Fall war nur noch der Jahresabschnitt 9 vorhanden. Ergebnis: Es trieb stets die jüngste noch vorhandene Seitenknospe, also B 1, C 1, D 1 u.s.w. aus. Im letzten Fall treiben von den 10 Exemplaren nur noch 3 aus, die andern waren eingetrocknet. Die Seitentriebe waren 2 - 5 mm ausgewachsen und machten einen lebensfähigen Eindruck.

10. Versuch. 10 Rhizomstücke verschiedenen Alters, alle ohne den angeschwollenen Teil, also ohne die Region der Seitenknospenbildung, wurden kultiviert. Beim Ernten lebten sie noch, zeigten aber keine Spur irgend eines Regenerationsvorganges.

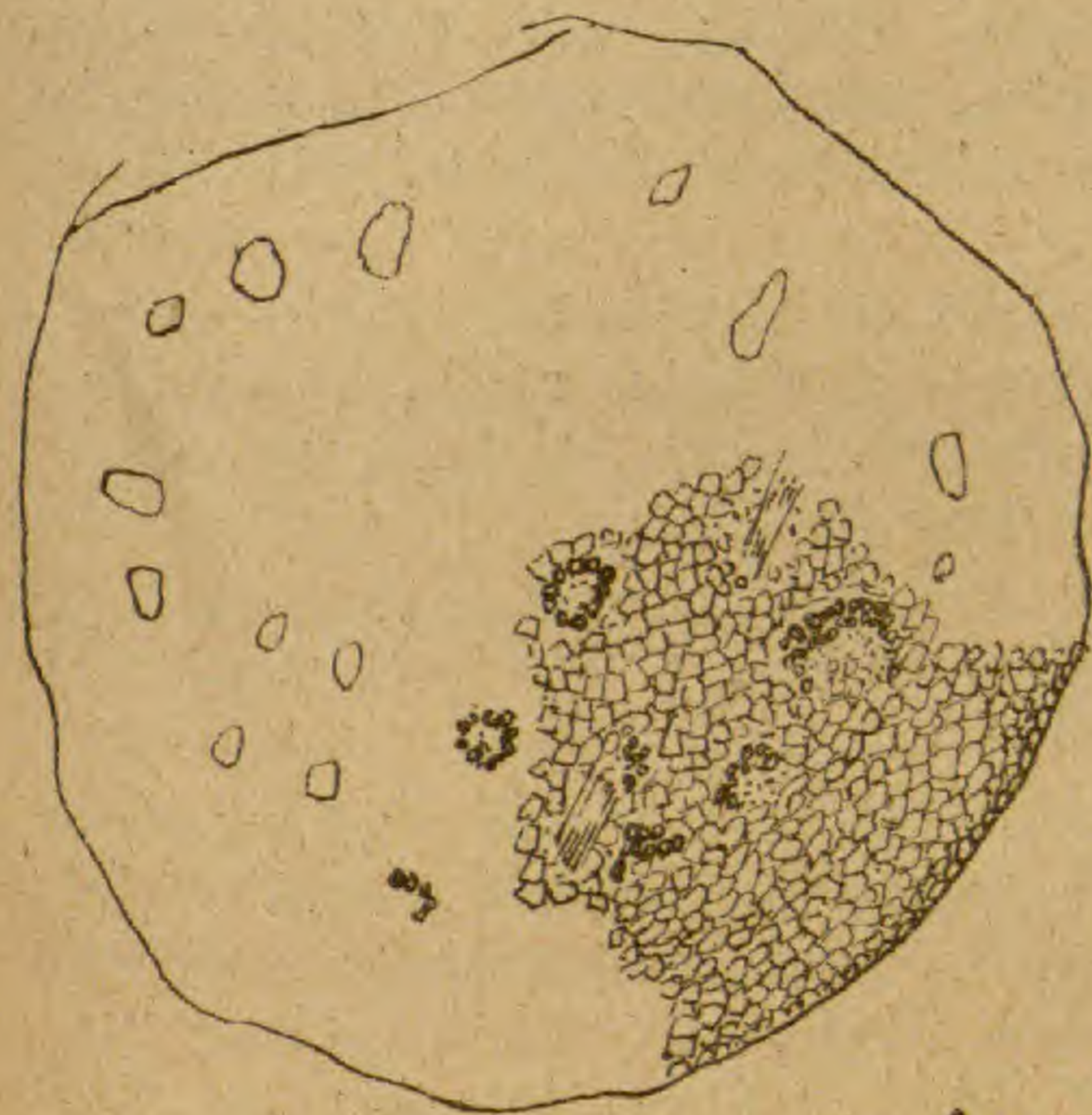


Abb. 15

Der anatomische Befund ist bei *Polygonatum* für die vorliegenden Fragen nicht so interessant wie bei *Paris*. Das Rhizom von *Polygonatum* zeigt einen gleichmässigen Bau, da nirgends Stereom, nicht einmal an der Grenze des Zentralzylinders ein Stereomähnlicher Ring vorhanden ist. Die Zellen führen keine Stärke, statt dessen Schleim. Nur in den Schliesszellen der Spaltöffnungen sind Stärkekörner vorhanden. Die zahlreichen Gefässbündel liegen zerstreut im breiten Zentralzylinder, die zentral gelegenen sind mehr konzentrisch, die peripher gelegenen mehr kollateral gebaut. Bei der grossen Ähnlichkeit des Aufbaues der Rhizome von *Polygonatum* und *Paris* liegt es nahe, auch hier nach einer Gruppierung der Bündel im Zusammenhang mit den Seitenwurzeln zu suchen. Ein solcher scheint nicht vorhanden.

Das Querschnittsbild ändert sich auch nicht an den Ansatzstellen der älteren Niederblätter eines jeden Jahresabschnittes. Auf Schnitten sieht man, dass eine Knospenbildung in den Achseln dieser Niederblätter nicht stattfindet. Erst dort, wo im Bereich der drei jüngsten Niederblätter eines jeden Jahresabschnittes sich das Rhizom ver-

dichtet, stehen Knospen in den Achseln, und zwar, wie schon äusserlich zu erkennen, meist in den beiden vorderen, gelegentlich in den drei vordersten. Der Bau dieser Seitenknospen stimmt mit dem der Verjüngungsknospe bis auf die Grösse überein. Querschnitte durch die Ansatzstelle der Laubspresse zeigen, dass der ganze Leitbündelzug in diese hineingeht und nur einige wenige Bündel durch Abzweigungen die Rhizom-Fortsetzung innervieren, eine Bestätigung der Angabe in der Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, dass *Polygonatum sympodiale* Verzweigung zeigt.

Zusammenfassung.

1. Verzweigung des Rhizoms ist bei *Polygonatum multiflorum* nicht selten. Sie geht hervor aus Knospen in den Achseln der zwei bzw. drei jüngsten Niederblätter eines jeden Jahresabschnittes. Die Knospen sind sofort als Rhizomknospen angelegt.

2. Eine Regeneration findet von der Wundfläche aus niemals statt. Der verloren gegangene Laubspross wird in keinem Fall ersetzt. Das Rhizom wächst in diesem Fall weiter und bringt im nächsten Jahre erst einen oberirdischen Spross hervor. Eine Schwächung des Rhizoms durch Ausfall der Assimilation einer Vegetationsperiode scheint nicht einzutreten.

Werden die Verjüngungsknospen bzw. Seitenknospen entfernt, so wird für die Erhaltung des Individuums gesorgt durch das Austreiben der nächst jüngsten Knospe, wobei in den weitaus meisten Fällen nur die vorderste Seitenknospe eines jeden Jahresabschnittes in Betracht kommt, während die nächste oder eventuell übernächste geringere Lebensfähigkeit zeigen.

Die Fähigkeit zur Wiederaufnahme des Wachstums bleibt den ersten Knospen mindestens 8 Jahre erhalten, wahrscheinlich aber auch länger, wenn das Rhizom ältere lebende Teile aufweist.

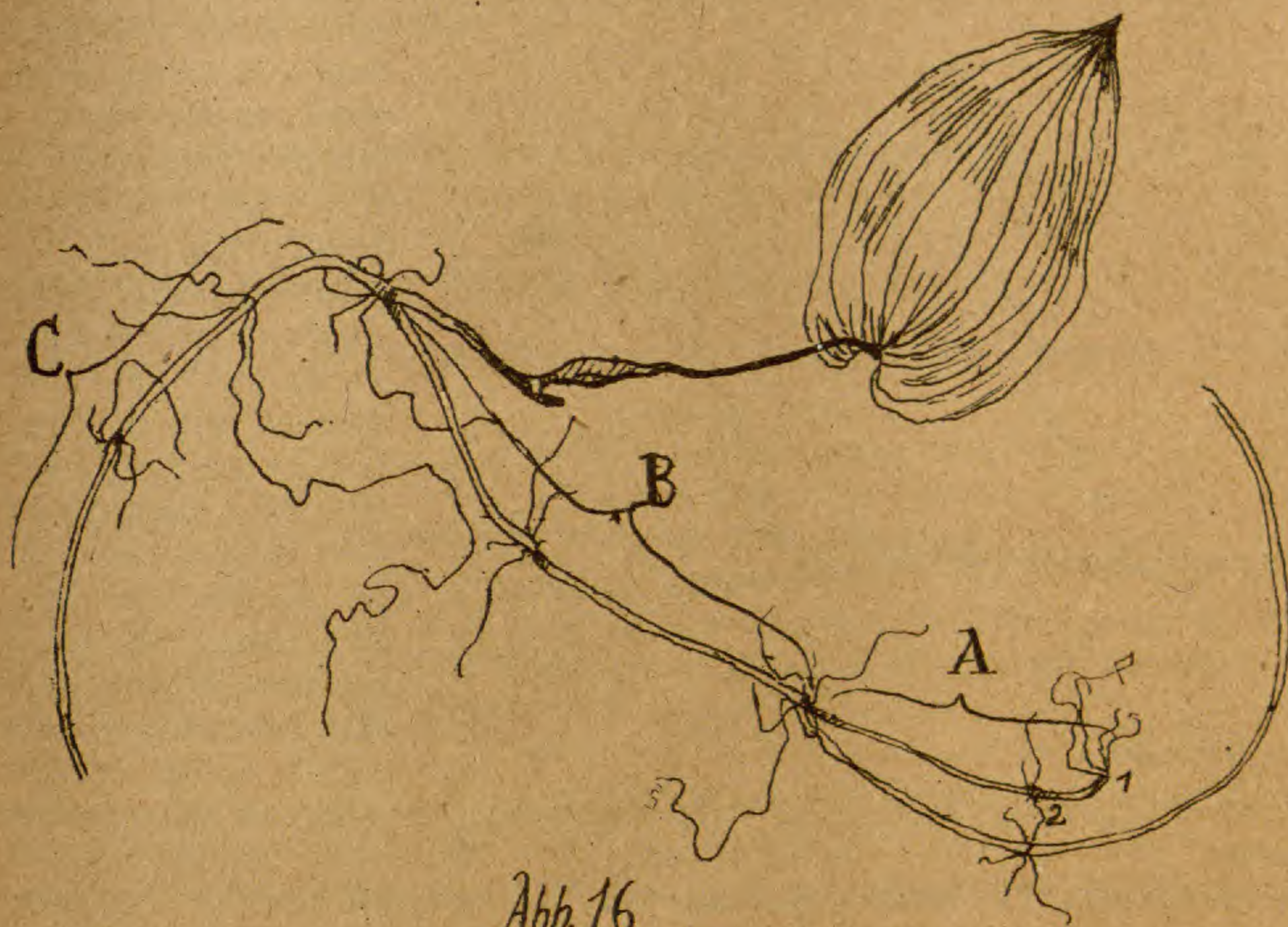
III. MAJANTHEMUM BIFOLIUM.

Das Rhizom von *Majanthemum bifolium* zeichnet sich vor den beiden bisher behandelten Arten vor allem durch die stets vorhandene Verzweigung aus. Zur Kennzeichnung des Rhizoms sei die Beschreibung aus der "Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas" (p. 650 - 651) angeführt:

"Bis die Pflanze blühfähig wird, was mehrere Jahre dauert, ist die Hauptaxe, wie auch die erscheinenden Seitenzweige, monopodial und bringt jedes Jahr 2 - 4 scheidenförmige Niederblätter und 1 Laubblatt hervor. Die Laubblätter stützen in der Regel Knospen, die entweder sich nicht entwickeln oder zu Wandersprossen, Ausläufern, werden. Diese, welche wagrecht wachsen, bringen zuerst eine verschiedene Anzahl von gestreckten Internodien mit scheidenförmigen, zweireihigen Niederblättern hervor und biegen sich dann aufwärts in eine überwinternde Knospe, die im nächsten Jahr 2 - 3 Niederblätter an kurzen Internodien und 1 Laubblatt entwickelt, dessen Grund die Endknospe umschliesst. Diese kurzgliedrige Ausläuferspitze verhält sich im ganzen so wie die Hauptaxe; bis der Spross blühfähig wird, was mehrere Jahre dauern kann, oft aber schon im dritten Jahre eintritt, bringt er monopodial jährlich 2 - 3 Niederblätter und 1 Laubblatt hervor.

Unter günstigen Umständen schliesst die Endknospe zuletzt ihr Wachstum mit Hervorbringung eines Blütenstandes ab. Im Blühjahr streckt sich der Stengel über die Niederblätter hinaus und trägt 2, seltener aber 3 Laubblätter und endet dann mit einem Blütenstand. In der Achsel des obersten Niederblattes sitzt die Verjüngungsknospe, die mit einem transversal gestellten Vorblatt beginnt, darauf folgt noch ein Paar Niederblätter, dann im nächsten Jahr Laubblätter und Blütenstand, wofern der Spross überhaupt so zeitig zum Blühen kommt. In der Regel geschieht dies jedoch nicht vor Verlauf mehrerer Jahre, und bis zu der Zeit bringt der Spross jedes Jahr monopodial 2 - 3 Niederblätter und 1 Laubblatt hervor. Wenn so der Spross endlich blüht, erscheint, wie im ersten Fall, ein Verjüngungsspross in der Achsel des obersten Niederblattes; aber es sei bemerkt, dass die Entwicklung in der Regel nicht soweit anhält, indem der vorderste, kurzgliedrige Teil des Ausläufers ziemlich rasch zugrunde geht; in den meisten Fällen verwelkt er schon nach dem

ersten Blüten und in diesen Fällen findet also eine Verjüngung an dem aufrecht aufsteigenden Teil gar nicht statt. Der gestreckte Ausläufertrieb wird von einer verschiedenen Zahl von Stengelgliedern gebildet, in der Regel 6 - 11, die 1 - 3 mm dick und 1,5 - 3 cm lang werden. Von den Blattbasen geht ein Kranz von wenigen und nicht besonders langen Nebenwurzeln aus, die sich nach allen Seiten, auch nach oben, wenden. Die Niederblätter stützen Knospen, von denen eine oder mehrere

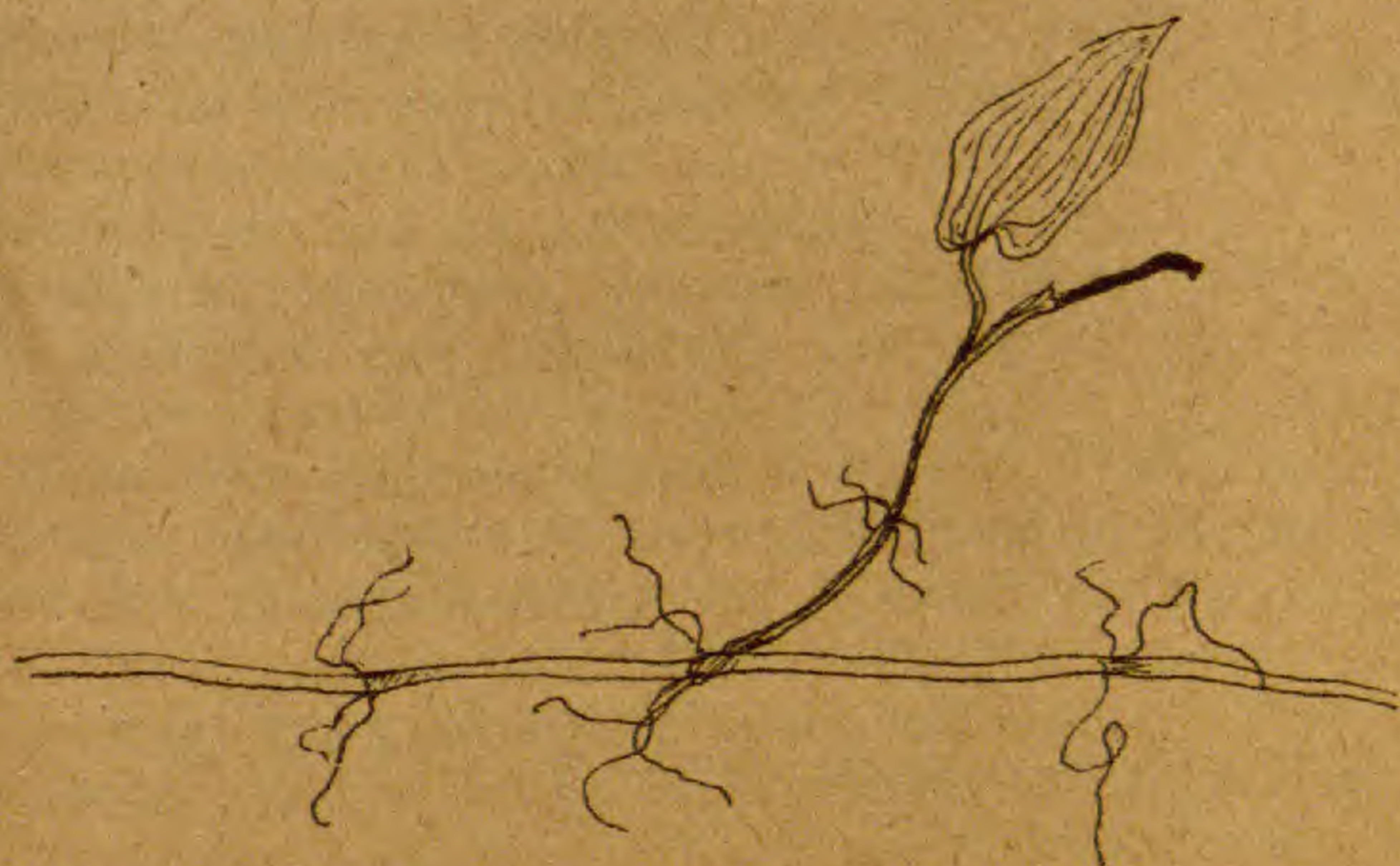


im nächsten Jahr, dem Jahr nach der Bildung der Ausläufer, zu neuen Ausläufern auswachsen. Oft entwickelt sich nur eine Knospe, u. zwar stets eine von den vordersten, die am Grunde des letzten oder vorletzten gestreckten Internodiums sass; wenn sich mehrere Ausläufer entwickeln, ist der vorderste am kräftigsten und wächst ungefähr in derselben Richtung wie die Mutteraxe fort, während die andern Seitensprosse mehr schräg

nach der Seite wachsen.

Auf diese Art breitet sich die Pflanze recht schnell aus. Da der vorderste und kräftigste Seitenspross die Wachstumsrichtung der Mutteraxe fortsetzt, und da der einzelne Rhizomteil des Sprosses lange lebt, kann man sehr lange, von einer grossen Zahl von Jahrgängen gebildete Sprossketten finden; es wurden solche beobachtet, die über 1 m lang und aus 10 Generationen von Ausläufern zusammengesetzt waren und sie können sicher noch länger werden und aus noch mehr Generationen bestehen."

1. Versuch. An 10 kräftigen, mehrfach verzweigten Rhizomen wurden Anfang Mai die noch nicht voll entwickelten Laubblätter entfernt, und zwar so, dass die vom Blattgrund umschlossene Knospe unverletzt blieb. Ergebnis: In 2 Fällen zeigte sich über der Erde Mitte Juli ein 3,5 bzw. 1,5 cm langes Blättchen voll ausgebreitet, sodass ein Wachsen von Bedeutung nicht mehr zu erwarten war. Beim Herausnehmen aus dem Boden zeigte sich, dass die Ursprungsstelle dieses Blattes die Achsel des ältesten Niederblattes an der Blattbasis war. Der Blattgrund dieses



Ersatzblattes enthielt eine, wenn auch nur kleine, Verjüngungsknospe. Der oberhalb der Knospe liegende Teil des Rhizoms war eingetrocknet. In den übrigen 8 Fällen war an der Abtrennungsstelle keine Ersatzbildung.

Der Stumpf des Blattstiels und die von ihm umhüllte Knospe war eingetrocknet. Statt dessen zeigten sich an verschiedenen Stellen Seitentriebe, die bereits 3 - 5 cm lang waren und an der Spitze schon grünende Laubblätter trugen. In 2 Fällen hatte der Trieb die Bodenoberfläche durchbrochen und das Blatt fieng an, sich auszubreiten. Das Blatt war in beiden Fällen wesentlich kleiner als ein Normalblatt. Die Länge des Blattsprosses betrug nur 2 cm.

Aus diesen beiden Beispielen und aus dem Vergleich mit unbehandelten Rhizomen



Abb 18

geht klar hervor, dass es sich nicht etwa um Seitentriebe handelt, die auch ohne die Behandlung als laubtragende Ausläufer des nächsten Jahres gebildet worden wären. Die Ursprungsstellen der Ersatzausläufer lassen sich am besten aus der Abbildung 18 erkennen. Diese gibt ein charakteristisches Stück eines

Rhizoms wieder; in einigen Fällen setzten sich die benützten Grundaxen aus mehreren solchen Teilen zusammen mit mehreren Laubblättern. Die Ersatz-Ausläufer waren gebaut wie die normalen Laubblatt-tragenden Ausläufer. Sie gingen hervor aus den Achseln eines Niederblattes, bildeten einen etwa 3 cm langen Abschnitt bis zum 1. Niederblatt, an dessen Basis eine Anzahl Wurzeln seinen Ursprung hatte, darauf setzte sich in 1 cm Entfernung die Knospe, gebildet aus dem jüngeren Laubblatt u. der von ihr umhüllten Verjüngungsknospe.

Versuch 1a. - 10 Rhizome wie in Versuch 1 wurden ebenso behandelt mit dem Unterschied, dass ein Laubblatt erhalten blieb. Ergebnis: An keiner Stelle der ganzen verzweigten Rhizome zeigte sich eine Ersatzbildung.

2. Versuch. An 10 Rhizomen wurde das Laubblatt entfernt, aber so, dass die Verjüngungsknospe und die davor stehenden Niederblattnarben mit abgeschnitten waren. Das Ergebnis war dasselbe wie in den letzten 8 Fällen von Versuch 1, also Ersatz der Assimilationsorgane durch Bildung neuer blattragender Ausläufer.

3. Versuch. Drei Rhizome, die einen blütenbildenden Spross erkennen liessen, und ausserdem noch je einen laubtragenden Ausläufer hatten, wurden wie die vorigen behandelt. Ergebnis: In einem Fall Ersatz durch einen blattbildenden Ausläufer an der ältesten Niederblattbasis des fertilen Ausläufers, in den beiden andern Fällen ein ebensolcher Ersatz aus Knospen am Rhizom, während der fertile Sprosstumpf vertrocknet war. Beschaffenheit und Grösse der Ausläufer war dieselbe wie in den beiden vorhergehenden Versuchen.

4. Versuch. 10 Rhizome mit je 1 Laubblatt und je 2 Verzweigungen wurden kultiviert, nachdem die Spitzenknospe am Rhizom überall entfernt war und zwar auf 1 cm Länge. Ergebnis: In 8 Fällen hatte die nächst jüngste Niederblattachsel die vorhandene Knospe ausgetrieben und zwar waren die jungen Ausläufer zwischen 6 - 10 cm lang und trugen 2 - 4 Niederblätter mit Wurzelkränzen. In einem Fall hatte das drittletzte Glied ausgetrieben und in den 3 letzten Fällen hatte einmal an einem Zweig die jüngste und nächstjüngste, am andern Zweig nur die jüngste, am zweiten Rhizom nur an einem Zweig die zweitjüngste, und am letzten Exemplar keine Knospe ausgetrieben.

Die folgenden Versuche wurden mit je 5 Pflanzen angestellt.

5. Versuch. Die Spitzen des Ausläufers wurden bis auf 0,5 cm vor dem jüngsten Knoten entfernt. Ergebnis: Von den 11 behandelten Ausläufern hatten 7 an dem

jüngsten Knoten, 3 an dem jüngsten und nächstjüngsten und 1 gar keine Seitenzweige gebildet. Grösse und Beschaffenheit der Neubildungen wie in Versuch 4.

6. Versuch. Der Schnitt wurde in der Mitte zwischen dem jüngsten und zweitjüngsten Niederblatt in der Mitte geführt. Ergebnis: An den 8 behandelten Ausläufern hatten dreimal die jetzt vordersten, also ursprünglich zweitjüngsten Seitenknospen, zweimal die jetzt vorletzten, einmal die jetzt viertletzte und einmal gar keine ausgetrieben.

7. Versuch. An je 3 Pflanzen mit 2 Ausläufern wurde immer das nächstfolgende Internodium entfernt, also an den ersten 3 das zweitjüngste, an den nächsten 3 das drittjüngste u.s.w. Sechs Internodien konnte ich auf diese Art prüfen. Ergebnis: In 75% der Fälle trieb der nächstliegende Knoten seine Knospe aus. In drei Fällen trieben 2 Knoten gleichzeitig und in dem Rest der Fälle war der Ausläufer abgestorben. In einem dieser Fälle trieb der letzte vor der Verzweigung liegende Knoten aus.

8. Versuch. Eine Anzahl Rhizome wurde derart behandelt, dass die vorjährigen Rhizomteile immer um ein Internodium verkürzt wurden. Ich erhielt diese Teile, indem ich sehr vorsichtig die Rhizome ausgrub und hinter der Abzweigung des vordersten Laubblattes abschnitt. Die weiter rückwärts liegenden Rhizomteile mit den daran sitzenden Laubblättern liess ich unversehrt.

Entsprechend der Bezeichnungsart bei den Rhizomen der andern behandelten Pflanzen sei der ganze Teil der Grundaxe bis zur vorhergehenden Abzweigung mit B, der darauf folgende mit C bezeichnet und die Knoten der Reihe nach beim jüngsten anfangend mit 1, 2, 3 u.s.w.

Schnitt zwischen	Ausgetrieben	Beschaffenheit
B 1 und B 2	B 2	4 cm lang
B 2 " B 3	B 4	3,5 " "
B 3 " B 4	B 4	3,5 " "
B 4 " B 5	C 1	5 " "
B 5 " C 0	-	-

9. Versuch. Rhizomteile, die 2 und 3 Jahre alt waren, wurden von Ausläufern befreit, trugen also auch keine Laubblätter mehr, und dann kultiviert. Ergebnis: An einem Teilstück hatte der mittelste von 5 Knoten einen Ausläufer wie in Versuch 1 gebildet, an den andern 5 war keine Ersatzbildung vorhanden.

10. Versuch. Rhizomteile verschiedenen Alters ohne Knoten wurden kultiviert. Ergebnis: Keines der Stücke zeigte Neubildungen, sie waren zum Teil ganz eingetrocknet, zum Teil waren sie bei der Ernte in den mittleren Partien noch lebend.

Zusammenfassung.

1. Eine Regeneration findet von der Wandfläche aus niemals statt.

2. Bei Verlust des Laubsprosses findet ein Ersatz statt, auch dann, wenn überhaupt kein Laubblatt mehr an dem ganzen Rhizom vorhanden ist. Der Ersatz geht hervor aus den Achselknospen der Niederblätter, die zu kurzen, noch in derselben Vegetationsperiode Laubblatt-entwickelnden Ausläufern werden. Die Stellung dieser Ersatzteile lässt eine bestimmte Anordnungsregel nicht verkennen.

3. Wird die Spitzenknospe am Rhizom entfernt, so tritt der Ersatz durch Ausläuferbildung aus den zunächst liegenden Niederblattachsen ein. Entfernt man weitere Internodien, so findet der Ersatz ebenfalls durch Ausläuferbildung aus den Knospen der jüngsten Niederblattachsen statt.

Die Knospen an den letztjährigen Trieben sind alle noch entwicklungsfähig, auch ältere treiben häufig aus.

Die Entwicklungsfähigkeit liess sich noch nachweisen bei mindestens 3 Jahre alten Knospen. Rhizomstücke ohne Knoten treiben nicht aus.

POLARITÄT.

Unter Polarität versteht man in der Botanik die Erscheinung, dass sich bei d. Organbildung Spitze und Basis eines Pflanzenteils verschieden verhalten. Spitze nennt man den Teil des Sprosses oder der Wurzel, der dem Hauptvegetationspunkte zugekehrt ist, Basis das entgegengesetzte Ende. Da die Erscheinungen der Polarität bei Neubildungen von Organen, also auch bei Regenerationsvorgängen, besonders augenfällig werden, liegt es nahe, im Zusammenhang mit der Frage der Regeneration auch nach ersterer zu fragen.

Zunächst seien die Wurzeln behandelt. Das normale Verhalten der Sprosse lässt sich etwa so beschreiben, dass Wurzeln an der Basis, Sprosse an der Spitze gebildet werden. Dies normale Verhalten kann man bei Rhizomen nicht erwarten, da das von hinten absterbende Rhizom sich selbst der Wurzeln und damit der Lebensfähigkeit berauben würde. Man muss also für die Pflanzen mit kriechendem Rhizom ein anderes Verhalten als normal bezeichnen.

GOEBEL (3) beschreibt es folgendermassen: "Dieses Rhizom (*Iris pseudacorus*) teilt eine Eigentümlichkeit der Wurzelbildung mit andern monokotylen Rhizomen: wir sehen, dass nicht am basalen Ende des horizontal im Boden kriechenden Rhizoms ein Wurzelsystem sich ausbildet. Das wäre schon deshalb eine sehr missliche Einrichtung, weil das Rhizom von hinten abstirbt. Vielmehr sehen wir die Wurzeln hier in nach der Spitze zu fortschreitender Reihenfolge auftreten!"

Um experimentell das Verhalten der behandelten Pflanzen zu prüfen, entfernte ich im April ds. Js. an je drei kräftigen Rhizomen alle Wurzeln. Das Ergebnis war in allen Fällen dasselbe. Neue Wurzeln hatten sich nur an den bei Vornahme d. Operation noch nicht entwickelten Teilen und am Neuzuwachs gebildet. Auch bei allen andern Versuchen liess sich trotz sorgfältiger Beobachtung keine Neubildung von Wurzeln an voll ausgebildeten Rhizomteilen feststellen. Diese Beobachtungen u. Versuche bestätigen den Satz GOEBELs, dass die bei der Regeneration auftretende Organ-Anordnung bedingt ist durch die an der unverletzten Pflanze herrschende.

Die als normal bezeichnete Neigung der Pflanzen, an der Spitze Sprosse zu bilden, tritt bei den Rhizomen hervor, wenn auch nicht sehr scharf ausgeprägt. Die Übersicht über die Gesamtheit der Versuche zeigt, dass die Knospen am apikalen Ende leichter zum Austreiben gebracht wurden, als die am basalen. Für diese Erscheinung, die der Ausdruck der an der unverletzten Pflanze herrschenden Verhältnisse ist, möchte ich nicht nach besonderen Ursachen, etwa Ernährungsbedingungen, suchen, sondern sie nur als Folgen der Jugend ansehen.

Es wären demnach die beiden Fragen, die GOEBEL (3, p. 220) der experimentellen Morphologie stellt: 1. Wie tritt die Polarität bei den einzelnen Organen auf? 2. Ist dieselbe eine stabile oder labile? für die vorliegenden Fälle folgendermassen zu beantworten:

Die Polarität äussert sich so, dass Wurzeln ausschliesslich an Neubildungen auftreten, die Sprossbildungen nach dem apikalen Ende zu häufiger werden. Die Eigentümlichkeit, dass Wurzeln vor Sprossen sich bilden, ist charakteristisch für Rhizome. Diese Polarität wird auch durch besondere Wachstumsbedingungen nicht geändert, ist also eine stabile.

LITERATUR.

- (1) PFEFFER, Pflanzenphysiol. 2. ed. II, p. 207. - (2) GOEBEL, Regeneration. Biol. Zentralbl. 1902. - (3) GOEBEL, Einl. i. d. experiment. Morphol. d. Pf. Leipzig 08. - (4) SCHUMANN in B. D. bot. Ges. XI (1893) p. 158. - (5) KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER, Lebensgesch. Pfl. Mitteleur. 1914, I, p. 647. - (6) A. BRAUN, Das Individuum d. Pfl. Berlin 1853. - (7) IRMISCH, Beitr. z. vergl. Morph. d. Pfl. Halle 1863. - (8) STARCK, Unters. über d. Variabilität d. Laubbl. an *Paris quadrif.* in Ztschr. f. Bot. VII (1915). - (9) SCHROEDER in Ber. D. bot. Ges. XXXIX, p. 92. - (10) ZWEIFELT in Denkschr. Akad. Wien LXXXVIII (1912). - (11) VOGES in Biol. Zentralbl. XXXII. - (12) LINSBAUER in Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien LXV. - (13) LINDINGER in Beih. Bot. Zentralbl. 1906. - (14) KRYZ in Österr. bot. Ztschr. LX, 6. - (15) BERNATZKY in Math. Naturw. Ber. Ungarns XVIII (1903). - (16) BERNATZKY in Ann. hist. nat. Mus. Hung. I (1903).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Schwarz M.

Artikel/Article: [Ueber Regeneration und Verzweigung der Rhizome einiger Asparagoideen, insbesondere von Paris quadrifolius. 154-180](#)